



Association Rivière
Rhône Alpes

Journée technique d'information et d'échanges
« Gestion des alluvions
Faut-il curer les rivières ? »

Ambérieux d'Azergues
19 octobre 2004

Avec le soutien de :



LISTE DES PARTICIPANTS

	NOM	FNCTION	ORGANISME	VILLE PRO	TEL PRO	MAIL
1	Robert ABBAMONTE	Président	Ass. Châtillon Sécu. Env.	69380 CHATILLON D'AZERGUES	04 78 43 92 24	robert.abbamonte@wanadoo.fr
2	Agnès BERRUX	Demandeur d'emploi	Rivière Rhône Alpes	01700 NEYRON	06 62 98 68 80	agl878-agnesberrux@yahoo.fr
3	Julien BIGUE	Animateur	Rivière Rhône Alpes	38680 PONT EN ROYANS	04 76 36 97 33	riviere.rhone.alpes@wanadoo.fr
4	Dominique BOISSON	Porteur de projet	Indépendant	38130 ECHIROLLES	04 76 33 39 81	dominique@boisson.org
5	Elian BOULENC	Technicien de rivière	SI Rivières du Lavézon	07400 MEYSSE	06 74 46 59 95	elian.boulenc@wanadoo.fr
6	Gaël BRACHET	Ingénieur	DDAF Loire	42024 SAINT ETIENNE	04 77 81 48 85	gael.brachet@agriculture.gouv.fr
7	Hervé CALTRAN	Chargé de mission	SI de la Reyssozue	01340 MONTREVEL EN BRESSE	04 74 25 66 65	hcaltran@syndic-rivieres.org
8	Eduardo CARRILLO	Demandeur d'emploi	Rivière Rhône Alpes	69002 LYON	04 78 42 72 94	educarrillo@hotmail.com
9	Mickaël CHAPPELLE	Technicien de rivière	SIVU de l'Ay	07290 SAINT ROMAIN D'AY	04 75 34 94 98	sivu.ay@wanadoo.fr
10	Julien CORGET	Technicien de rivière	SM Saône et Doubs	71500 LOUHANS	03 85 75 14 94	julien.corget@smesd.com
11	Xavier DE VILLELE	Chargé de mission	SMBV du Lignon	42600 MONTBRISON	04 77 58 03 71	syndicat.riviere.lignon@syndicat-environnement.com
12	Bruno DRUEL	Chargé de mission police de l'eau	DDAF Drôme	26021 VALENCE	04 75 82 50 51	bruno.druel@agriculture.gouv.fr
13	Alain DUPLAN	Technicien de Rivière	PNR du Vercors	38250 LANS EN VERCORS	04 76 94 38 26	alain.duplan@pnr-vercors.fr
14	Jean Pierre EPINAT	Chargé de mission hydraulique	DDE Loire	42000 SAINT ETIENNE	04 77 43 81 47	jean-pierre.epinat@equipement.gouv.fr
15	Pierre GADIOLET	Chargé de mission	SM Plaine des Chères	69480 AMBERIEUX D'AZERGUES	04 74 67 06 19	amberieux-69@wanadoo.fr
16	Elisabeth GALLIEN	Chargée de mission	SMAB Bourbre	38110 LA TOUR DU PIN	04 74 83 34 55	syndicat.bourbre@wanadoo.fr
17	Sandrine GARD	Chargée de mission CR	CC Pays de l'Hermitage	26600 TAIN L'HERMITAGE	04 75 07 01 80	sandrine.pays.hermitage@wanadoo.fr
18	Lionel GIBRAT	Conducteur de travaux	Ass. Comboire à l'Echaillon	38100 GRENOBLE	04 76 48 00 58	as.de.comboire@wanadoo.fr
19	Yvan GLENAT	Conducteur de travaux	Ass. Comboire à l'Echaillon	38100 GRENOBLE	04 76 48 00 58	as.de.comboire@wanadoo.fr
20	Jean-François GOMES	Contrôleur des travaux	AD Isère Drac Romanche	38100 GRENOBLE	04 76 48 81 00	adisere@wanadoo.fr
21	Fabrice GONNET	Technicien de rivière	SM 3 Rivières	43190 TENCE	04 71 65 49 49	velay-trois-rivieres@wanadoo.fr
22	Pierre GRANDIDIER	Responsable Hydraulique Fluviale	SAUNIER ENVIRONNEMENT	69009 LYON	04 72 19 87 24	pierre.grandidier@saunier-envt.fr
23	Stéphane GUERIN	Chargé de mission	SAGYRC	69290 GREZIEU LA VARENNE	04 37 22 11 55	sagryc.yzeron-vif@wanadoo.fr
24	Emmanuel GUERRAZ	Agent forestier	ONF	01150 SOUCLIN	04 74 36 60 37	emmanuel.guerraz@onf.fr
25	Fabien JOGUET	Ingénieur	CEDRAT DEVELOPPEMENT	38246 MEYLAN	04 76 90 50 45	cedrat-dev@cedrat.com
26	Anne JOUHANNAUD	Chargée mission police de l'eau	DDAF Rhône	69422 LYON	04 72 61 38 07	anne.jouhannaud-trussion@agriculture.gouv.fr
27	Mélanie LAIGLE	Technicienne de rivière	SI du Foron de Gaillard	74240 GAILLARD	04 50 39 76 30	siaf2@wanadoo.fr
28	Nathalie LARDIERE	Technicienne de rivière	SI AH 4 Vallées du Bas Dauphiné	38440 ST JEAN DE BOURNAY	04 74 59 73 03	riv4val@wanadoo.fr
29	Arnaud LE PEILLET	Ingénieur Chargé d'étude	CIDCE Ingénieurs Conseils	74960 CRAN GEVRIER	04 50 57 29 19	cidee.ic@wanadoo.fr
30	Pierre LOISEAU	Technicien de rivière	CC du Genevois	74160 ARCHAMPS	04 50 95 91 42	ploiseau@cc-genevois.fr
31	Jean-René MALAVOI	Ingénieur conseil	Indépendant	01600 PARCIEUX	04 37 92 97 04	jr.malavoi@wanadoo.fr
32	Pierre MAREY	Technicien de rivière	SM Plaine des Chères	69480 AMBERIEUX D'AZERGUES	04 74 67 06 19	amberieux-69@wanadoo.fr
33	Frédéric MARGOTAT	Technicien de rivière	SM du Garon	69530 BRIGNAIS	04 72 31 90 79	fmargotat@smvgsyseg.com
34	Betty MARION	Chargée de mission	CC Pays de l'Arbresle	69592 L'ARBRESLE Cedex	04 74 01 68 90	b.marion@cc-pays-arbresle.fr
35	Jean-Luc MASMIQUEL	Chargé de mission police de l'eau	DDAF Drôme	26021 VALENCE	04 75 82 51 20	jean-luc.masmiquel@agriculture.gouv.fr
36	Joëlle MIRMAND	Secrétaire	Ass. Châtillon Sécu. Env.	69380 CHATILLON D'AZERGUES	04 78 47 96 41	associationcse@tiscalia.fr
37	Charles MONNERET	Gérant	DYNAMIQUE HYDRO	69450 ST CYR AU MONT D'OR	04 78 83 68 89	dynamiquehydro@yahoo.fr
38	Eric MURGUE	Technicien de rivière	CATER Rhône	69570 DARDILLY	06 72 77 95 20	eric.murgue@rhone-insertion-environnement.com
39	Christophe NUBLAT	Technicien de rivière	DDAF Drôme	26021 VALENCE	04 75 82 50 59	christophe.nublat@agriculture.gouv.fr
40	Julien PERIZ	Technicien de rivière	CC Vals d'Aix et Isable	42260 ST GERMAIN LAVAL	04 77 65 48 75	ccvai@wanadoo.fr
41	Alain PERSIN	Président	SM Plaine des Chères	69480 AMBERIEUX D'AZERGUES	04 74 67 06 19	amberieux-69@wanadoo.fr
42	Yves PIOT	Chargé de mission	SIVU d'Aménagement Coise	42330 SAINT GALMIER	04 77 52 54 57	yvespiotcoise@msn.com
43	Thierry PORTE	Ingénieur	ENVHYDRO Consult	38300 BOURGOIN JALLIEU	04 74 18 32 47	t.porte@envhydro-consult.com
44	Cédric PROUST	Chargé de mission	PNR Livradois Forez	63880 ST GERVAIS	04 73 95 57 57	eau@parc-livadois-forez.org
45	Leila RAMMAH	Technicienne Hydraulique	SAUNIER ENVIRONNEMENT	69009 LYON	04 72 19 87 24	leila.rammah@saunier-envt.fr
46	Dominique RICOL	Directeur	AUXIME / D. RICOL	69001 LYON	04 78 45 30 80	d.ricol@free.fr
47	Patrice RILLIARD	Responsable cellule de l'Eau	DDE Isère	38040 GRENOBLE	04 76 70 76 56	patrice.rilliard@equipement.gouv.fr
48	Raphaël ROY	Technicien de rivière	SAGYRC	69290 GREZIEU LA VARENNE	04 37 22 11 55	sagryc.yzeron-vif@wanadoo.fr
49	Mickaël SADOT	Technicien	CSP Rhône	69130 ECULLY	04 78 00 05 42	bd69@csp.environnement.gouv.fr
50	Christelle SENECHAL	Technicienne de rivière	CC Pays d'Olliergues	63880 OLLIERGUES	04 73 95 29 58	rivieres.doremoyenne@wanadoo.fr
51	Max TERNON	Directeur	Teréo Aménagement	69480 MORANCE	04 78 43 90 88	maxternon@wanadoo.fr
52	Cyril THEVENET	Chargé de mission Rivière	SM Veyle Vivante	01540 VONNAS	04 74 50 26 66	veyle-vivante@wanadoo.fr
53	Laurent THIVOLLE	Chef d'équipe	CC Pays de l'Hermitage	26600 TAIN L'HERMITAGE	04 75 07 01 80	pays.hermitage@wanadoo.fr
54	Brice TRUONG	Ingénieur d'études hydraulique	Nicot Consultant	74650 CHAVANOD	04 50 24 00 91	info@eau-assainissement.com
55	Daniel VERDEIL	Chargé de mission inondations	Conseil Général de l'Isère	38022 GRENOBLE	04 76 00 61 75	d.verdeil@cg38.fr
56	Hélène WATT	Technicienne de rivière	SIVU de l'Ay	07290 SAINT ROMAIN D'AY	04 75 34 94 98	sivu.ay@wanadoo.fr



Association Rivière
Rhône Alpes

Gestion des alluvions

Faut-il curer les rivières ?

Journée technique d'information et d'échanges
Le 19 octobre 2004 à Ambérieux d'Azergues (69)

Public visé : Elus, gestionnaires de milieux aquatiques, agents des services déconcentrés de l'Etat (DDE, DDAF, DIREN, MISE...), agents des collectivités territoriales et établissements publics (Agence de l'eau, Région, Département), associations, bureaux d'études...

Objectifs : Réflexion et discussion autour de la problématique « curage des cours d'eau ». Connaissances « théoriques ». Connaissance de la législation. Partages d'expériences. Analyse de cas concret sur le terrain.

PROGRAMME

09:00 **Accueil des participants**

09:15 **Ouverture de la journée**

Julien BIGUÉ, Animateur de l'Association Rivière Rhône Alpes

09:30 **Notions de dynamique fluviale**

Jean-René MALAVOI, Ingénieur conseil en géodynamique fluviale

11:30 **Réglementation en matière de curage**

Anne JOUHANNAUD-TRUSSON, Chargée de mission Police de l'eau, DDAF du Rhône

12:00 **Intérêt des bancs de galets - Impact des travaux de curage**

Mickaël SADOT, Agent au Conseil Supérieur de la Pêche - Brigade départementale du Rhône

12:15 **Le point de vue de l'élu et des riverains**

Alain PERSIN, Président du Syndicat Mixte de Réaménagement de la Plaine des Chères

12:30 **Déjeuner**

14:30 **Echanges et réflexions : exemples sur le bassin versant de la Bourbre**

Elisabeth GALLIEN, Chargée de mission SAGE, Syndicat Mixte d'Aménagement du Bassin de la Bourbre

15:00 **La gestion des alluvions sur la basse Azergues**

Pierre GADIOLET, Chargé de mission Contrat de Rivière Azergues, Syndicat Mixte de la Plaine des Chères

15:30 **Visites de terrain**

Exemples d'atterrissements arasés

Points de réinjection des produits de curage dans la rivière

Tronçon des anciennes extractions en cours de renaturation

Le contrôle de la végétalisation des bancs de galets...

17:00 **Clôture de la journée**

QUI SOMMES NOUS ?

L'Association Rivière Rhône-Alpes (loi 1901) a été créée le 13 août 1999. Elle est affiliée à la Fédération nationale RIVIERE.

Le rôle principal de l'Association est l'animation du réseau régional des techniciens et gestionnaires de milieux aquatiques à travers des actions permettant l'échange de connaissances et d'expériences.

Les Objectifs : Favoriser la gestion intégrée des milieux aquatiques

L'article 2 des statuts, en exposant les objectifs de l'Association, exprime sa vocation : Favoriser la connaissance et l'échange entre les professionnels intervenant dans le domaine de l'eau. Le véritable enjeu pour tous les adhérents étant celui de l'amélioration de l'état des milieux aquatiques.

Les Activités de Rivière Rhône Alpes

Afin d'assurer l'animation générale du réseau et d'assister les professionnels qui s'investissent dans cette mission, l'association mène les actions suivantes :

- Organisation de journées techniques d'information et d'échanges (thèmes 2002-2003) :
Le SEQ-Eau > La gestion des débits d'étiages > SDAGE Rhône Méditerranée Corse > L'assainissement non collectif > La gestion piscicole > Hydroélectricité : le cas des microcentrales > Eau et aménagement du territoire > Gestion de crises - les inondations > Restauration et entretien de la ripisylve > Protection et restauration des berges par techniques végétales > Gestion de crises - la sécheresse > Gestion des milieux aquatiques > Inondations et prévention réglementaire > Le métier de Chef d'équipe...
- Elaboration d'un Annuaire Professionnel des acteurs et gestionnaires des milieux aquatiques de Rhône-Alpes.
- Rédaction d'un recueil de cahiers des charges études et travaux.
- Constitution d'un Bordereau de Prix Unitaires.
- Animation du site Internet : www.riviererhonealpes.org
- Participation à l'élaboration du dispositif formation 2002-2003 « Les milieux aquatiques » mis en place par le CNFPT.

Les Moyens

Un Conseil d'Administration se réunissant tous les trois mois, un animateur à temps plein, des membres actifs, des membres bienfaiteurs, des ateliers thématiques...

Des partenaires techniques et financiers : l'Agence de l'Eau RM&C, la Région Rhône-Alpes, la DIREN Rhône-Alpes. Un hébergement par le Musée de l'Eau à Pont-en Royans.

LE TRANSPORT SOLIDE PAR CHARRIAGE

Etat des connaissances



Jean-René MALAVOI - ingénieur conseil

GEODYNAMIQUE FLUVIALE - HYDRAULIQUE - HYDROLOGIE - HYDROECOLOGIE
Expert près la Cour d'Appel de Lyon
Professeur Associé à la Faculté des Sciences et Techniques de Tours - *Chargé de cours à l'ENSMP, l'ENGREF, l'ENGEES, l'ENTPE*
207, rue de l'Eglise - 01600 PARCIEUX - Tel/fax : 04.37.92.97.04 *email : JR.Malavoi@wanadoo.fr*

1. Quelques éléments conceptuels et théoriques.....	3
1.1. La dichotomie charriage-suspension.....	3
1.2. L'équilibre dynamique	4
1.3. Les deux variables de contrôle.....	5
1.3.1. La puissance	5
1.3.2. La charge de fond et son origine	5
1.3.2.1. Apports externes	5
1.3.2.2. Apports internes.....	6
1.4. L'érosion latérale et le meandrage	9
1.4.1. Un processus indépendant de l'équilibre sédimentaire	9
1.4.1.1. Théorie dérivée de la mécanique des fluides	9
1.4.1.2. Théorie dérivée de la mécanique des solides	11
1.4.2. Effet de l'équilibre sédimentaire	13
1.5. la propagation de la charge de fond	13
1.5.1. Formes de propagation de la charge de fond.....	13
1.5.2. Mode de propagation de la charge de fond	16
1.5.3. fractionnement de la charge de fond	16
1.5.4. Vitesse de propagation de la charge de fond	17
1.5.4.1. Données de Babonaux	18
1.5.4.2. Suivi de la propagation des sédiments de Maisons-Rouges.....	19
1.5.5. stockage temporaire de la charge de fond	20
1.5.5.1. Le stockage « naturel »	20
1.5.5.2. Le stockage « artificiel ».....	22
1.6. Mesure et calculs.....	23
1.6.1. Méthodes de mesure de la charge de fond.....	23
1.6.1.1. Pièges à sédiments	23
1.6.1.2. Comparaison de mesures topo-bathymétriques	23
1.6.1.3. Chaines d'érosion	24
1.6.1.4. Echantillonneurs	26

1. QUELQUES ELEMENTS CONCEPTUELS ET THEORIQUES

1.1. LA DICHOTOMIE CHARRIAGE-SUSPENSION

Il est couramment admis aujourd'hui que le transport de matériaux solides en rivière se fait sous deux formes (Figure 1a) :

- par charriage sur le fond lorsque ces matériaux dépassent un certain diamètre et que le courant ne peut les mettre en suspension.
- en suspension lorsque les matériaux sont suffisamment fins et le courant suffisamment puissant pour les transporter au sein de la colonne d'eau.

