

**Journal club n°8 :**

**« *Sous les pavés, la plage* »**

**Les cours d'eau sableux, comportement morphologique différencié  
et spécificités de restauration**



**Ille & Vilaine**  
LE DÉPARTEMENT



FÉDÉRATION DÉPARTEMENTALE  
**PÊCHE**



agence de l'eau  
Loire-Bretagne



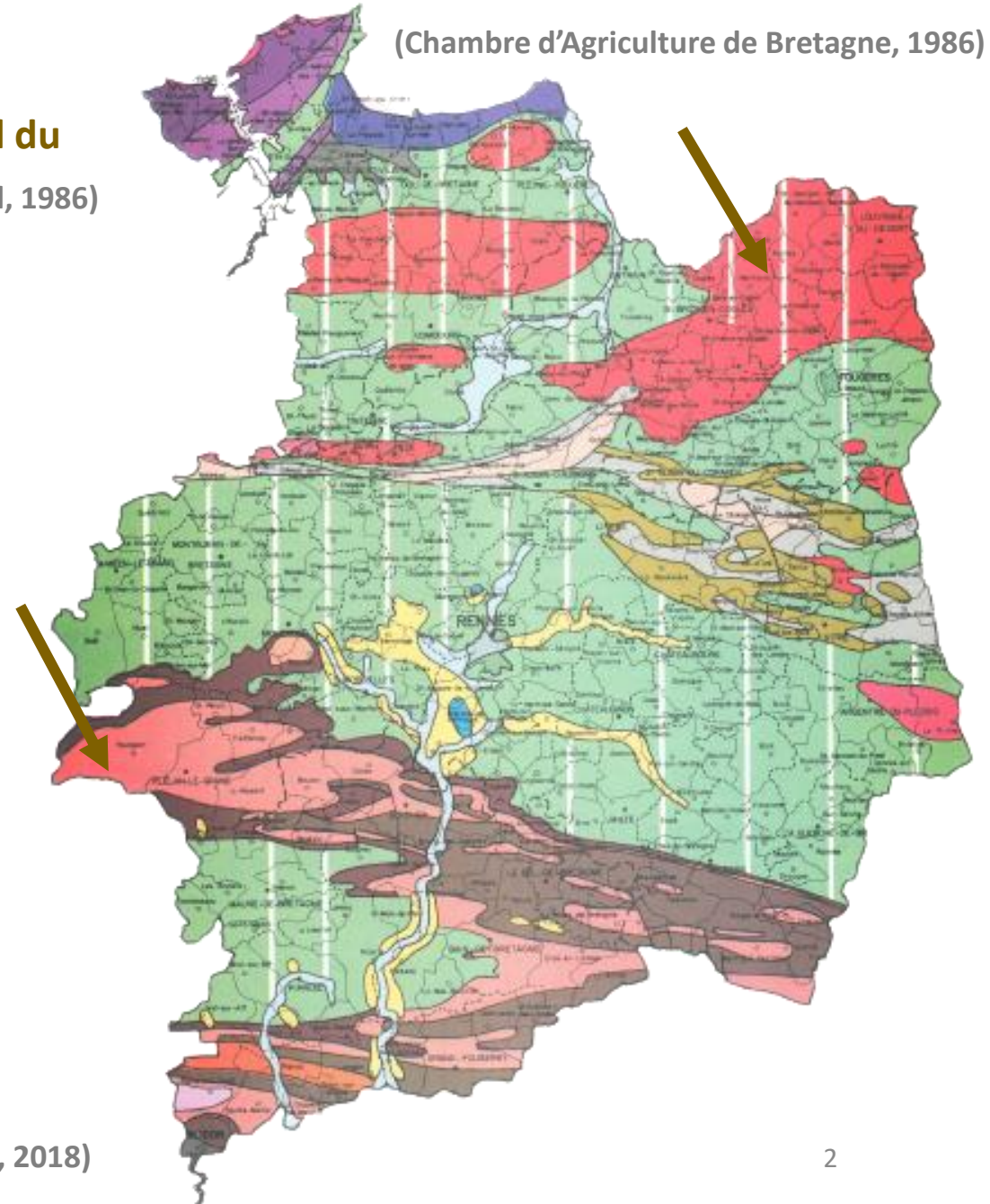
# Le sable dans nos cours d'eau d'Ille-et-Vilaine

Granites, dérivés, et grès armoricain : plutons granitiques dans le nord du département, grès armoricain dans le sud (cluse de Vilaine) (Durand, 1986)



Des roches résistantes, subissant une altération surtout chimique, et à la fin, il ne reste plus que les quartz (ou presque)...