La courbe de Hjulstrom (Figure 1b) présente une limite très nette au niveau du couple : diamètre 0.5 mm/vitesse 20 cm/s, que beaucoup interprètent comme une limite charriage/suspension. Notons cependant que ce même sable de 0.5 mm pourra être transporté en suspension pour des vitesses plus importantes. Je pense personnellement que la classe des sables toute entière est une classe intermédiaire entre le charriage et la suspension, fonction des vitesses d'écoulement et de la turbulence. On constate aussi le **caractère transitoire** du transport par charriage (Figure 1b). Au-delà de cette valeur de l'ordre de 0.5 mm, si le grain est mis en mouvement pour une certaine vitesse d'écoulement, il se redépose pour une valeur à peine inférieure, alors que lorsque l'on est dans la classe des limons, une fois le grain en mouvement, il se déplace vers l'aval selon un régime quasi-permanent, sensiblement à la même vitesse que l'eau.

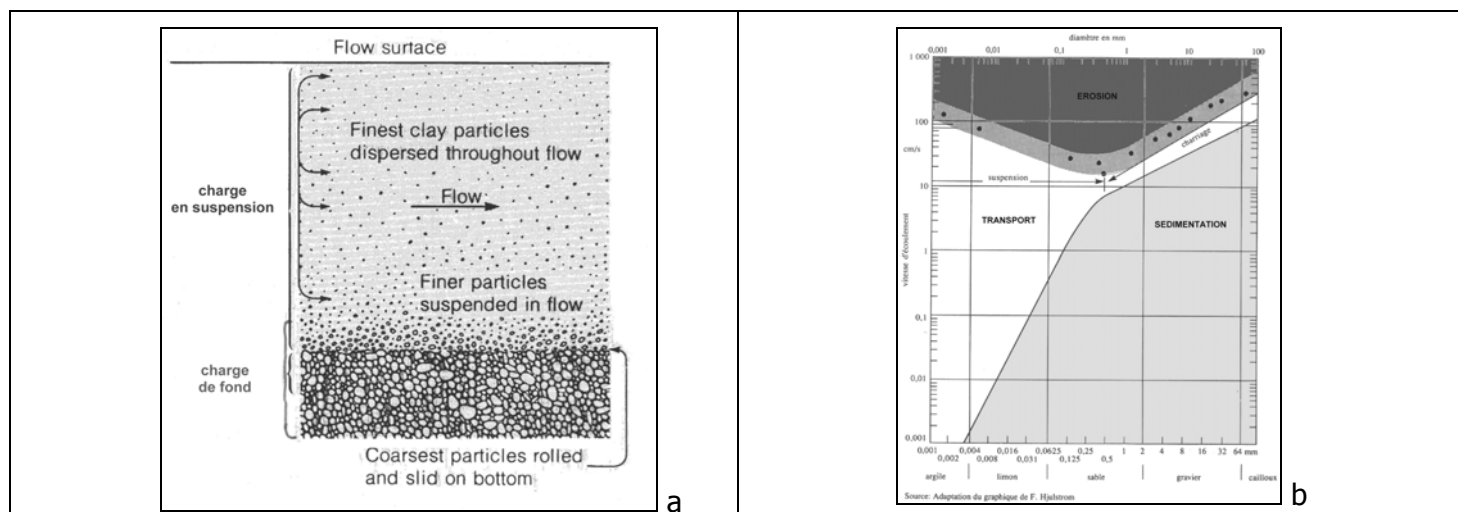


Figure 1

1.2. L'ÉQUILIBRE DYNAMIQUE

Il est aussi conceptuellement admis que les rivières sont des systèmes en équilibre régis par des entrées et des sorties permanentes d'eau (débit liquide Q) et de sédiments (débit solide Q_s).

Sauf sur les rivières à très faible puissance ou à fond et berges rocheux, **l'équilibre est dynamique** car fonction des quantités spatio-temporellement fluctuantes de puissance (produit pente \times débit) et de sédiments (taille et volume de matériaux disponibles au transport) (Figure 2).

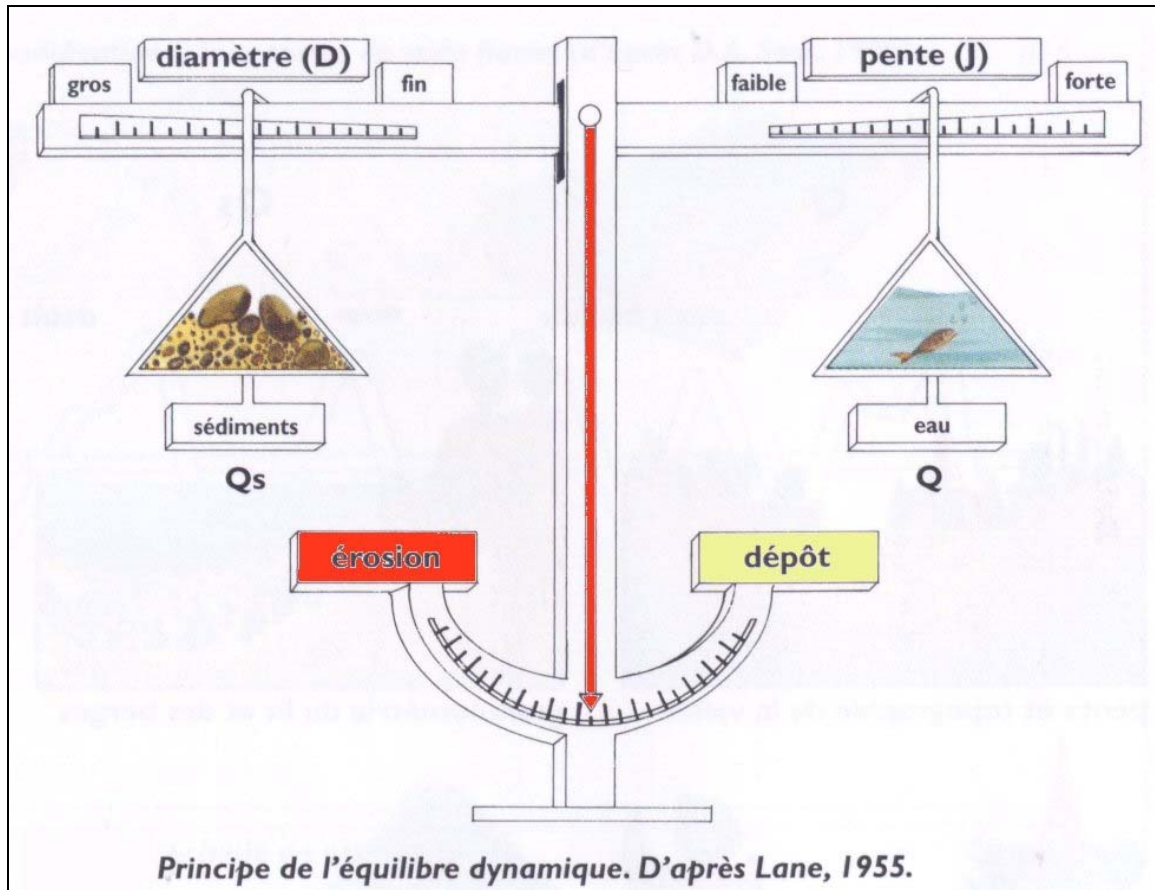


Figure 2

Le débit solide conditionnant l'équilibre dynamique est constitué par les sédiments grossiers transportés par charriage. La charge en suspension, se déplaçant sensiblement à la même vitesse que l'eau, ne joue qu'un rôle modéré dans l'équilibre géodynamique, sauf si elle est présente en très fortes quantités pouvant amener à des dépôts importants en lit mineur (Dépassement du seuil de saturation. Cas de certains cours d'eau normands sous l'effet d'apports importants de MES liés à l'érosion de terres agricoles).

Elle peut aussi, sous certaines conditions, être à l'origine de dépôts sédimentaires particuliers jouant un rôle sur la dynamique fluviale tels que les bourrelets de berges. Enfin, cette charge en suspension est à l'origine de la sédimentation fine en lit majeur et participe ainsi à son exhaussement et au colmatage des bras morts.

1.3. LES DEUX VARIABLES DE CONTROLE

1.3.1. LA PUISSANCE

C'est le produit pente x débit x poids volumique de l'eau. La puissance est fonction des conditions hydrologiques et de la morphologie générale (pente et forme de la vallée) et locale (style fluvial) du cours d'eau. Sa variabilité est donc à la fois spatiale (morphologie différente selon les tronçons de rivière) et temporelle (notamment sur le court terme par le biais des crues).

- la puissance (Ω) est calculée comme suit : $\Omega = \gamma QJ$ (en watt/m)
- la puissance spécifique (ω) est calculée comme suit : $\omega = \Omega/l$ (en watt/m²)

où γ est le poids volumique de l'eau (9810 N/m³), Q le débit (m³/s), J la pente de la ligne d'énergie en m/m, l la largeur du lit pour le débit utilisé (m)

1.3.2. LA CHARGE DE FOND ET SON ORIGINE

Si les concepts de puissance sont assez bien définis, il n'en va pas de même pour ceux liés à la charge solide, deuxième variable majeure de l'équilibre géodynamique. NB : nous ne développerons ici que les processus liés au charriage, donc à la production de la charge solide dite « de fond » ou *bed load*.

1.3.2.1. APPORTS EXTERNES

♦ Production primaire

Il s'agit de la production de sédiments grossiers qui arrive quasi-directement au cours d'eau (moraines, cônes d'éboulis ou d'avalanche, glissements de terrain, torrents de versant).

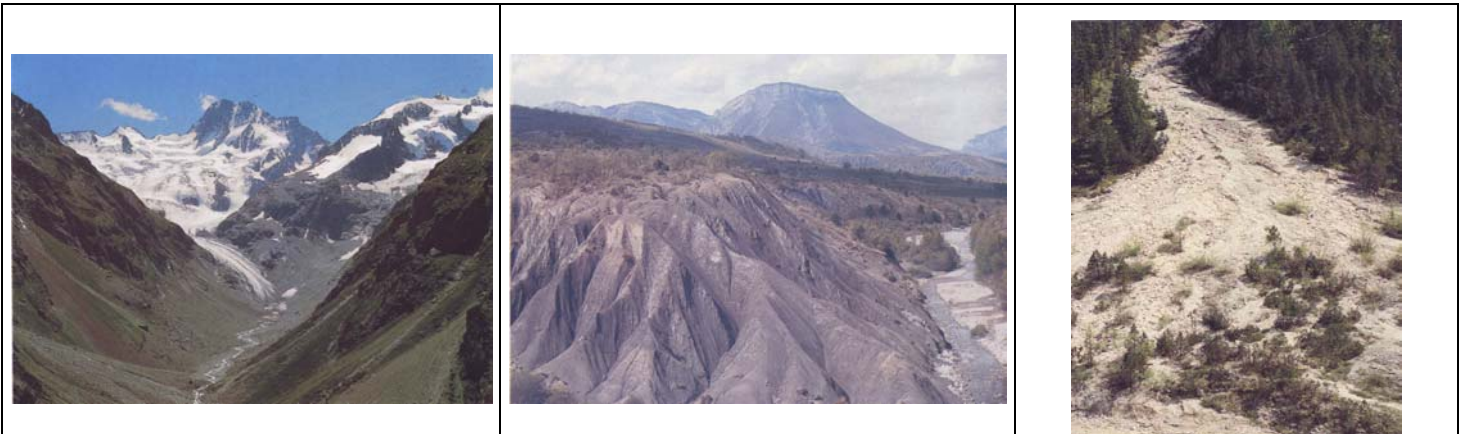


planche photo 1

Ce type de production primaire ne se rencontre que dans des conditions particulières : têtes de bassins montagnards non ou peu végétalisés. NB : Ces sources de production primaires se tarissent de plus en plus

sous l'effet de changements climatiques et d'aménagements (stabilisation des pentes par des plantations, seuils, plages de dépôt torrentiel etc.)

◆ Production secondaire

Il s'agit des apports des affluents, constitués eux-mêmes d'apports externes et internes.

1.3.2.2. APPORTS INTERNES

Conceptuellement, les apports internes sont ceux « produits » par le cours d'eau lui-même. On parlera aussi de « stock alluvial interne ». Il se présente sous deux formes : le stock disponible dans le lit mineur lui-même (macroformes et fond du lit), le stock du lit majeur et des terrasses, injecté progressivement dans le cours d'eau par les processus d'érosion latérale.

◆ Stock en lit mineur

Là aussi, deux sous-types peuvent être distingués : Les macroformes alluviales et le fond du lit mineur. La Figure 3 présente sensiblement le même concept, les macroformes étant dénommées *bed load layer* et le fond *surface layer + substrate layer*.

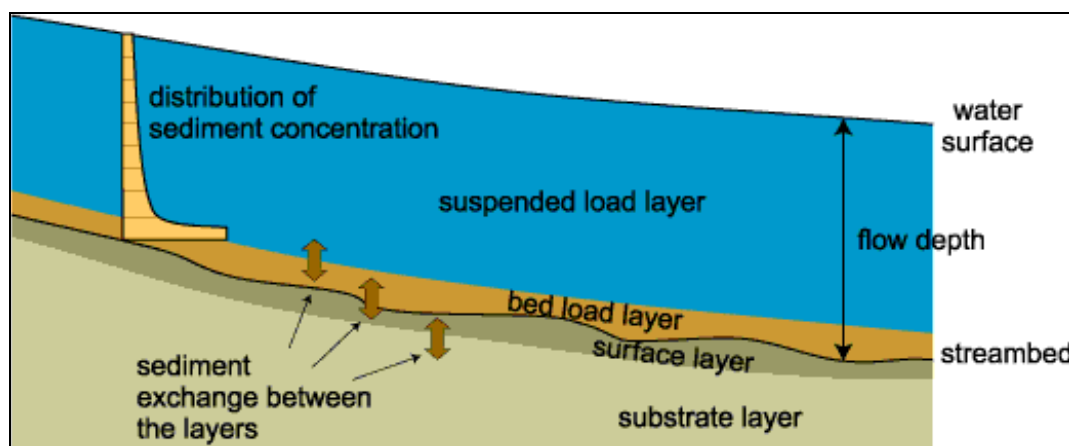


Figure 3 : concepts de couche alluviale mobile

➤ Les macroformes alluviales

Il s'agit des masses sédimentaires en transit, sur lesquelles nous reviendrons par la suite (cf § modes de propagation de la charge de fond). Ce sont des volumes importants de sédiments transportés par charriage, qui migrent plus ou moins vite vers l'aval et que l'on peut facilement localiser car il s'agit d'entités discrètes présentant une forme tridimensionnelle particulière (terminologie : bancs et dunes).

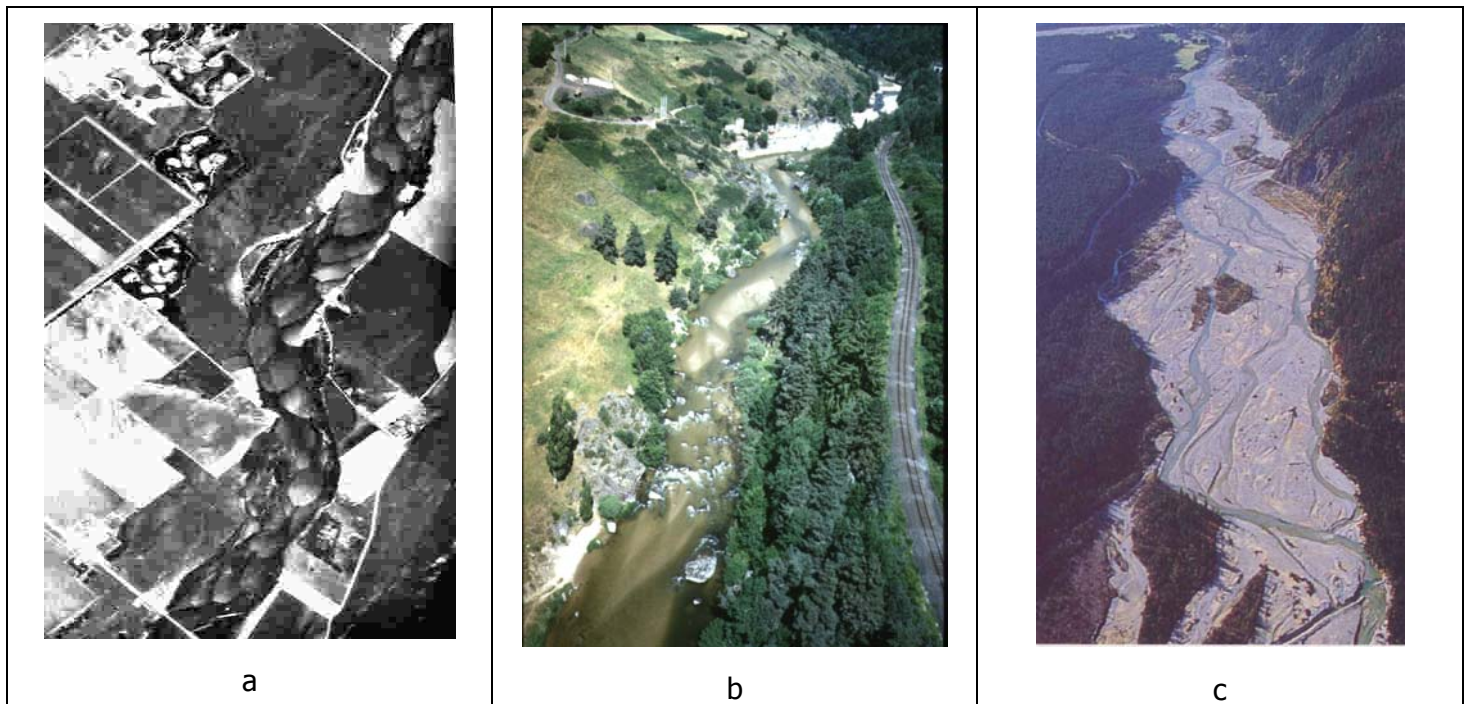


planche photo 2

Leur quantité, leur forme, leur répartition spatiale sont fonction de la quantité des apports externes et internes. Lorsque ces apports sont très importants, le lit mineur peut n'être constitué que d'une succession de macroformes (planche photo 2). Si les quantités augmentent encore et que les berges sont très érodables, un tressage peut se développer ((planche photo 2 c). **Ces macroformes constituent l'essentiel du débit solide observable et mesurable** (cf § les mesures du transport solide). Elles peuvent transiter intégralement, sans échange de matière avec le fond, notamment lorsque le fond est protégé par une « armure » granulométrique ou par un tapis végétal (exemples planche photo 3). Elle peuvent se stocker en partie, le « déficit » lié au stockage étant comblé par la reprise locale de matériaux sur des macroformes préexistantes, sur le fond voire sur les berges (concept de substitution de charge).



planche photo 3 : fronts de dunes actives sur la Loire sableuse (gauche) et sur le Doubs graveleux (droite) ; Elles migrent sans reprise du stock situé en aval et protégé par un tapis végétal.

➤ Le fond du lit

En dehors des macroformes, qui sont à la fois des unités de stockage et des formes de transport des alluvions fluviales, une partie de la charge de fond peut être mobilisée directement sur le fond du lit mineur, si celui-ci est alluvial et s'il n'y a pas de **pavage**. Si ce prélèvement sur le fond n'est pas compensé par un apport de l'amont, il y a alors **incision** du lit mineur. Si ce processus se pérennise (par exemple, suite à la mise en place d'un barrage ou au piégeage des apports amonts dans une ancienne fosse d'extraction), le déséquilibre initialement temporaire se transforme en déséquilibre à long terme.

NB : De nombreuses expériences en laboratoire montrent cependant qu'il peut y avoir un transport solide à l'équilibre même sans présence de macroformes : il s'agit du transport sur fond plat (plane bed, Figure 4) mais qui est un mode relativement peu fréquent (lorsque l'écoulement devient torrentiel et pour des sédiments sableux fins ($D < 0.4 \text{ mm}$)).

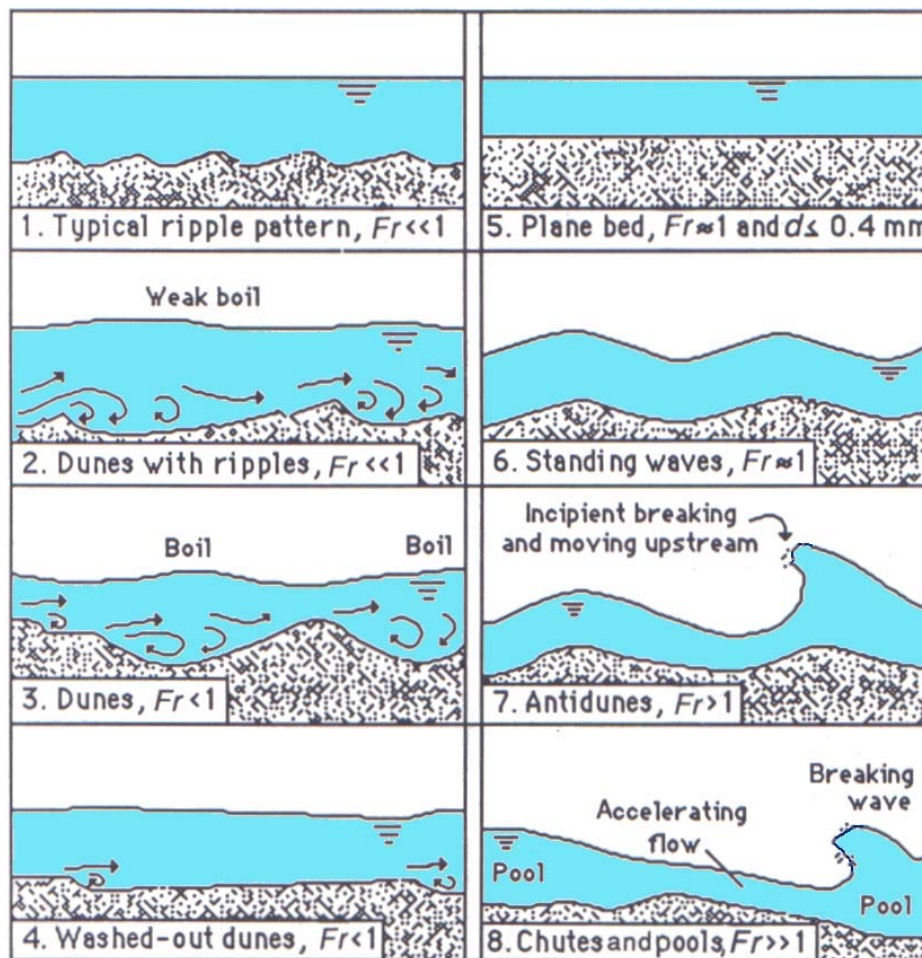


Figure 7.14. Progressive changes in bedform shape. Adapted from Simons and Richardson (1961), by permission of the American Society of Civil Engineers.
 Fr = Froude number

Figure 4

◆ Stock du lit majeur et des terrasses

Sous nos latitudes, l'essentiel du stock alluvial grossier potentiellement disponible au transport se trouve aujourd'hui dans les terrasses des fonds de vallée. Seules les têtes de bassin des rivières de montagne disposent encore d'apports solides importants provenant d'une production « primaire ».

Les terrasses sont constituées d'énormes volumes d'alluvions déposées par les grands cours d'eau du quaternaire glaciaire et que l'on identifie généralement sur les cartes géologiques du BRGM par les codes Fz (plaine alluviale holocène), Fyz et Fy (terrasses du Würm). Les terrasses plus anciennes peuvent aussi constituer un stock disponible si elles sont suffisamment proches du lit mineur actif et peuvent donc être soumises aux processus d'érosion latérale.

En effet, l'injection dans le cours d'eau de ce stock alluvial « fossile » se fait par le biais des **processus d'érosion latérale**.

1.4. L'ÉROSION LATÉRALE ET LE MEANDRAGE

1.4.1. UN PROCESSUS INDEPENDANT DE L'ÉQUILIBRE SEDIMENTAIRE

Toute rivière possède une capacité érosive liée à sa puissance. Même en l'absence de déficit sédimentaire et sauf en cas de parois rocheuses, une rivière érodera ses berges sous l'effet de plusieurs processus.

Deux « théories » différentes tentent d'expliquer ces phénomènes.

1.4.1.1. THEORIE DERIVEE DE LA MECANIQUE DES FLUIDES

Pour les tenants de cette approche, les processus à l'origine de l'érosion latérale (et par suite, de la sinuosité des rivières) sont liés à des **macro-turbulences** (burst) à longueur d'onde constante inhérentes à tout fluide en mouvement (Naviers-Stokes, Yalin, etc).

S'il y a une charge solide grossière importante, ces bursts génèrent des « bancs alternés » qui accélèrent le processus d'érosion de la rive opposée et se traduisent, à l'équilibre, par un style fluvial sinueux ou méandrique. Si la quantité de sédiments est très importante et les berges très érodables, le style fluvial final d'équilibre est le tressage.

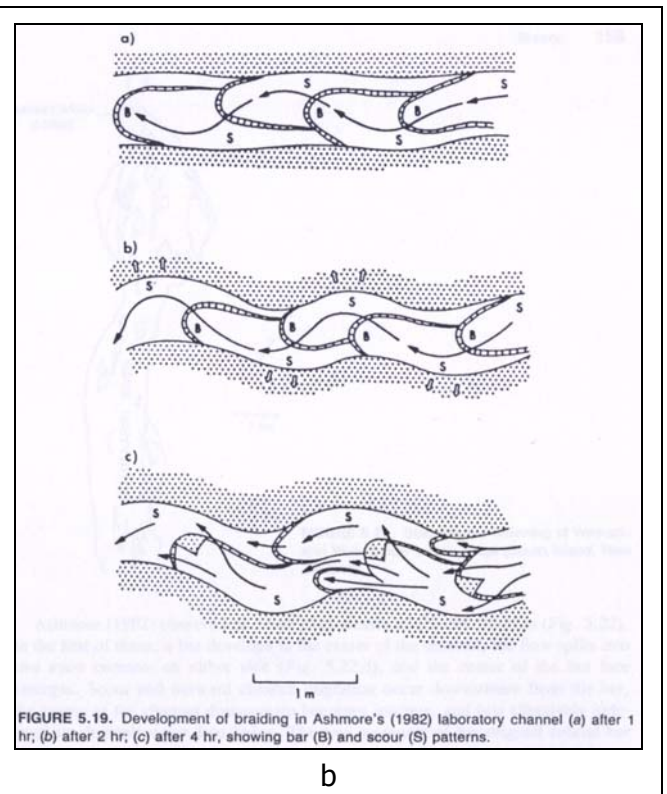
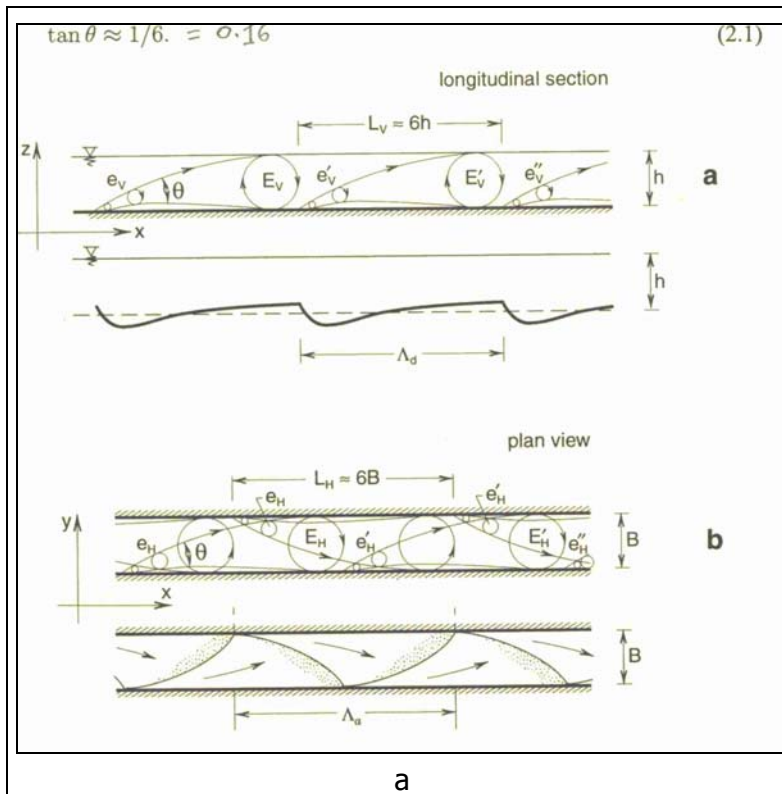


Figure 5 : le développement des bancs alternés sous l'effet des macro-turbulences (Yalin (a) et Ashmore (b))

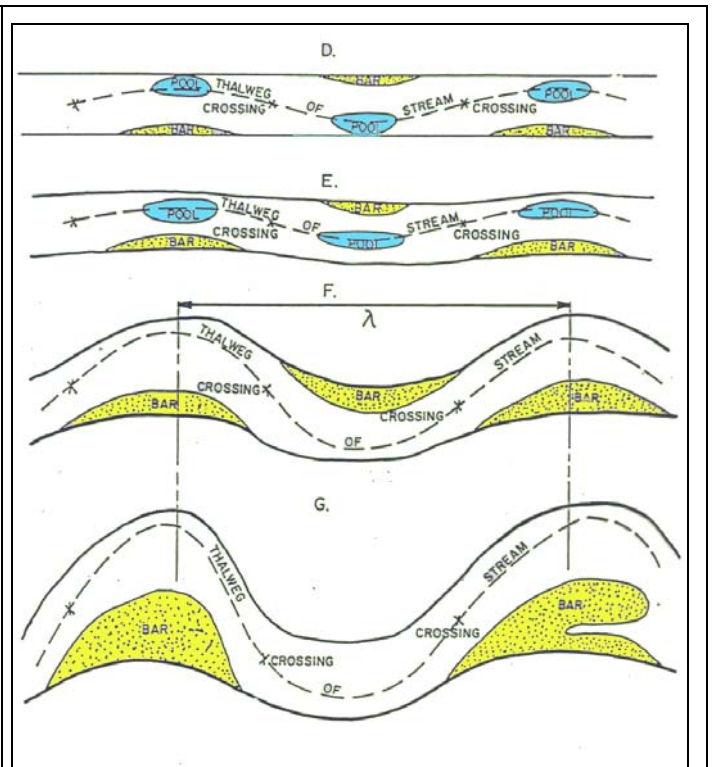
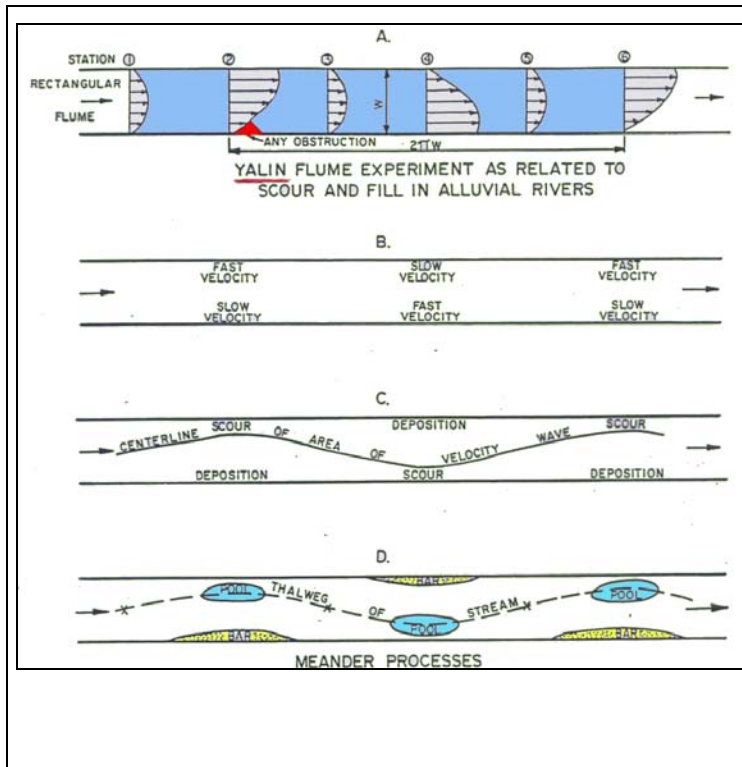


Figure 6 : transformation progressive des bancs alternés en méandres sous l'effet de l'augmentation de l'érosion liée à la présence des bancs

1.4.1.2. THEORIE DERIVEE DE LA MECANIQUE DES SOLIDES

Pour cette autre « école », l'érosion latérale (et à terme le méandrage des rivières) est due à un phénomène de « compression » relevant de la mécanique des solides (« écrasement » sur un obstacle résistant).

Les processus en présence sont ici deux « forces » antagonistes : la puissance du cours d'eau (pente x débit) freinée par la rugosité naturelle du lit majeur (par exemple la cohésion de ses berges) ou un éventuel obstacle (pont, digue etc.).

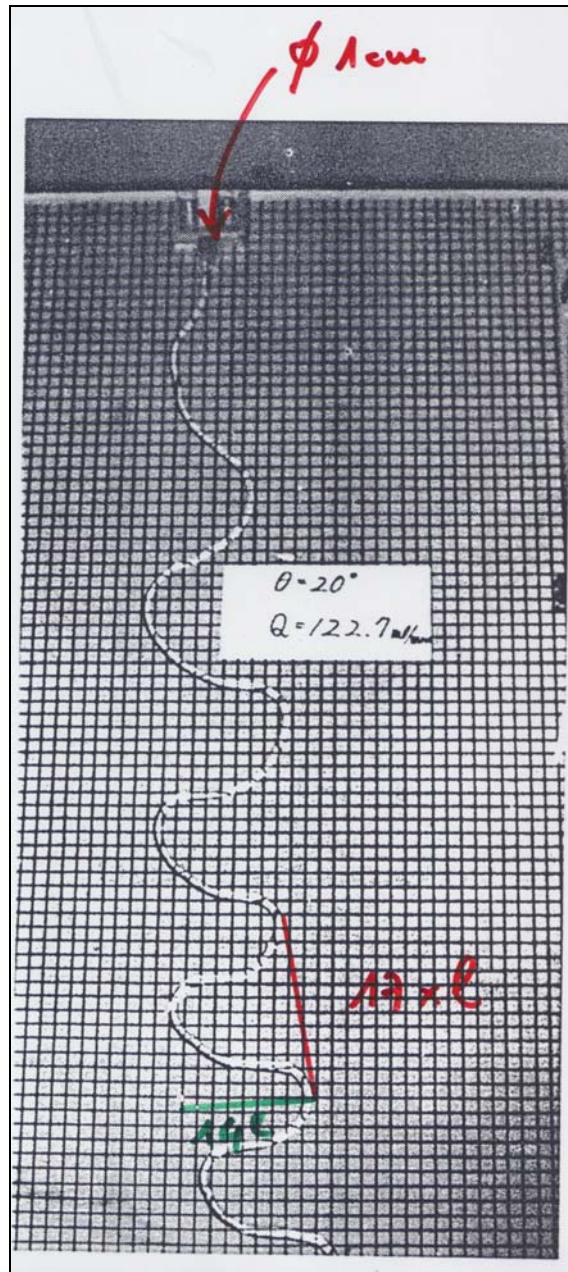


Figure 7 : Un filet d'eau coule à la surface d'une plaque de verre lisse. Il n'y a pas de turbulence (tension superficielle). Le trajet est méandrique sous l'effet de la compression (produit pente x débit / rugosité de la plaque).