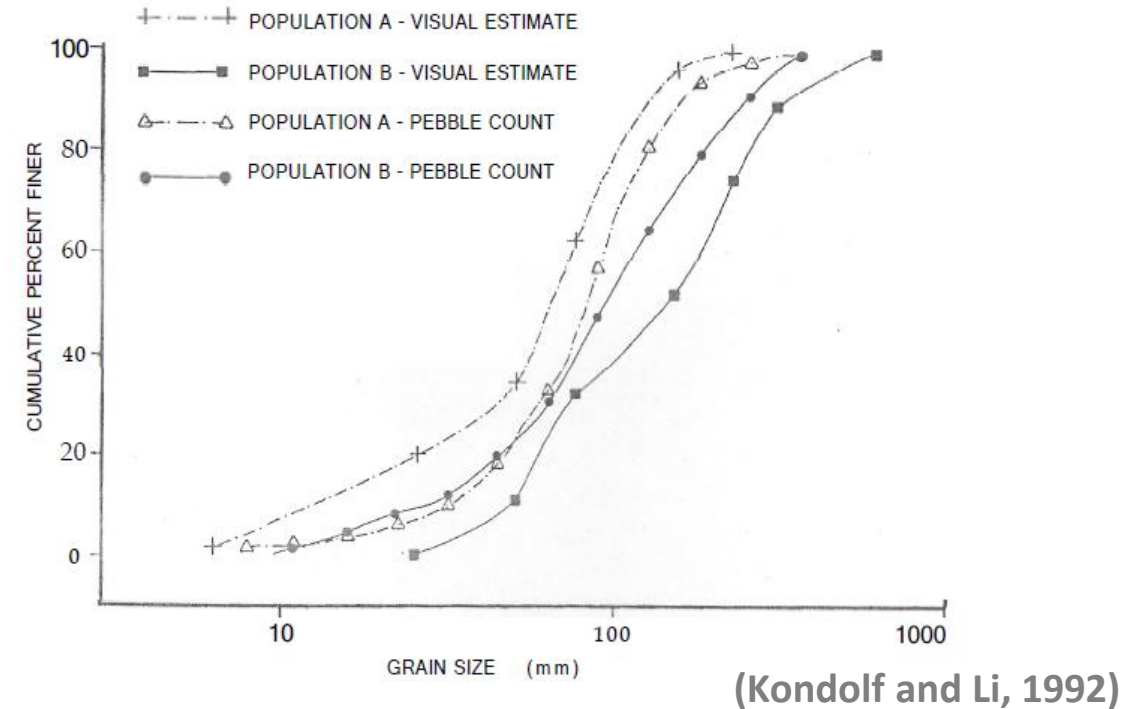
Roche	Minéralogie	Texture	Chimie
Granodiorite	Quartz, feldspaths alcalins, plagioclases, biotites, chlorites	Grenue	Siliceux
Grès armoricain	Quartz	Ciment quartz et micas	Siliceux



(BRGM, 2018)

# Comprendre localement la granulométrie

Essentiel de connaître la granulométrie du cours d'eau : rien ne vaut un bon Wolman ! (Wolman, 1954)



Pour définir la nécessité ou non d'une recharge granulométrique / une reconstitution du matelas alluvial

Pour dimensionner une éventuelle recharge (d16, d50, d80...) et définir la granulométrie

Et même pour faire du suivi !