Notons que dans les 2 « théories » il s'agit de processus de dissipation d'énergie (par turbulence ou « compression »).

Toute rivière érode donc ses berges :

- lentement si le rapport puissance spécifique/cohésion des berges (f(granulométrie+végétation+stratification)) est faible. Elle développe d'ailleurs dans ces conditions un modèle très méandrique (Van den Berg, 1995, Figure 8).
- rapidement si ce rapport est fort :
 - Dans ce cas, si la charge sédimentaire est forte (supérieure à la capacité de charriage maximale que pourrait avoir la rivière en adoptant la pente de la vallée) on a du tressage (lit moyen rectiligne ou peu sinueux et très large)
 - Si elle est modérée, on a une sinuosité active (pas de méandrage « vrai » car coef. de sinuosité (S_i) < 1.5) et des sinuosités glissantes (translation) à recoupement fréquent par déversement.

Le processus d'érosion de berges (et la sinuosité du lit qui en découle) est donc un processus géodynamique **qui n'est pas dû initialement au rapport capacité de charriage/charge disponible.**

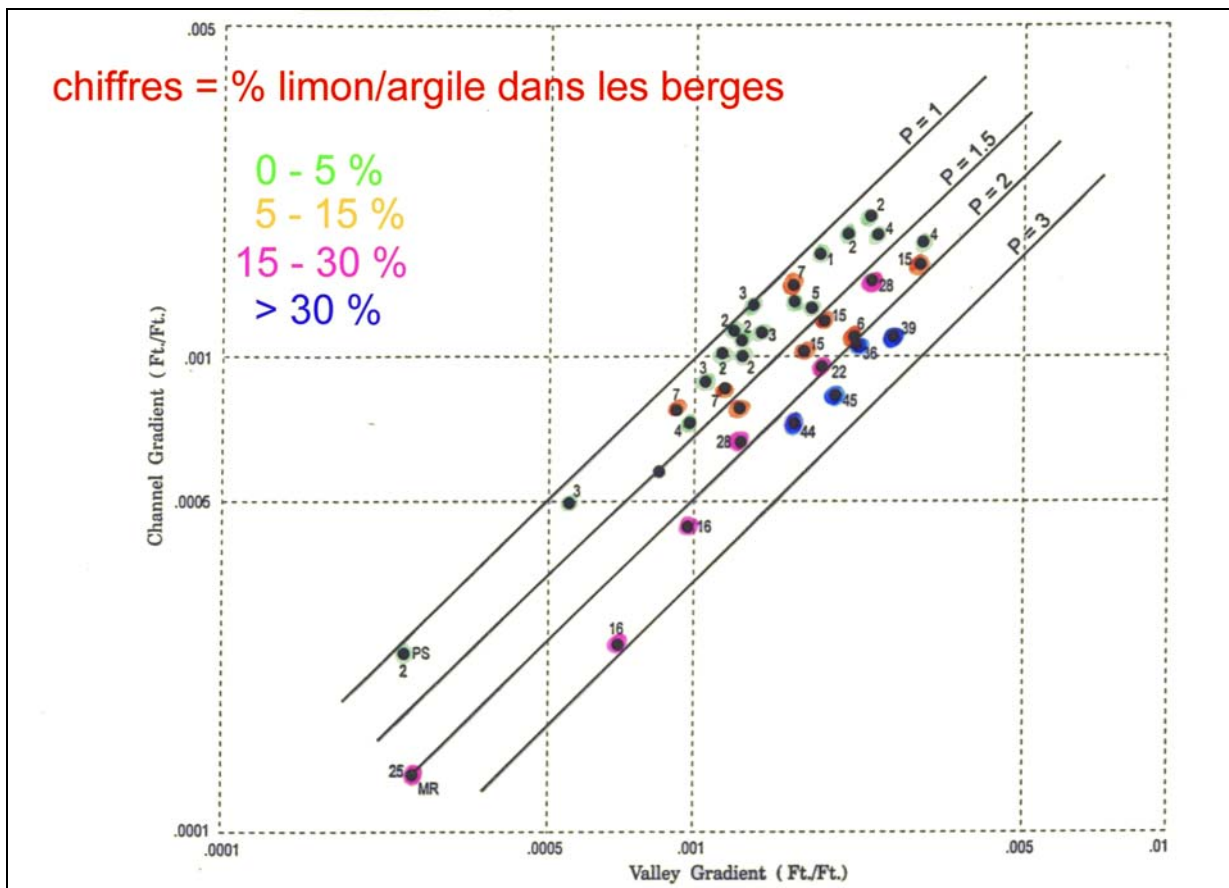


Figure 8 : (Van den Berg, 1995). Plus les berges sont cohésives, plus le coefficient de sinuosité est important (jusqu'à 3 sur cette figure). On retrouve l'effet « compression » : plus l'encaissant est résistant à la translation rectiligne de la masse d'eau, plus la rivière méandre.

1.4.2. EFFET DE L'ÉQUILIBRE SEDIMENTAIRE

Si une rivière sinueuse à dynamique active (où le rapport puissance/cohésion des berges est fort) est déficitaire en sédiments grossiers (modification de l'occupation des sols du bassin versant, implantation de barrages, extractions, etc) :

- Il peut y avoir augmentation des taux d'érosion latérale sous l'effet de l'incision du lit par apparition d'un horizon plus « fragile » en pied de berge, favorisant l'érosion latérale
- Il peut y avoir aussi réduction des taux car, indépendamment des processus « initiaux » (turbulence ou compression) l'un des « moteurs auxiliaires » de l'érosion latérale est la présence de bancs alluviaux qui augmentent le potentiel érosif à leur niveau par concentration de l'écoulement sur la rive opposée (revoir Figure 6) :
 - En concavité s'il s'agit de bancs de convexité
 - De part et d'autre s'il s'agit de bancs médians

Si ces bancs disparaissent ou « maigrissent » sous l'effet du déficit naturel ou d'extractions, ce moteur auxiliaire s'éteint et l'érosion latérale diminue (exemple du Doubs aval, Malavoi, 2003).

1.5. LA PROPAGATION DE LA CHARGE DE FOND

Une fois injectée dans le cours d'eau, la charge de fond se propage plus ou moins rapidement en fonction des conditions géomorphologiques locales (changements de pente, élargissement du lit, ouvrages modifiant les conditions d'écoulement, etc.) et des débits capables de la mobiliser.

1.5.1. FORMES DE PROPAGATION DE LA CHARGE DE FOND

La forme la plus fréquente que revêt le transport par charriage est une **macroforme sédimentaire** que l'on nomme **banc** ou **dune**¹.

Elle a une forme tridimensionnelle caractéristique que l'on peut donc identifier, localiser et dont on peut dessiner les contours et les volumes. On observe généralement une contre-pente vers l'amont et une face aval active (front de progradation ou « face d'avalanche ») à pente forte, proche de la pente d'équilibre des matériaux granulaires (40-45°).

Rappelons qu'il existe cependant un type de propagation sur fond plat (*plane bed*) lorsque l'écoulement devient torrentiel ($Fr \geq 1$, Figure 4) sur les cours d'eau sableux.

¹ il existe actuellement un flou terminologique autour de ces deux termes. Pour certains auteurs (Yalin notamment) les dunes sont des macroformes de taille et longueur d'onde proportionnelles à la profondeur tandis que les bancs (bars) sont de taille et de longueur d'onde proportionnelles à la largeur à pleins bords. Les macroturbulences à l'origine des dunes seraient des vortex ou burst à axe horizontal (revoir fig. 4.a.a, tandis que ceux générant les bancs seraient à axe vertical (comme de mini-tornades, fig. 4.a.b.)).

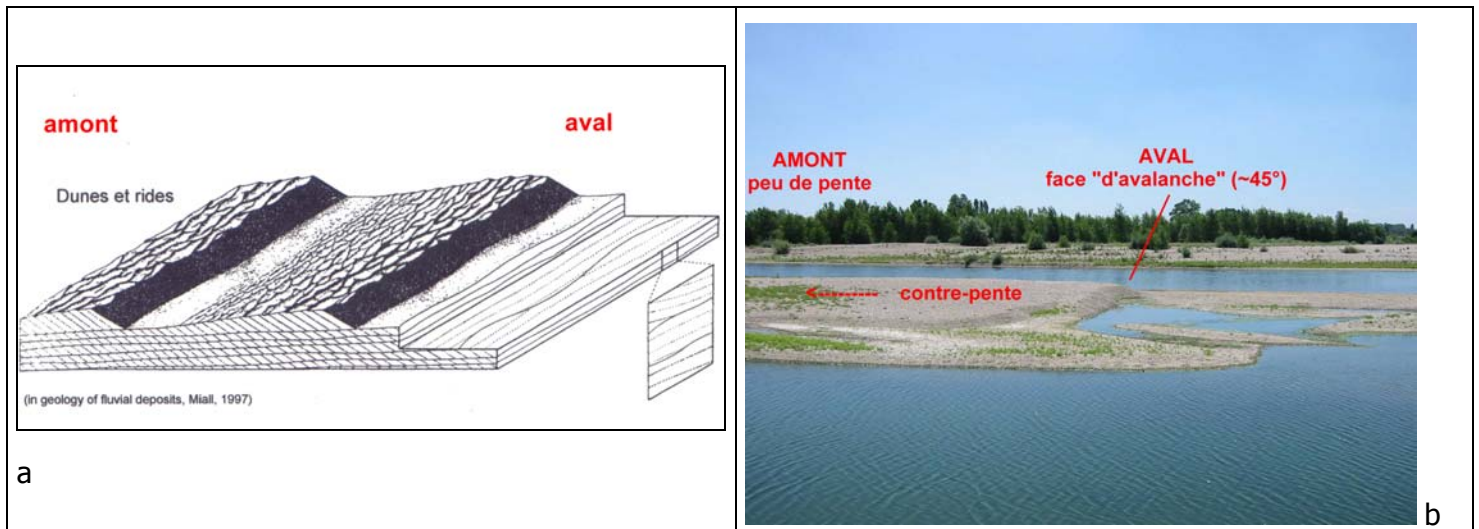


planche photo 4 : exemples de dunes/bancs

Si la charge solide est importante (en volume) les macroformes peuvent être jointives, le « front » de chaque dune progressant sur la « queue » de dune le précédent, elle-même se propageant vers l'aval, etc. (ex : planches photo 2 et 5a, figures 4 a et b). S'il y a peu de sédiments en transit, les macroformes migrent de façon isolée et sont d'autant plus facile à localiser et à mesurer (exemple planche photo 6b). Il existe bien sûr toutes les situations intermédiaires entre ces extrêmes.

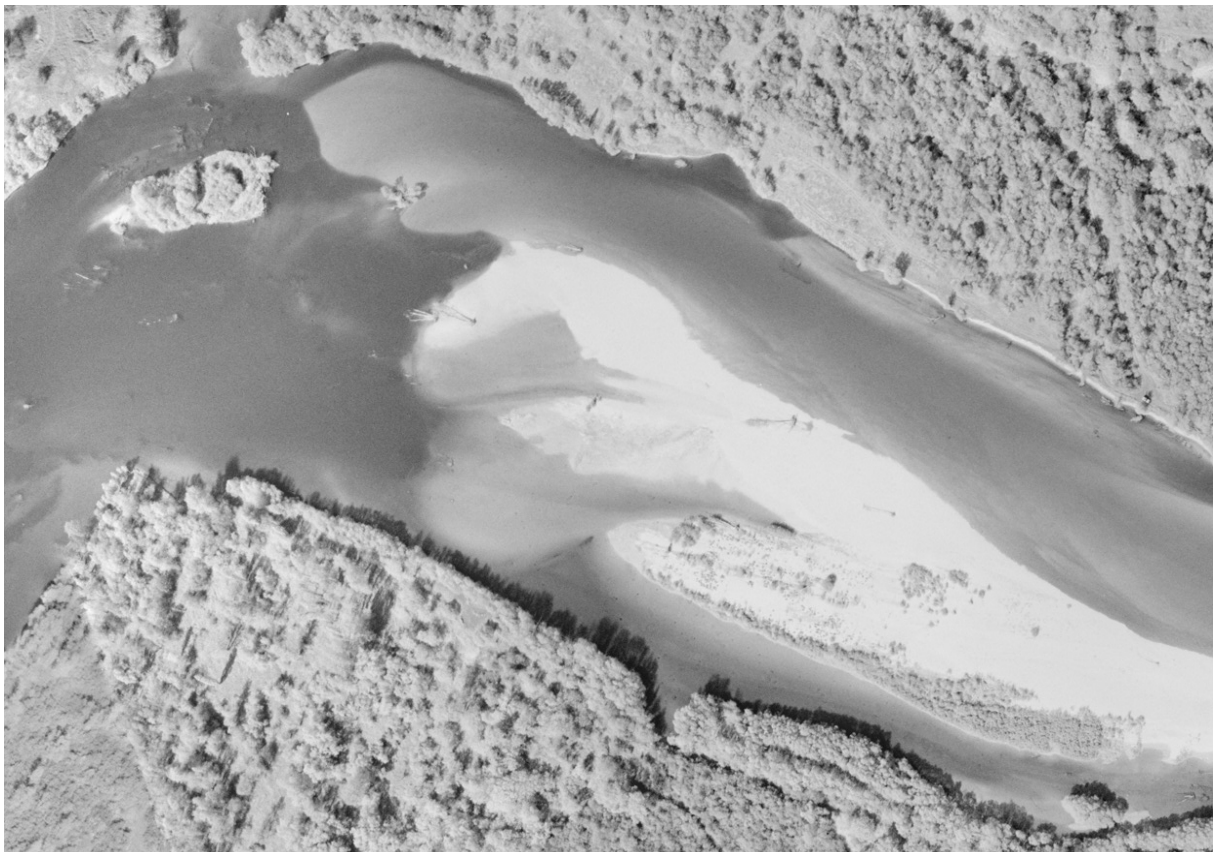


planche photo 5 : macro-dune en migration sur le Doubs, au travers d'une ancienne fosse d'extraction (pseudo-delta).

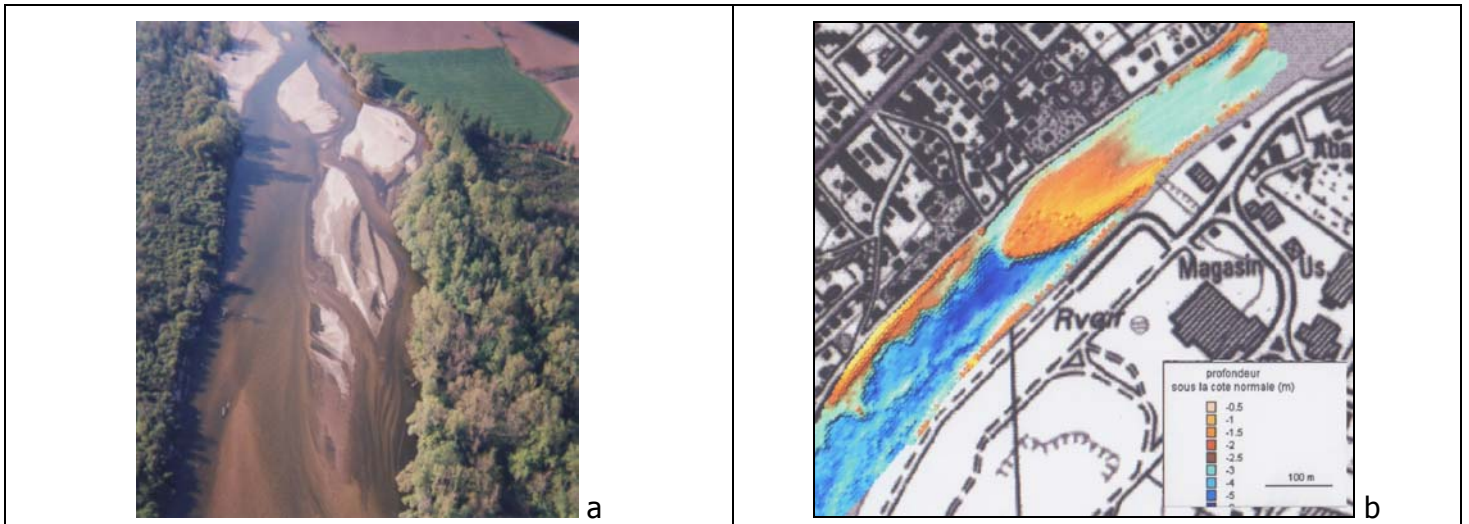


planche photo 6a : l'Allier, champ de dunes. photo 6b : dune graveleuse isolée en migration dans le lit mineur du Doubs en aval immédiat de Dole (mesures bathymétriques).

NB : les **rides** sont des microformes sédimentaires se déplaçant lentement à la surface des **macroformes sableuses** sous l'impulsion de courants à faibles vitesses.



planche photo 7

1.5.2. MODE DE PROPAGATION DE LA CHARGE DE FOND

Le principe théorique de migration des macroformes (dunes ou bancs) est présenté sur la Figure 9.

Dans un contexte d'équilibre dynamique, la dune se propage vers l'aval par érosion de son talus amont, migration des grains ainsi érodés sur « le dos » de la forme puis glissement de ceux-ci en « avalanche » sur le front raide situé en aval.

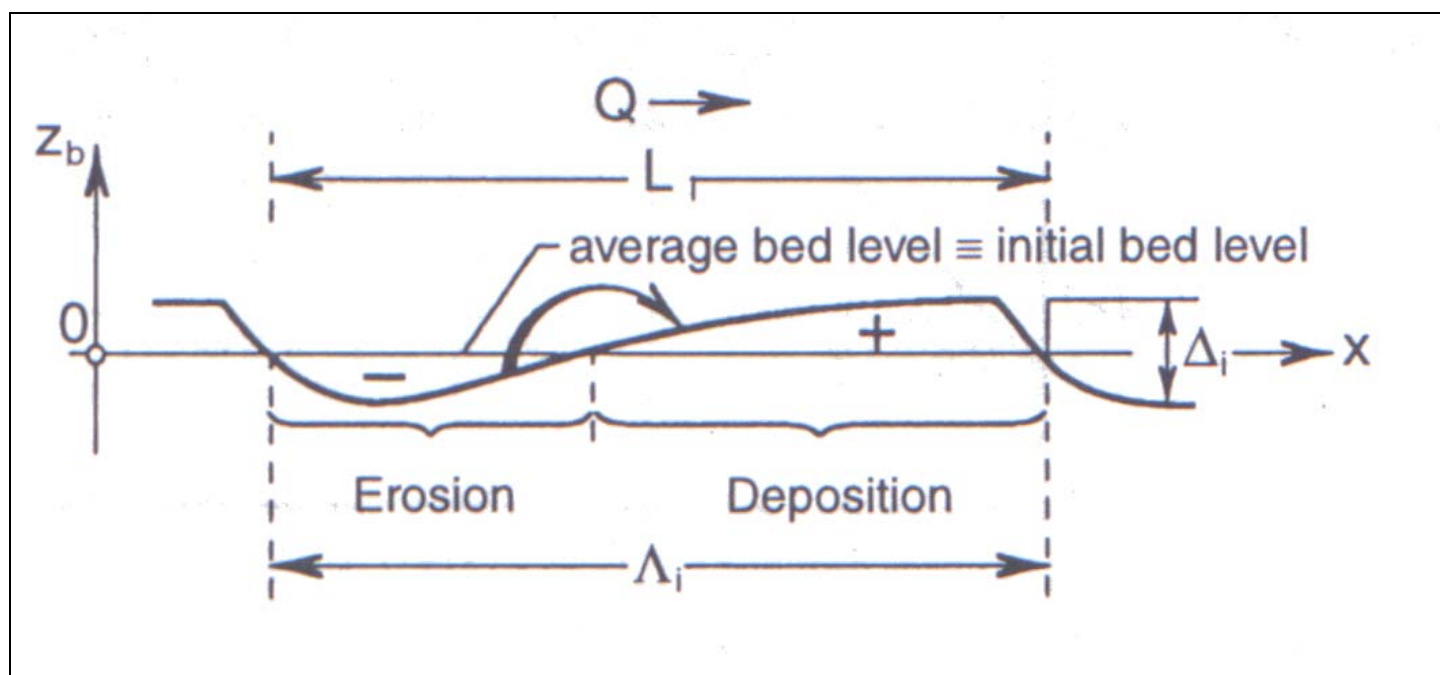


Figure 9 : propagation théorique d'une dune (Yalin, 2001).

Ce fonctionnement est théorique car on observe parfois une érosion sur la partie sommitale de la dune (où est noté ici un signe +) (Malavoi, 2003).

1.5.3. FRACTIONNEMENT DE LA CHARGE DE FOND

Même s'il est couramment admis que lors des crues le transport solide par charriage concerne une grande partie de « l'éventail » sédimentaire disponible au transport, on sait que selon le débit liquide, les courbes granulométriques des matériaux transportés sont différentes (on parle de « compétence » de l'écoulement, liée à la force tractrice (τ)).

Ce phénomène est bien illustré par la Figure 10. On y voit ainsi que plus le débit (donc la force tractrice) augmente, plus la taille moyenne des matériaux transportés augmente ($D_{50} = 1 \text{ mm}$ à $0.3 \text{ m}^3/\text{s}$ et 50 mm à $4 \text{ m}^3/\text{s}$). L'étendue granulométrique augmente pour les mêmes raisons (plus de classes de tailles sont en mouvement).

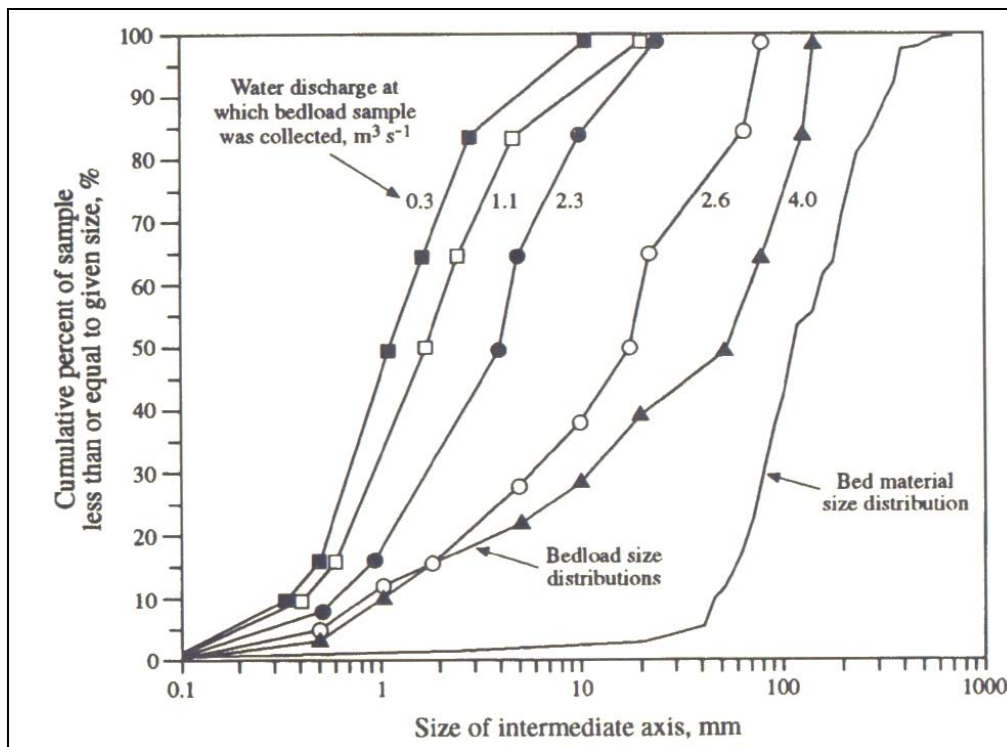


Figure 10

Ceci explique aussi pourquoi, en fonction des crues et des conditions géomorphologiques locales, la granulométrie des macroformes peut être différente (dans l'espace et dans le temps). On peut ainsi observer des macroformes constituées de sables et graviers en train de migrer sur des macroformes constituées de galets (en surface) : la crue précédente a eu une « compétence » suffisante pour transporter des graviers (venant de l'amont, des berges, des affluents etc.) mais insuffisante pour briser **l'armure** de galets de la macroforme sous-jacente.

1.5.4. VITESSE DE PROPAGATION DE LA CHARGE DE FOND

Il est très difficile de mesurer, et plus encore de prédire, la vitesse de propagation de la charge alluviale de fond. Quelques données, telles que celles présentées dans le Tableau 1, ont été publiées dans des journaux scientifiques ou des rapports de bureaux d'étude. Le problème est qu'il s'agit généralement de mesures de vitesses de particules élémentaires alors qu'il importe plus, en matière de gestion des sédiments, de connaître la vitesse de propagation des macroformes.

Tableau 1

rivière	classe granulométriques	conditions de Q	durée Q	distance parcourue	auteur	année
Agly	galets	Q1.5an	1.30 h	120 m	BRL	1988
Agly	galets	Q2.4an	5 h	310 m	BRL	1988
Verdouble	galets	plusieurs crues dont Q5, Q2, Q4		850 m	Anguenot	1972
				maxi 1800 m		
				en moyenne 10 km/siècle		
Ardennes	30 à 80 mm			en moyenne 3 km/siècle	Petit	1997
Hérault	galets			20 km/siècle	Tricart et Vogt	1967
Isère	galets			10 km/siècle	Salvador	1991

Nous avons pu obtenir quelques données sur la vitesse de propagation de macroformes sédimentaires à partir de réinterprétation de données anciennes (données de Babonaux, 1970) ou de mesures récentes sur la Vienne suite à la destruction du barrage de Maisons Rouges (Malavoi, 1999, 2000, 2002, 2004).

1.5.4.1. DONNEES DE BABONAUX

Lors de son étude générale de la Loire, Y. Babonaux a mesuré à l'échosondeur la vitesse de déplacement des « grèves ». Nous avons repris les mesures observées pour en tirer des informations sur les vitesses moyennes de propagation des dunes.

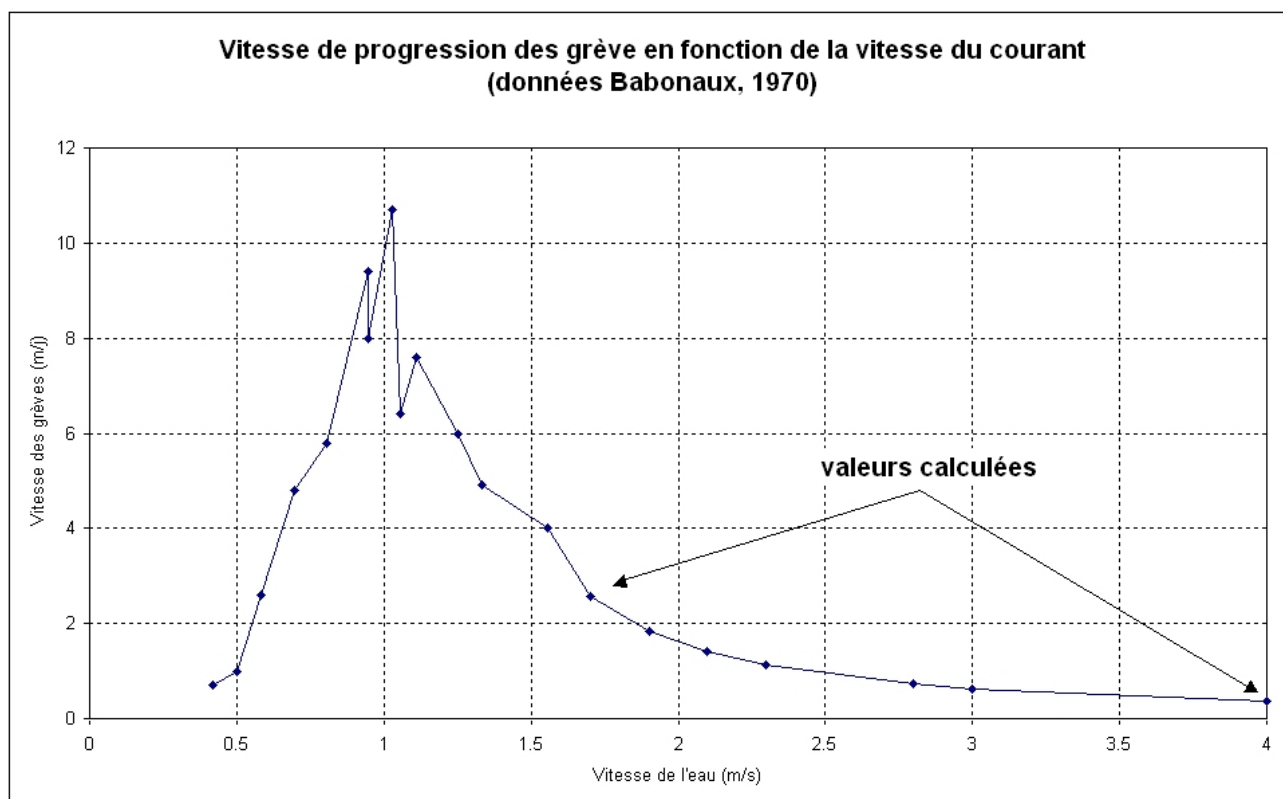


Figure 11

La figure 10 présente sous forme graphique les données mesurées par Babonaux. Les valeurs au delà de 1.5 m/s ont été calculées. On observe une augmentation rapide de la vitesse journalière des grèves en fonction de la vitesse moyenne de l'eau, passant de 1m/jour sous 0.5 m/s à 11 m/jour sous 1m/s. Puis une décroissance de cette vitesse à partir de 1 m/s de vitesse d'écoulement (saturation de la capacité de charriage ?). Nous avons donc, sur la base d'une section « moyenne » de Loire trapézoïdale, déterminé une courbe vitesse/débit (Figure 12), puis sur cette base, une courbe annuelle des « vitesses classées » et par intégration, une vitesse moyenne annuelle des dunes.

La valeur obtenue est de **1.9 km/an.**

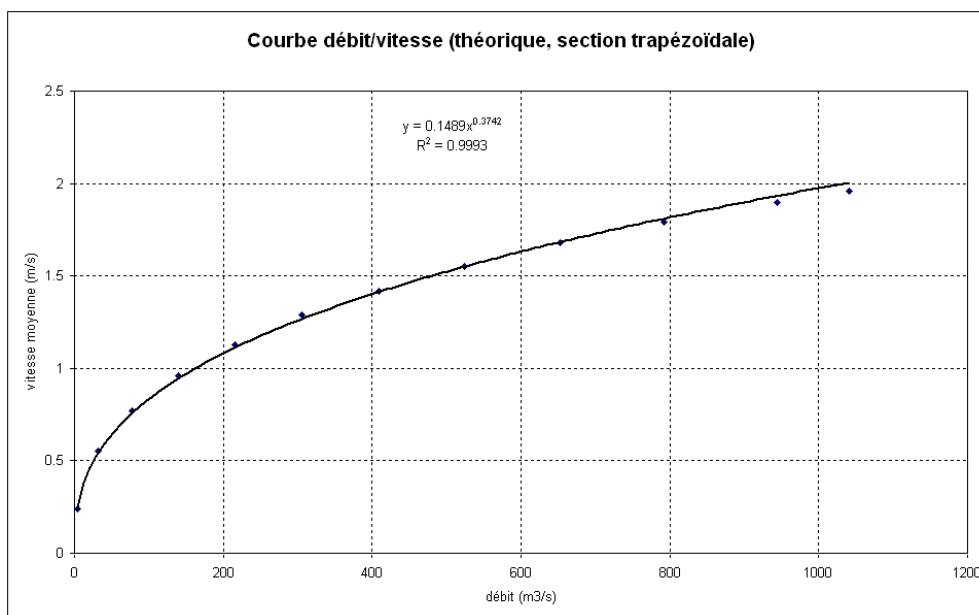


Figure 12

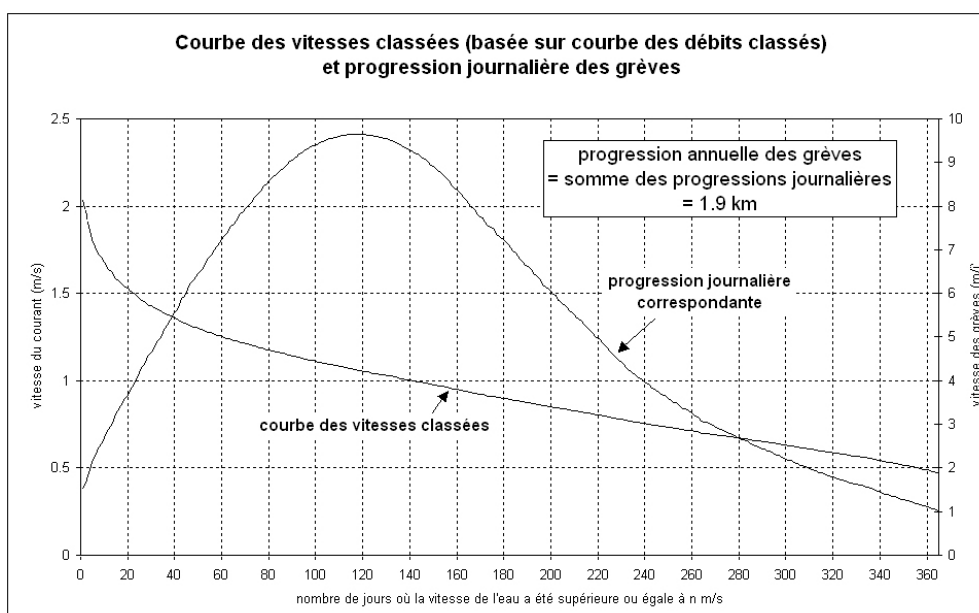


Figure 13

1.5.4.2. SUIVI DE LA PROPAGATION DES SEDIMENTS DE MAISONS-ROUGES

Entre 1999 et 2002, une grande partie de la masse sédimentaire sableuse contenue derrière le barrage de Maisons-Rouges détruit en juin 1998 s'est propagée sous forme de dunes sur environ 8 km, ce qui donne une **vitesse « moyenne » de propagation** de l'ordre de **2.7 km/an**.

1.5.5. STOCKAGE TEMPORAIRE DE LA CHARGE DE FOND

La charge de fond en transit peut être plus ou moins longuement stockée lors de son transit vers l'aval. Le concept général est présenté sur la Figure 14.