Et si l'on ne dispose pas de tronçons de référence / peu impactés sur le même cours d'eau ? Utilité des éléments de géologie



# Le sable : une fraction granulométrique à part entière

Les cours d'eau à dominance « naturellement » sableux

Sables = éléments entre 0,0625 et 2mm

Nom de la classe granulométrique	Classes de taille (diamètre en mm perpendiculaire au plus grand axe)	Code utilisé
Rochers	> 1024	R
Blocs	256-1024	B
Pierres Grossières	128-256	PG
Pierres Fines	64-128	PF
Cailloux Grossiers	32-64	CG
Cailloux Fins	16-32	CF
Graviers Grossiers	8-16	GG
Graviers Fins	2-8	GF
Sables Grossiers	0,5-2	SG
Sables Fins	0,0625-0,5	SF
Limons	0,0039-0,0625	L
Argiles	< 0,0039	A



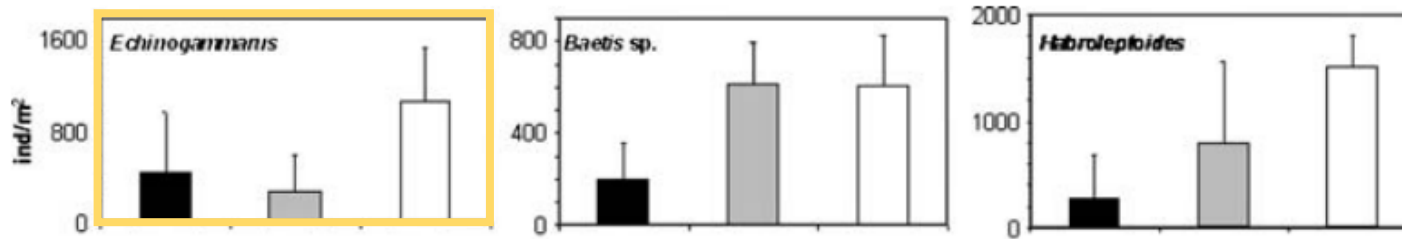
Classification de Wentworth (1922)

- ✓ Le sable est reconnu comme un facteur de stress biologique sur le fonctionnement des cours d'eau à graviers (Rosenfeld *et al.*, 2011)
- ✓ Mais pour certains BV à dominance sable/limon et à faible pente, le sable peut représenter la majeure partie du substrat naturel du CE (Dos Reis Oliveira *et al.*, 2019)

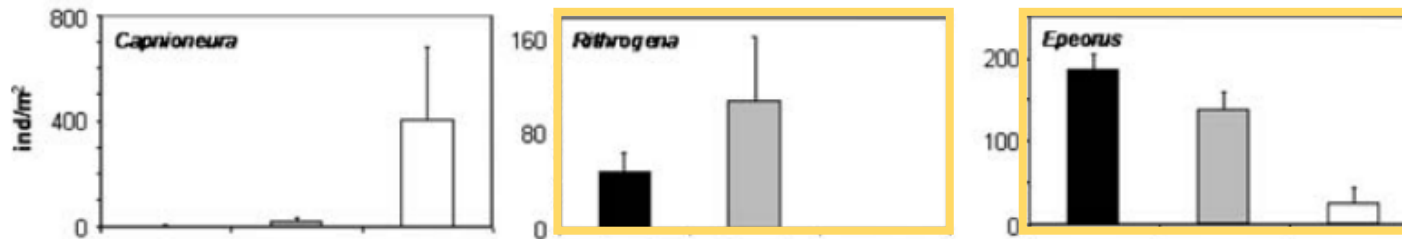
# Le sable : un habitat naturel pour certaines espèces

Échantillonnage de macro-invertébrés sur plusieurs habitats d'un ruisseau

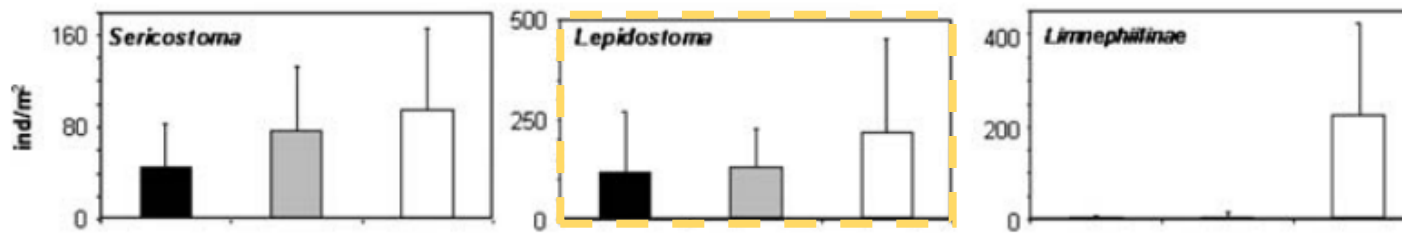
Gammares (\*1)