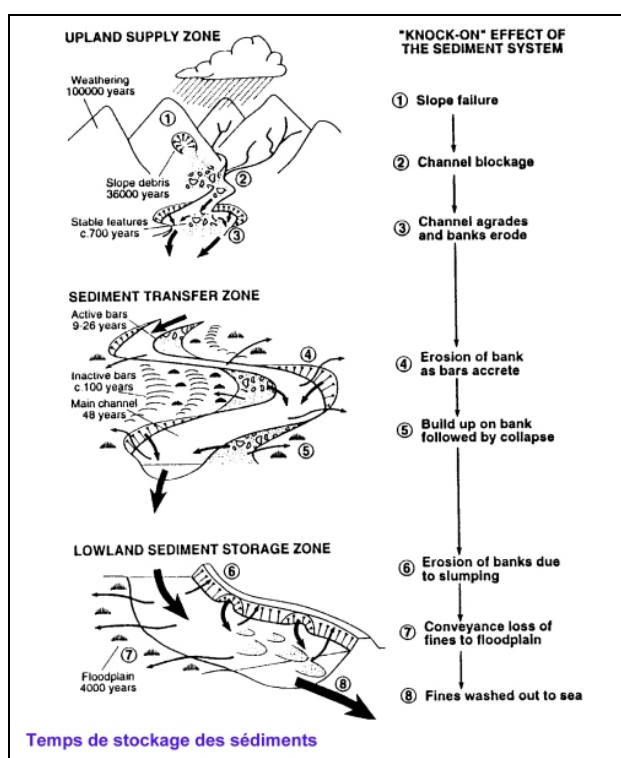


Figure 14

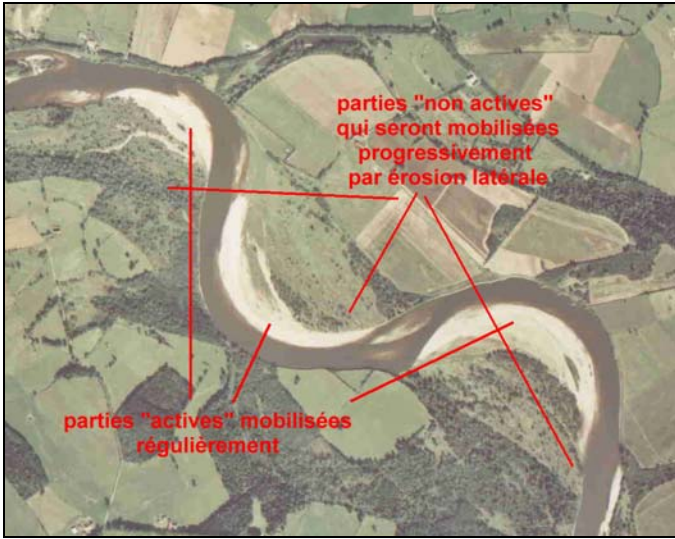
1.5.5.1. LE STOCKAGE « NATUREL »

Le cas le plus évident de stockage naturel des alluvions en transit est celui des bancs et dunes et particulièrement des bancs de convexité (*active* et *inactives bars* de la Figure 14).

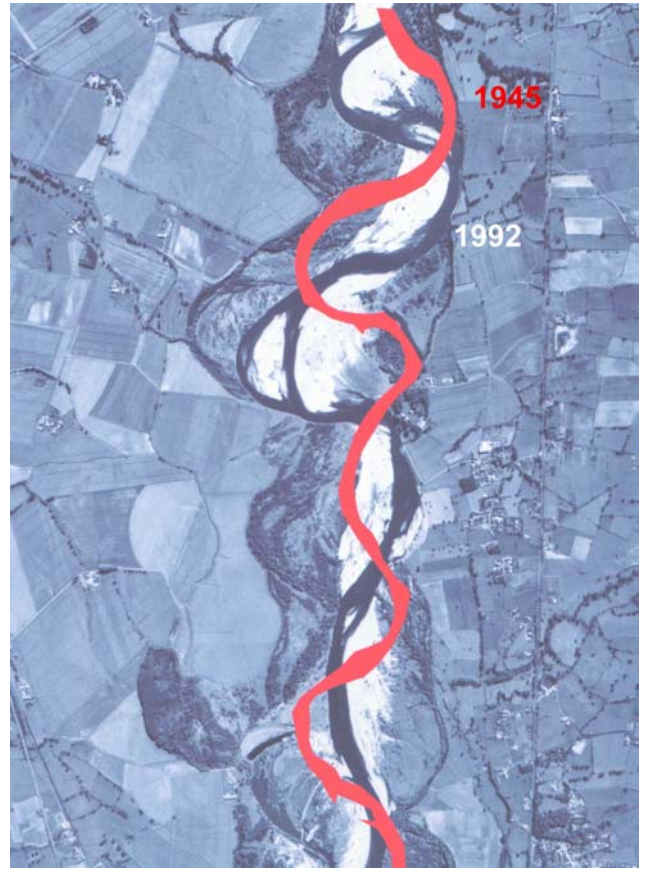
Sur la partie active des bancs, le stockage n'est que temporaire (quelques mois ou années) et les matériaux sont fréquemment remaniés et emportés vers l'aval par les processus de transport solides évoqués ci-dessus. Sur la partie interne des bancs, la végétation se développe progressivement, au fur et à mesure que la berge concave opposée s'érode et que le méandre migre. Cette végétalisation bloque les processus de simple « transport solide » et les sédiments végétalisés sont bloqués (quelques années à quelques dizaines d'années) jusqu'à ce que le méandre situé en amont translate vers l'aval et reprenne, par érosion latérale, les matériaux stockés (planche photo 8a) ou qu'il se recoupe (recoupement par déversement).

Notons que plus la rivière est active, moins le stockage est long car la translation des méandres vers l'aval mobilise très vite, par érosion latérale, les parties de bancs qui se sont végétalisées (planche photo 8b).

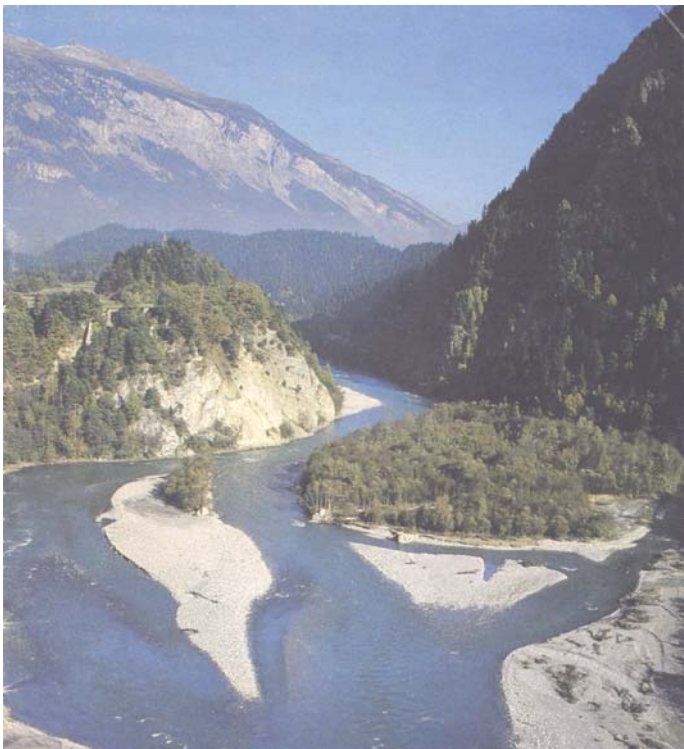
Ces mêmes concepts de stockage temporaire et de plus longue durée sont applicables aux rivières en tresses où, là encore, l'effet de la végétalisation des macroformes dans les processus de stockage de longue durée est prépondérant (planche photo 8 c et d).



a



b



c



d

planche photo 8

1.5.5.2. LE STOCKAGE « ARTIFICIEL »

Il est admis que les barrages de haute chute bloquent intégralement et définitivement la charge solide de fond, sauf s'ils ont été aménagés, ce qui est rare, avec des passes de dégrèvement.

On observe aussi des stockages de plus ou moins longue durée en amont d'ouvrages de faible hauteur (seuils, planche photo 9a) ainsi qu'en amont d'ouvrages de franchissement mal dimensionnés (planche photo 9 b, c) ou encore dans d'anciennes fosses d'extraction en lit mineur (planche photo 9 d)



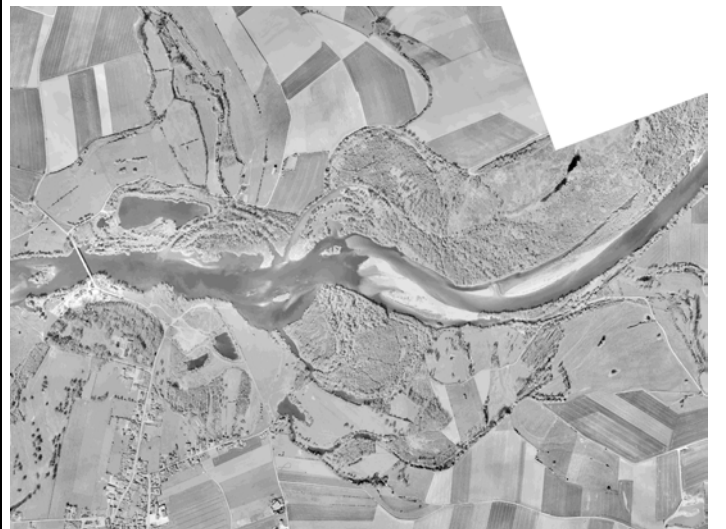
a



b



c



d

planche photo 9

Il s'agit là d'un stockage temporaire mais dont la durée, du fait des aménagements, dépasse largement la durée « normale » de stockage dans des conditions naturelles d'écoulement.

1.6. MESURE ET CALCULS

1.6.1. METHODES DE MESURE DE LA CHARGE DE FOND

Classées par ordre décroissant de rapport coût/efficacité :

- Pièges à sédiments
- Mesures topo-bathymétriques
- Chaînes d'érosion
- Echantillonnage par préleveur de fond

1.6.1.1. PIEGES A SEDIMENTS

Le principe consiste à mesurer les dépôts sédimentaires dans un secteur dont on sait qu'il piège totalement la charge de fond. L'objectif n'est pas de caler précisément des « modèles » de transport solide car les conditions d'écoulement dans ce type de milieu sont très différentes des conditions naturelles. Par contre, ce piégeage permet de **connaître les apports solides en un point**, leur volume, leur granulométrie.

◆ Existants

Parmi les pièges « existants » deux types sont particulièrement intéressants :

- Les barrages de haute chute
- Les anciennes fosses d'extraction en lit mineur larges et profondes

Dans ces deux cas, il suffit de réaliser un lever bathymétrique régulier pour obtenir des valeurs précises des volumes de matériaux piégés. Quelques prélèvements granulométriques fournissent les caractéristiques des sédiments transportés.

◆ A construire

Le principe le plus simple est celui de la « fosse de piégeage ». On creuse dans le lit mineur une fosse d'un volume équivalent à 1 ou 2 ans d'apports solides calculés au moyen des équations « classiques », dans un secteur où le piégeage temporaire de la charge ne risque pas de générer de désordres géodynamiques. En effet, même si l'on vide régulièrement la fosse (après chaque crue par exemple), il est possible que l'érosion progressive engendrée par le piégeage se propage très vite vers l'aval, même durant l'épisode de crue. Il faut donc trouver un site où il n'y a pas d'enjeu socio-économique majeur dans les 4 ou 5 premiers km en aval de la fosse (pont, puits de captage, digues, protections de berges protégeant des enjeux importants).

1.6.1.2. COMPARAISON DE MESURES TOPO-BATHYMETRIQUES

Le principe consiste à suivre régulièrement la topographie du lit moyen d'un secteur représentatif.

Si l'on admet comme réaliste le mode de propagation des sédiments tel qu'il était présenté sur la Figure 9 et que nous avons repris et complété sur la Figure 15, alors le simple suivi de la propagation du front

de dune et la mesure du Δh moyen entre la crête (front) de la dune amont et le creux du « dos » de la dune aval suffit pour connaître le débit solide ou la capacité de charriage du cours d'eau dans ce secteur.

Celui-ci est en effet égal à Δh (en m) x largeur du front de dune (en m) x distance de propagation de la dune (en m) pour le pas de temps mesuré (jour, année etc.). Le débit solide est alors exprimé en m³/jour, an etc.

Nous avons pris un exemple théorique basé sur les vitesses maximales de propagation des dunes mesurées par Babonaux sur la Loire : 10 à 11m/jour sous une vitesse moyenne d'écoulement de 1m/s. Le Δh maximal théorique entre le sommet de la dune amont et le creux de la dune aval est ici de 2 m.

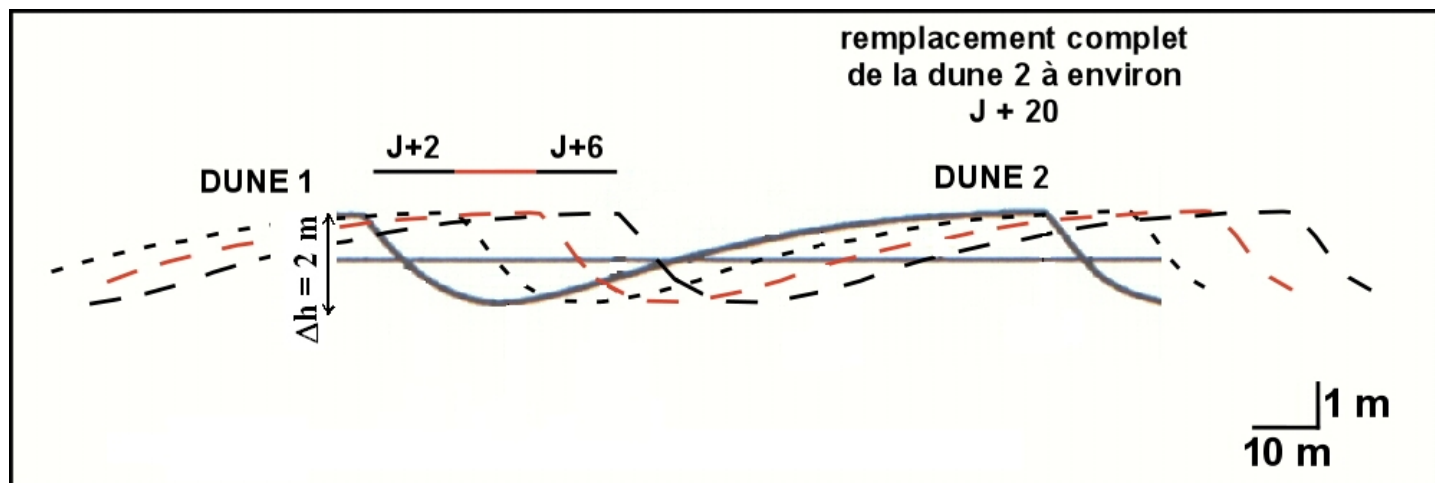


Figure 15 : mesures topographiques permettant de suivre la propagation d'une dune et le débit solide.

Le débit solide « théorique » sur 6 jours est donc de 2 m (Δh) x 100 m (largeur du front de dune) x 60 m (distance de propagation en 6 jours) = 12 000 m³ ou 2000 m³/j.

L'idéal serait d'obtenir ces valeurs pour :

- Un événement d'intensité donnée (crue annuelle, biennale, décennale etc.)
- Pour une année complète
 - Dans ce cas le problème réside dans la localisation du front de la même dune sur 1 an, étant admis que sur cette durée, une dune (voire plusieurs) peut en remplacer une autre sur le même site (voir exemple théorique).
 - Il est alors peut être plus simple et plus pertinent de mesurer la vitesse de propagation d'un front de dune pour plusieurs débits et d'extrapoler ensuite à toute l'année par la courbe des débits classés (cf. Figure 13).

1.6.1.3. CHAINES D'EROSION

◆ Principes de la méthode

Le principe consiste à faire pénétrer dans le plancher alluvial, sur environ 2 m de profondeur (il faut en fait mesurer le Δh maximal et ajouter environ 1 m), des chaînes métalliques dont les maillons font environ 1 cm de diamètre (voir figure 1). Ces chaînes sont repérées en x,y,z (par exemple au moyen d'un GPS différentiel) puis sont relevées, en fonction de l'objet de la recherche, après une crue, n crues, une années complète etc.

Par rapport à une simple comparaison de données topographiques, cette méthode offre l'intérêt de fournir des éléments sur les processus d'érosion dépôt s'étant produits entre les deux campagnes de mesure.

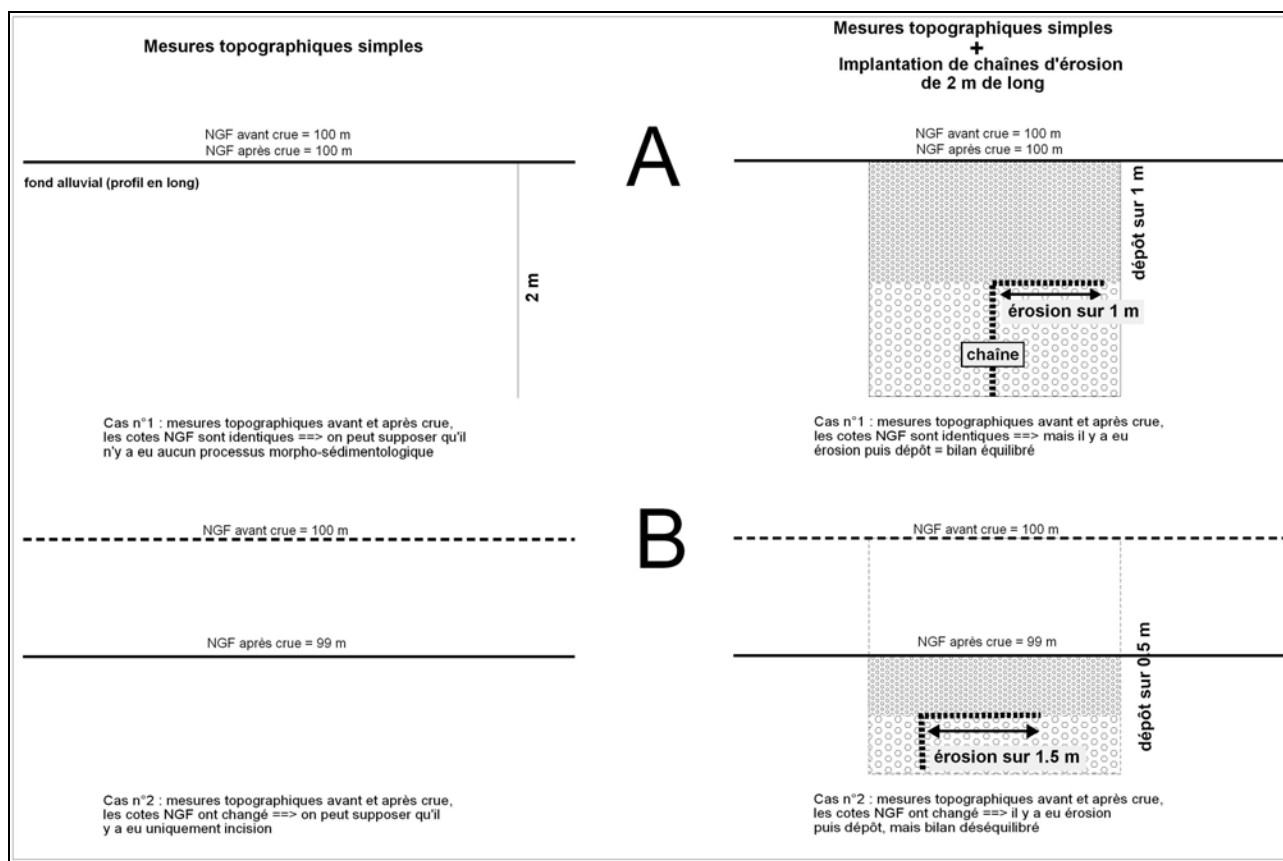


Figure 16

La Figure 16 montre qu'avec de simples mesures topographiques, on a une image tronquée des processus.

- En A, on peut imaginer, sans application de la méthode de la chaîne, que l'on a eu aucun mouvement : stabilité des fonds ? Avec la chaîne, on sait que l'on a eu une érosion du fond sur 1 m et un remblaiement sur la même épaisseur. Le bilan local est toujours équilibré mais on saisit mieux les processus d'équilibrage sédimentaire.
- En B, on sait que l'on a eu un abaissement du fond sur 1 m dans les 2 cas, mais avec la chaîne on comprend que l'incision a été plus intense que la simple différence de cote (1.5 m et non 1 m) et qu'elle a été en partie compensée par un dépôt.

◆ Application au suivi de la propagation d'une dune

Si l'on reprend le même exemple que dans la Figure 15 on constate que l'utilisation de chaînes d'érosion disposées dans l'axe longitudinal permet un meilleur décriptage de l'évolution.

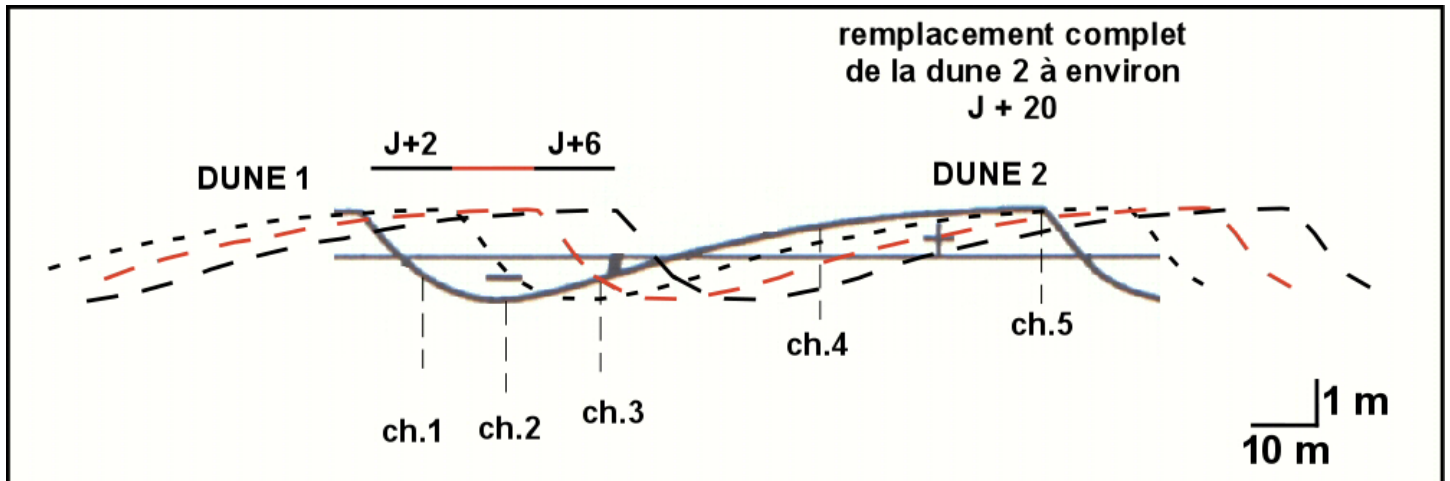


Figure 17

- Au point ch.3 (chaîne 3) à J+6 on mesure -0.5 m (l'érosion qui s'est produite entre J et J+2) et + 2 m (le dépôt qui s'est fait entre J+2 et J+6).
- Sur le point ch.5 on n'obtient les mêmes résultats que ceux fournis par les mesures topographiques « simples », à ceci près que l'on **sait** qu'il n'y a eu que de l'érosion.

Le calcul du débit solide reste le même que pour les mesures topographiques.

1.6.1.4. ECHANTILLONNEURS

Depuis près de 50 ans, de nombreux chercheurs ont tenté de mettre au point des échantillonneurs de charge alluviale de fond. Il en existe aujourd'hui de nombreux types. Le plus connu et le plus utilisé dans le monde est le préleveur Helley-Smith dont il existe de nombreux modèles, fonction notamment de la granulométrie des sédiments à prélever et des vitesses d'écoulement.



planche photo 10 : exemples d'échantillonneurs Helley-Smith ou dérivés et principes d'utilisation

D'autres modèles existent, basés sur les même objectif : échantillonner par petites placettes des portions de la charge de fond en transit afin notamment d'établir des courbes Q_s $f(Q)$ (exemple Figure 10).

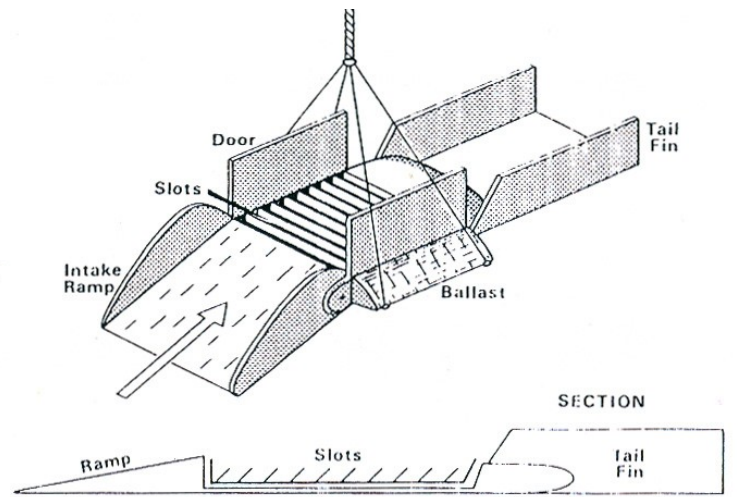
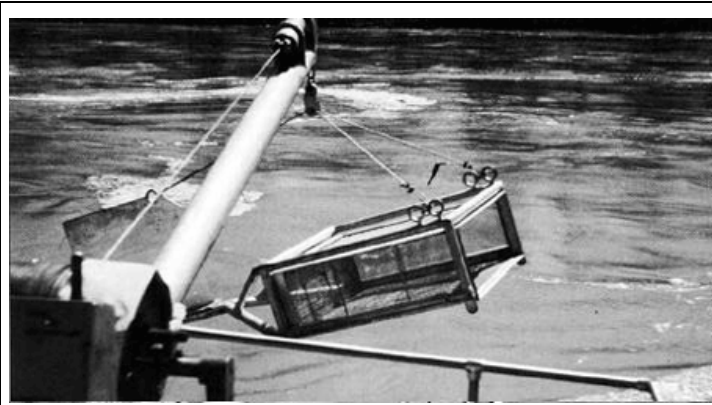


planche photo 11 : autres modèles d'échantillonneurs de charge de fond.

Quel que soit le type d'échantillonneur utilisé, ce principe de mesure de la charge de fond en transit pose de nombreux problèmes :

- Suivant le lieu de mesure (généralement un transect perpendiculaire à l'écoulement général), on peut ne rien mesurer (par exemple sur la Loire si la mesure se fait sur une journée et que l'on est à plus de 10 m du front d'une dune amont) ou mesurer un transport énorme (si l'on est dans la zone de propagation journalière de la dune).
 - Une bonne stratégie d'échantillonnage est donc fondamentale
- Il est inadapté aux grands cours d'eau car les échantillons sont très petits (quelques litres alors que le débit solide journalier peut être de plusieurs centaines voire milliers de m³)

Mais le défaut principal nous semble être le suivant :

- S'il s'agit simplement de recueillir dans un préleveur une infime partie de la masse alluviale d'une dune en mouvement, autant appliquer la méthode topographique exposée plus haut et n'utiliser éventuellement le préleveur que dans l'objectif d'avoir une image de la granulométrie transportée en fonction du débit liquide (revoir Figure 10).



Association Rivière
Rhône Alpes



Anne JOUHANNAUD-TRUSSON
Police de l'eau - DDAF du Rhône

Réglementation curage

TRAVAUX EN RIVIERES

opérations de dragage et de curage

éléments de débat

CTRE du 21 novembre 2003 DIREN Rhône-Alpes / SEMA 1

INTRODUCTION

La réglementation ICPE (arrêté du 22 octobre 1994 modifié) **interdit les extractions de matériaux dans le lit mineur des cours d'eau** et dans les plans d'eau traversés par des cours d'eau sauf s'il s'agit **d'entretien dûment justifié** ou **d'aménagement de cours d'eau ou de plan d'eau**.

Le SDAGE préconise que sur tous les cours d'eau nécessitant des opérations d'entretien significatives par dragages ou curages (en lit mineur) autres que les opérations d'entretien obligatoires, **des études générales de transport solide par bassin versant ou sous-bassin versant seront réalisées dans un délai de 5 à 10 ans**.

CTRE du 21 novembre 2003 DIREN Rhône-Alpes / SEMA 2

CONSTATS

L'interdiction d'extraction en lit mineur a entraîné un retour du transport solide avec **des accumulations ponctuelles** de matériaux nécessitant des opérations de curage.

Ces opérations de curage sont en général **trop importantes pour être prises en charge par des particuliers**. Mais les procédures pour autoriser les collectivités à les réaliser sont lourdes.

Afin de passer dans le cadre d'une procédure d'urgence, **les maîtres d'ouvrage attendent souvent une aggravation de la situation** mettant l'administration dans une situation de ne pouvoir imposer une procédure régulière sous peine d'engager sa responsabilité.

CTRE du 21 novembre 2003 DIREN Rhône-Alpes / SEMA 3

CADRE REGLEMENTAIRE

L'entretien d'un cours d'eau pour en maintenir sa capacité d'écoulement est **une obligation** pour le propriétaire du fond de ce cours d'eau :

Art. 14 du code du DPF : Le curage des cours d'eau domaniaux et de leurs dépendances faisant partie du domaine public est à la charge de l'Etat .

Art. L. 215-14. du C.E.(cours d'eau non domaniaux) -le propriétaire riverain est tenu à un curage régulier pour rétablir le cours d'eau dans sa largeur et sa profondeur naturelles



CADRE REGLEMENTAIRE

Lorsque les opérations de dragage ou de curage, réalisées par le propriétaire n'ont que pour objet de rétablir le lit dans sa largeur et sa profondeur naturelles, on parle alors de **curage « vieux fonds – vieux bords »** qui est dispensé de procédure police de l'eau (rubrique 2.6.0)

Lorsque la même opération est effectuée **par une collectivité sur domaine privé** on sort du cadre de l'article L 215-12 du C.E., et **la notion de curage « vieux fonds- vieux bords » ne peut plus être invoquée.**



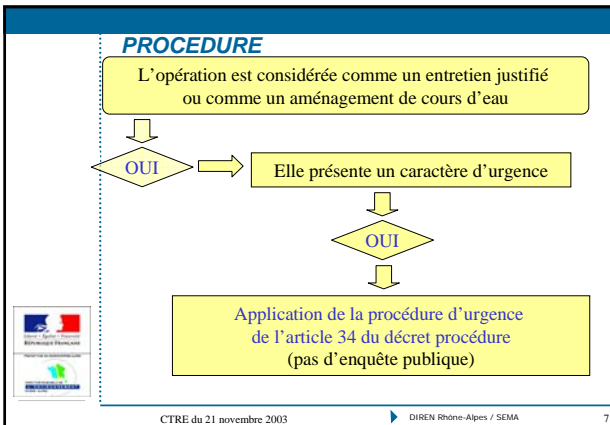
PROCEDURE

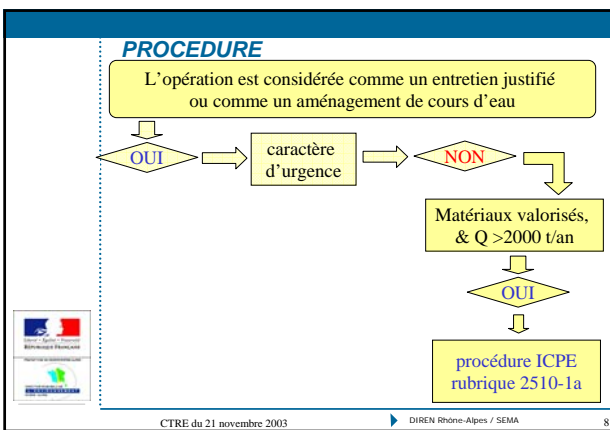
L'opération est considérée comme un entretien justifié ou comme un aménagement de cours d'eau

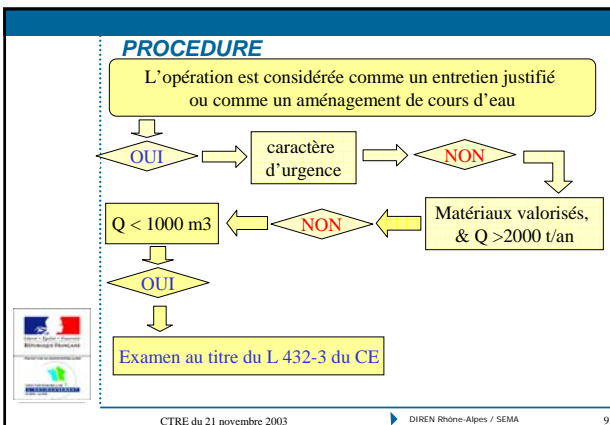


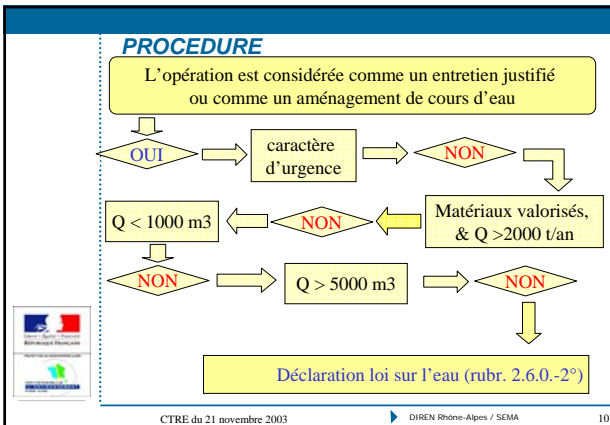
Rejet du dossier
(c'est une carrière)

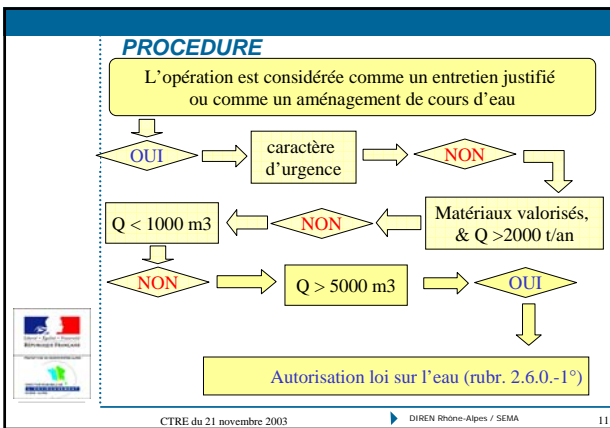












plan simple de gestion : code de l'environnement
Chapitre V cours d'eau non-domaniaux,
 > Gestion des atterrissements de l'Azergues avec réinjection des matériaux par le cours d'eau :

- pas d'utilisation des matériaux à des fins commerciales
- volumes annuels restreints 3 à 4 000 m³
- gestion collective par le syndicat dans un but d'intérêt général pour compenser des déficits chroniques de matériaux dus à des extractions anciennes.