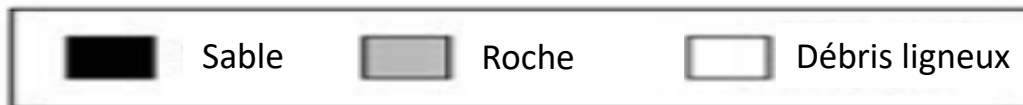
Ephéméroptères rhéophiles (\*5)



Trichoptères (\*3)



Elosegi *et al.*, 2010



@Bretagne\_Vivante

(Malavoi & Bravard, 2011)



@Péchar

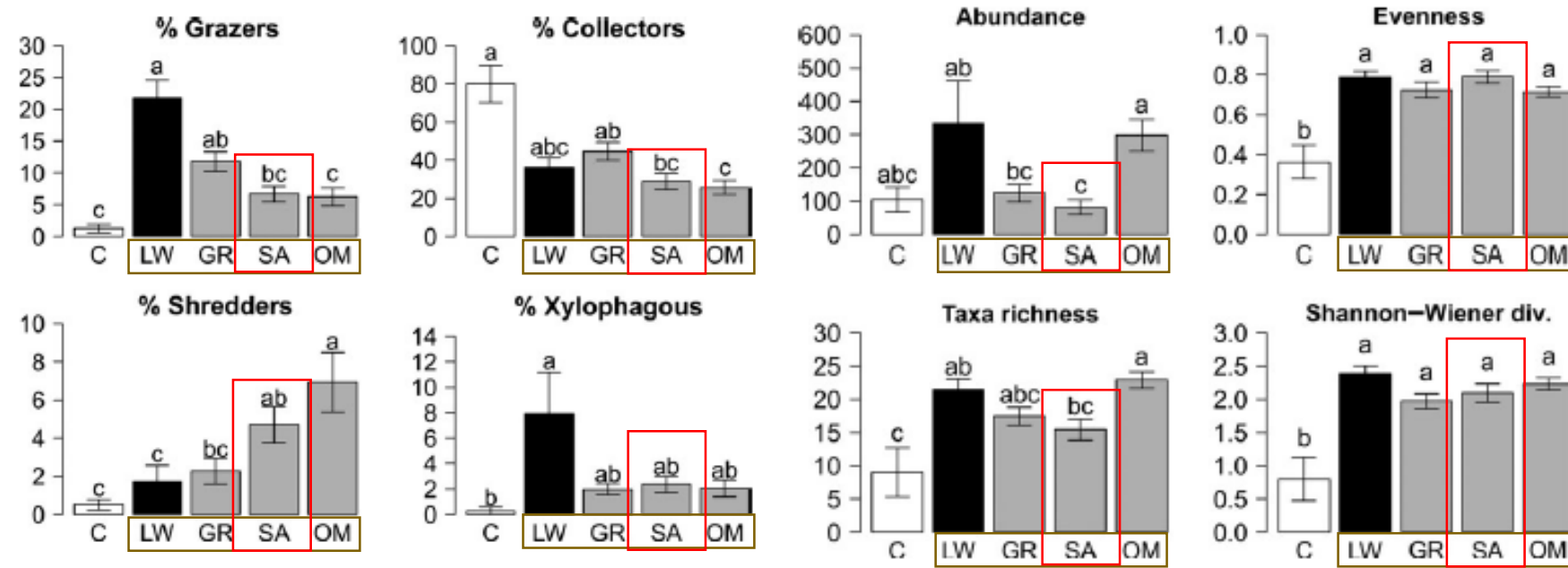
Les secteurs sableux peuvent contenir une biomasse non négligeable d'invertébrés et peuvent même constituer un des habitats préférentiels



# Focus sur le bois en rivière Pilotto et al, 2014

Principe de l'étude : comparer les communautés d'invertébrés dans un rivière sableuse, avec et sans bois en rivière

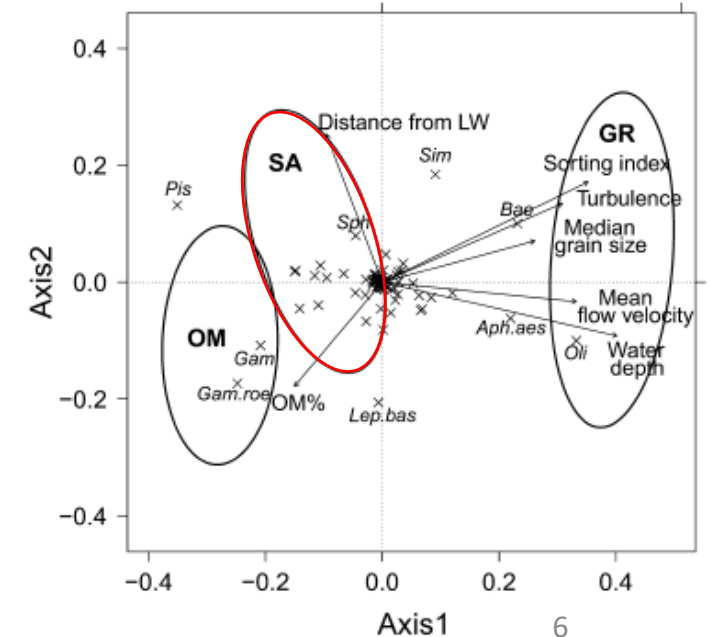
Le bois active les dépôts, l'érosion, diversifie les écoulements : création d'habitats, fosses, dépôts de sable ou de MO



Et le sable en lui-même ?  
 Un habitat **certes plus pauvre en espèces**, mais qui **abrite des taxons particuliers** non retrouvés au sein des autres habitats

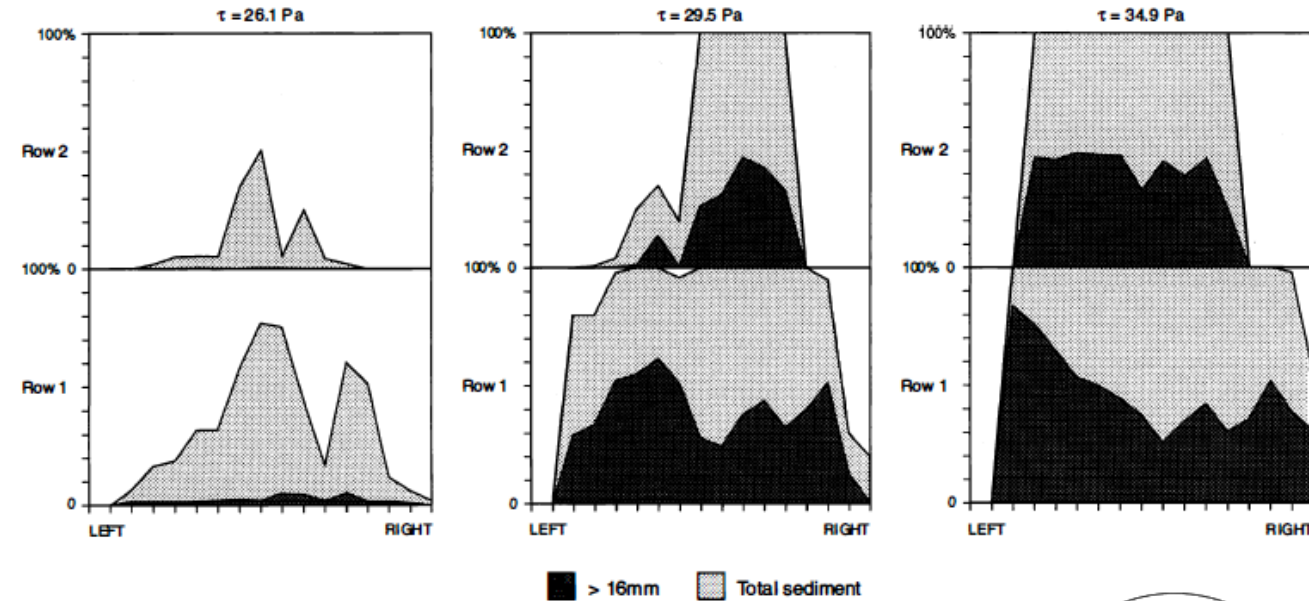
La présence de bois fait **exploser la biomasse et la diversité d'invertébrés : +110 et +168%** par rapport aux sites de contrôle