➤ **Outils réglementaires utilisés:**

- Autorisation L.432-3 annuelle
- Plan Simple de Gestion sur 5 ans, art. L.215-21 du code de l'environnement
- art. L.215-1 à L.215-24 droits de riverains, police et conservation des eaux et curage, entretien et redressement.

CTRE du 21 novembre 2003 DIREN Rhône-Alpes / SEMA 12

PROCEDURE

En complément de ces procédures, les collectivités doivent déposer **une déclaration d'intérêt général ou d'urgence (DIG)** afin d'être habilitées à intervenir sur le domaine privé (et également le DPF).

L'arrêté de DIG sera dans la plupart des cas complété par des conventions entre collectivités et propriétaires.



CONCLUSION

La procédure qui autorise les collectivités à procéder à des opérations de dragages et de curage des cours d'eau est en général **assez lourde**.

Pour palier cet inconvénient, il conviendra de délivrer des autorisations pour **une période relativement longue** (10 ans maxi).

Malgré cela, il reste encore des points délicats à traiter, comme par exemple **la gestion des matériaux extraits**.



**Projet de loi sur l'eau
(version du 26 mai 2004)**

**modifications relatives à
l'entretien des cours d'eau**

D. Barthélémy

CTRE du 4 juin 2004 ▶ DIREN Rhône-Alpes / SEMA 1

Introduction

- Le projet de loi sur l'eau (dans sa version du 26 mai 2004) prévoit un certain nombre de dispositions importantes relatives à l'entretien des cours d'eau.
- Cette présentation a pour objet de présenter ces modifications dans la rédaction actuelle du projet de loi.
- Cette analyse est présentée pour information, car depuis cette version jusqu'à son approbation, ce projet de loi fera sans doute l'objet de nombreuses modifications. Ce qui suit est donc à considérer avec réserve.

CTRE du 4 juin 2004 ▶ DIREN Rhône-Alpes / SEMA 2

Présentation

- Ce projet de loi est présenté avec deux orientations fondamentales :
 - Se donner les outils permettant d'atteindre le bon état écologique de la directive cadre,
 - Améliorer le service public de l'eau et de l'assainissement au citoyen,
- Concernant l'entretien des rivières, il s'agit de mieux encadrer les opérations de curages et d'harmoniser les procédures, toutes les dispositions correspondantes sont dans l'article 2 (à l'exception de celles relatives au partage du droit de pêche dans le cadre d'une DIG- art.8)

CTRE du 4 juin 2004 ▶ DIREN Rhône-Alpes / SEMA 3



Notions de curage et d'entretien

• On remplace la notion de curage par celle d'**entretien** :

Article L215-2

Le lit des cours d'eau non domaniaux appartient aux propriétaires des deux rives.

.....
Chaque riverain a le droit de prendre, dans la partie du lit qui lui appartient, tous les produits naturels et d'en extraire de la vase, du sable et des pierres, à la condition de ne pas modifier le régime des eaux et d'en exécuter l'**entretien** (*le curage*) conformément aux règles établies par l'article L 215-14 (à L. 215-24).





Notions de curage et d'entretien

La section 3 du chapitre V est renommée :

Section 3 : **entretien et restauration des milieux aquatiques** (*curage, entretien, élargissement et redressement*)





Divagation des cours d'eau

• Le propriétaire **ne peut pas s'opposer** à la divagation naturelle du cours d'eau :

Article L215-4

Lorsqu'un cours d'eau non domanial abandonne naturellement son lit, les propriétaires des fonds sur lesquels le nouveau lit s'établit sont tenus de souffrir le passage des eaux sans indemnité *(mais ils peuvent, dans l'année qui suit le changement de lit, prendre les mesures nécessaires pour rétablir l'ancien cours des eaux.*

Les propriétaires riverains du lit abandonné jouissent de la même faculté et peuvent, dans l'année, poursuivre l'exécution des travaux nécessaires au rétablissement du cours primitif.)





Limites de l'entretien

- La quasi totalité des dispositions actuelles du code de l'environnement relatives à l'entretien (référence aux « anciens règlements et usages locaux », plans simples de gestions) est abrogée et remplacée par une article L215-14 largement développé :





Limites de l'entretien

- on fait référence d'une part au profil d'équilibre et d'autre part au respect du bon état ou du bon potentiel :

Article L215-14

I.- , le propriétaire riverain est tenu à un entretien régulier. Cet entretien régulier peut donner lieu à l'enlèvement des atterrissements, embâcles et débris, flottants ou non, à l'élagage ou au recépage de la végétation rivulaire y compris arborée. **L'objectif de cet entretien est de maintenir le cours d'eau dans son profil d'équilibre**, de maintenir l'écoulement naturel des eaux, d'assurer la bonne tenue des berges et de **contribuer au respect du bon état ou, le cas échéant, du bon potentiel écologique**





Limites de l'entretien

- On s'oriente vers une suppression de la notion de curage « vieux fonds-vieux bord » qui correspond aux « anciens règlements et usages locaux » :

Article L215-14

II.- Cet entretien régulier peut être effectué **selon les anciens règlements et usages locaux pour autant qu'ils permettent d'atteindre le présent objectif**. L'autorité administrative adapte les anciens règlements et usages locaux pour les mettre en conformité avec les textes en vigueur et en abroge les dispositions devenues sans objet. **A compter du 1^{er} janvier 2010, les anciens règlements et usages locaux qui n'ont pas été modifiés cessent d'être en vigueur**



Limites de l'entretien

- On définit la notion de curage et ses objectifs :

Article L215-14

III.- Le curage correspond à toute opération dans un plan d'eau, un canal ou dans un cours d'eau et son espace de mobilité **impliquant la manipulation de matériaux, y compris d'origine végétale**. Les opérations de curage doivent principalement avoir pour objectifs :

- 1°- de résoudre, dans le cadre d'opérations groupées d'entretien régulier, **un problème de transport naturel des sédiments** pouvant remettre en cause un ou plusieurs usages, empêcher le libre écoulement des eaux ou nuire au bon fonctionnement des milieux aquatiques ;
- 2°- de lutter contre l'eutrophisation ;
- 3°- d'aménager une portion de cours d'eau, canal ou plan d'eau en vue de créer un ouvrage ou de faire un aménagement.



Opérations coordonnées d'entretien

- Ces opérations sont effectuées à l'échelle d'une unité hydrologique cohérente :

Article L215-15

Les opérations groupées d'entretien régulier des milieux aquatiques mentionnées à l'article L.214-3 doivent être réalisées à l'échelle d'une unité hydrologique cohérente et peuvent comporter les actions définies au I et III de l'article L.215-14. Lorsque l'entretien régulier n'a pas été effectué, ces opérations peuvent inclure une première phase de restauration.



Travaux d'office

- Les communes ont la possibilité de faire exécuter des travaux d'office :

Article L215-16

Si les intéressés n'exécutent pas les travaux prescrits en application de l'article L. 215-14, la commune peut y pourvoir d'office en cas de risques pour la sécurité publique, après mise en demeure du propriétaire et à la charge de celui-ci.

Les dépenses auxquelles donnent lieu les travaux sont des dépenses obligatoires pour la commune. Le maire émet un titre de perception du montant correspondant aux travaux effectués à l'encontre des propriétaires intéressés. Il est procédé au recouvrement »





Code Minier

• l'article 130 est modifié, de façon à exclure de son champ les dragages ainsi que les dispositions relatives aux cours d'eau de montagne :

Article 130

....., l'exploitation, en vue de leur utilisation, des masses constituées ... et par les déchets d'exploitation de carrières est soumise aux dispositions de la loi relative aux ICPE pour ce qui concerne les carrières.

Il en est de même pour (les opérations de dragage des cours d'eau et) les affouillements

(Pour les cours d'eau situés en zones de montagne.... Ces autorisations d'extraction sont notamment accordées pour la réalisation de travaux de consolidation des berges ou la création de digues.)





Conclusion

• En l'état actuel (un décret en C.E. est prévu) il est difficile d'apprécier toutes les conséquences de ces dispositions si elles devaient être adoptées, mais on peut déjà formuler les remarques suivantes :

- La modification du code minier sort de fait les dragages de cours d'eau de la procédure ICPE ce qui nécessitera une modification de la nomenclature ICPE et donc sans doute de la nomenclature loi sur l'eau.
- Le maintien du profil d'équilibre du cours d'eau devient un des objectifs principaux de l'entretien





Association Rivière
Rhône Alpes



Elisabeth GALLIEN
SAGE Bassin versant de la Bourbre

Echanges et réflexions sur un autre bassin versant



Association Rivière
Rhône Alpes



Pierre GADIOLET

Contrat de Rivière Azergues

Exemple de gestion des alluvions

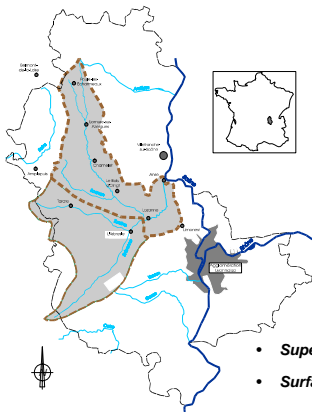
La gestion des alluvions sur la basse Azergues

Essai de réponse pragmatique à une double problématique

Pierre GADIOLET, chargé de mission du contrat de rivière Azergues – S.M.R.P.C.



Le bassin versant de l'Azergues



- Superficie : 875 km²
- Surface drainée à Lozanne : 792 km²

La basse Azergues

- 14 km de cours, de la confluence de la Brévenne à la Saône
- large plaine alluviale
- pente moyenne de 0,2 ‰
- lit mineur large de 20 à 30 m
- fonds de graviers
- débits caractéristiques :

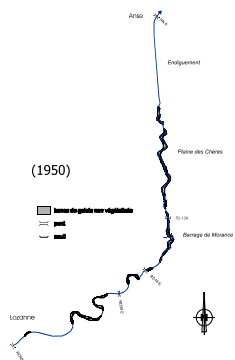
QMNA5 (en l/s)	Module (en m ³ /s)	Q10 (en m ³ /s)	Q100 (en m ³ /s)
630	8,4	210	420

- transit sédimentaire : 5 000 m³/an



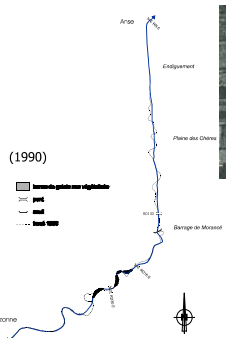
La basse Azergues

rivière à dynamique latérale active dans les années 50 ...



- **tracé méandriforme mobile**
- **lit sub-affleurant**
- **bancs de galets de vaste superficie**
- **large bande active**

... fortement rectifiée au cours de la 2ème moitié du XXème siècle



Extraction de + de 100 000 m³ de graviers dans le lit mineur (années 60-70)

Rescindement de méandres
Enrochement des berges (années 80-90)

- **tracé rectiligne fixe**
- **lit encaissé**
- **bancs de galets rares et de faible superficie**
- **rétraction de la bande active**

- ➔ **passage d'une dynamique horizontale à une dynamique verticale**
- ➔ **interruption du transit sédimentaire**

Un héritage à gérer

Trop d'alluvions ici ...

La formation de bancs de galets dans les tronçons aménagés engendre de nombreux problèmes du fait de leur propension à s'atterrir rapidement



Banc de galets déposé par une crue

- ➔ **rétrécissement de la section d'écoulement**
- ➔ **déstabilisation des berges protégées**

- ➔ **formation d'embâcles par rétention des corps flottants**
- ➔ **impact visuel négatif (herbes folles, friche)**



Banc atterri entièrement végétalisé

... pas assez ailleurs



L'Azergues dans la plaine des Chères



Etat des berges

(noter la semelle d'argile mise au jour par l'incision du lit)

Le déficit de charge grossière dans le secteur des anciennes extractions de la plaine des Chères génère de nombreux impacts négatifs :

- ⇒ *abaissement et drainage de la nappe d'accompagnement*
- ⇒ *dépérissement de la végétation alluviale*
- ⇒ *appauvrissement des habitats aquatiques (disparition du brochet et de la truite)*
- ⇒ *affaiblissement de la capacité d'autoépuration*
- ⇒ *banalisation de l'avifaune*
- ⇒ *désertion de la rivière par les pêcheurs et autres usagers*
- ⇒ ...

Le contrat de rivière - un outil pour répondre à cette double problématique :

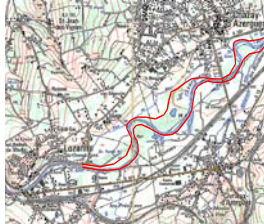
- ⇒ **Objectif BI** : Prévenir l'aggravation des risques hydrauliques ...
... en assurant le libre écoulement des eaux
- ⇒ **Objectif BII** : Tendre vers un fonctionnement plus naturel et équilibré de la rivière ...
... en lui redonnant de l'espace et de la mobilité
... en assurant la continuité du transit solide
- ⇒ **Objectif BIII** : Restaurer le milieu physique ...
... en diversifiant les habitats aquatiques
- ⇒ **Objectif BIV** : Valoriser la rivière et ses abords ...
... en redonnant accès à la rivière

Les moyens pour atteindre ces objectifs

→ **Délimitation d'un espace de liberté**

Secteur de libre divagation latérale

L'espace de liberté de la Basse Azergues



- **Maîtrise foncière des berges** :
- ⇒ *une cinquantaine d'hectares de terrains riverains en propriété du syndicat*
- ⇒ *objectif d'acquisition d'une dizaine d'hectares supplémentaires en 6 ans au sein de cet espace de liberté*

→ **Gestion des alluvions :**

⇒ **arasement d'atterrissements dans les tronçons aménagés à enjeux**
(objectif de prélèvement de 20 000 m³ de graviers en 6 ans dans les tronçons excédentaires)



Travaux d'arasement en cours



Scarification de la surface du banc arasé

Banc arasé

→ **Gestion des alluvions :**

⇒ **réinjection des matériaux dans le secteur des anciennes extractions de la plaine des Chères**
(objectif de réinjection de la totalité des 20 000 m³ de graviers extraits)



Dépôt des graviers en vrac sur le talus de berge



→ **Conservation des souches d'arbres dans le lit :**



⇒ **suppression des houppiers**

⇒ **mottes racinaires laissées dans le lit avec quelques mètres de fûts**

Souches façonnées en nov. 2001

Des crues sont passées ...

- 16/11/2002 – 124 m³ (triennale)
- 25/11/2002 – 160 m³ (quinquennale)
- 04/02/2003 – 108 m³ (biennale)
- 02/12/2003 – > 300 m³ (trentennale)



... les souches sont toujours en place

Premiers résultats...

Début de l'expérimentation en 2002
1 500 m³ réinjectés dans la rivière

Élargissement du lit mineur



Débuts de sinuosités

... sur le plan
morphodynamique



Apparition de bancs de galets



Premiers résultats ...



Création de lônes, sites de
grossissement des juvéniles

Diversification des faciès
d'écoulement, apparition
de séquences radiers-
mouilles



... sur les milieux
aquatiques



Recolonisation par les espèces
d'eaux vives

Inursions du cincle
plongeur, bio-indicateurs
des écosystèmes d'eau
courantes

Premiers résultats ...

Fréquentation par les espèces pionnières inféodées aux grèves non végétalisées



Bergeronnette des ruisseaux



Aigrette garzette



Petit gravelot



Chevalier guignette

Premiers résultats ...

... en terme de réappropriation de la rivière

Retour des pêcheurs et ...



... des baigneurs



Les conditions du succès et de la pérennité de l'opération :

→ le nécessaire contrôle de la végétalisation des bancs nouvellement créés



⇒ Arrachage des espèces exotiques envahissantes (acacia, *Buddleia*, renouée du Japon, ...)



⇒ Prélèvement des espèces ligneuses indigènes (*aulnes*, *peupliers*, *saules*)

⇒ Mise en pépinière une année avant plantation sur berges



Essai de théorisation de l'opération

Le concept de renaturation dynamique

Un cours d'eau est un système dynamique assimilable à un moteur hydraulique

La puissance de ce moteur est déterminée par 2 variables (débit liquide et pente de la vallée)

L'énergie produite par ce moteur met en mouvement la charge solide

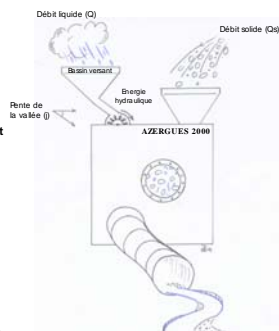
La redistribution dans l'espace de cette matière par le jeu des processus de tri granulométrique et de dépôt est créatrice de milieux neufs

Une certaine maîtrise des flux de matière alimentant le moteur de la dynamique fluviale est possible

En utilisant le moteur de la dynamique fluviale et en jouant sur cette variable « débit solide » on peut influencer sur la géométrie du lit (tracé en plan, pente, largeur, profondeur)

Cette faculté peut être mise à profit pour la restauration des milieux aquatiques dégradés → on parlera alors de « renaturation dynamique »

Le moteur de la dynamique fluviale



Quelques éléments chiffrés pour conclure

- Volume réinjecté à ce jour dans la plaine des Chères : 5 000 m³
- Coût moyen des opérations (arasement + réinjection) : 7 € HT
- Taux d'aide (2004-2009) :

Action	Partenaire	Etat (M.E.D.D.)	Agence de l'Eau	Région	Total
Maitrise foncière des berges		25 %	35 %	20 %	80 %
Gestion des alluvions		25 %	0 %	20 %	45 %