**MAIS**, c'est surtout grâce à l'apparition des nouveaux habitats plutôt que le bois lui-même !

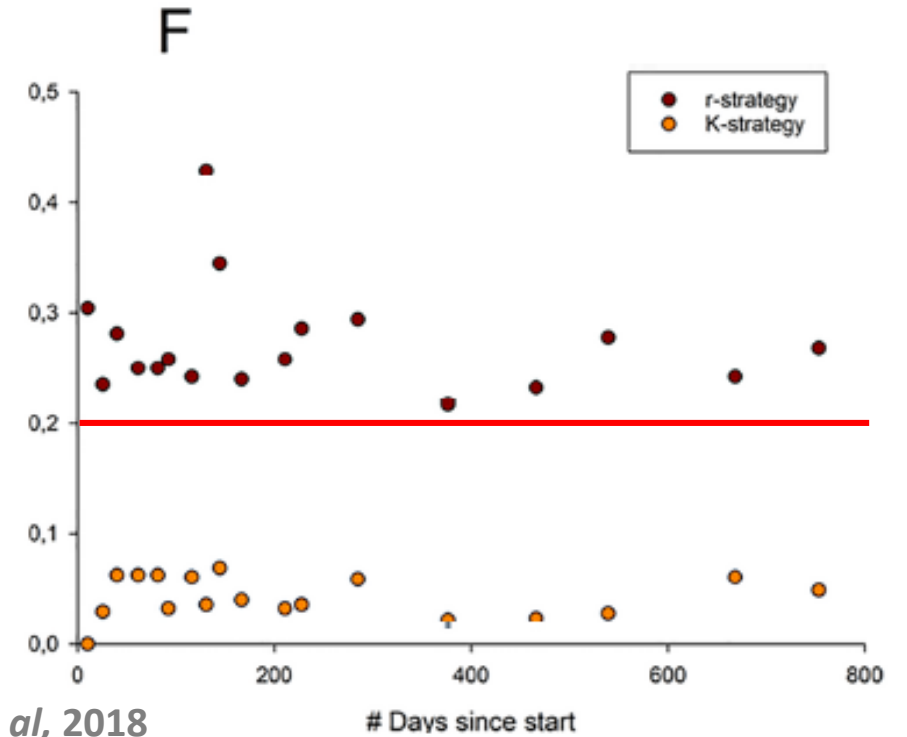


# Importance des connectivités longitudinales et latérales

## Remaniement des habitats

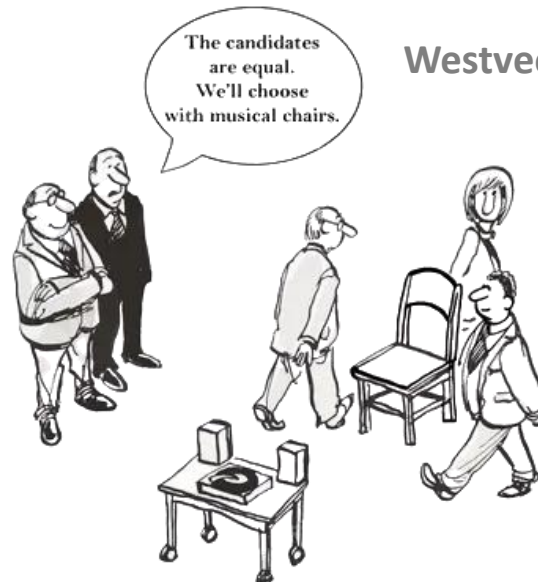


Wathen *et al*, 1995



Westveer *et al*, 2018

Le sable, une fraction solide facilement mobilisable...  
 ...donc des habitats fréquemment remaniés et recolonisés



Habitats sableux : un **turnover important** des communautés, et des **stratégies de reproduction** correspondant à celles d'espèces plutôt pionnières

# Restauration des cours d'eau naturellement sableux

Technique expérimentale : projet de recherche

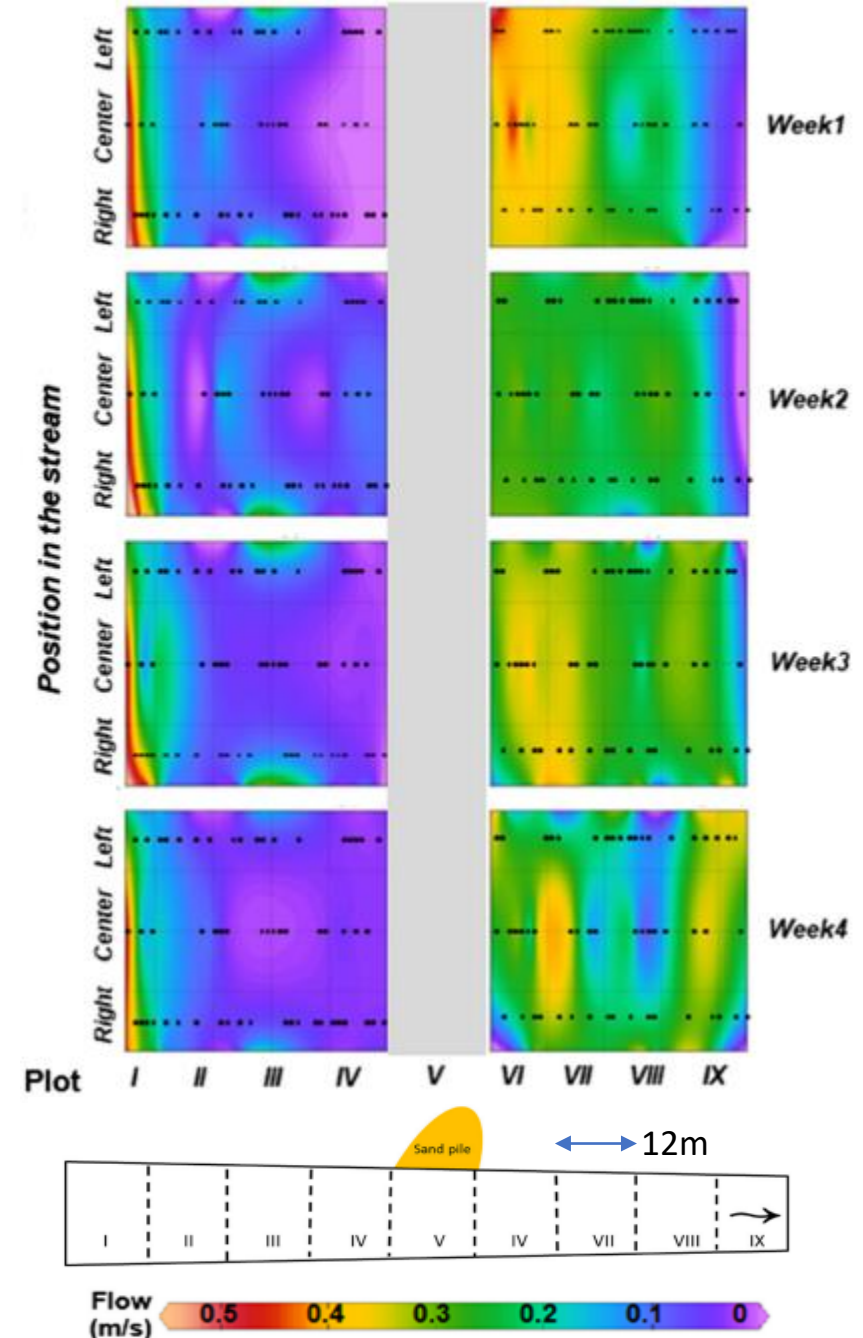
**Technique :** Ajout de sable couplé à des débris de bois en rivière  
(bois = structure de rétention)

**Contexte :** (Dos Reis Oliveira *et al.*, 2019)

Lieu	Pays-Bas (Est : limitrophe avec l'Allemagne)
Substrat	Naturellement sableux, socle granitique
Pente	0,13%
BV amont	24km <sup>2</sup> (secteur aval des TBV, contexte agricole)
Débit interannuel	230L/s (de 1994 à 2018)
Gabarit du lit	4m Lpb 1,5m Hpb (incisé)

## Résultats :

- 1./ Réponse hydromorphologique
  - hétérogénéité des vitesses d'écoulements
  - réhausse partielle du fond du lit
- 2./ Réponse biologique
  - diversité des habitats
  - densité de macro-invertébrés





# Restauration des cours d'eau naturellement sableux

## Recommandations techniques

### 1./ S'assurer de la présence d'éléments de rugosité dans le lit :

- Présence de **bois** (étude de [Quiniou & Piton, 2022](#) : 40% du bois mort accumulé est associé à des dépôts de sables)
- Présence de **tout élément contribuant à la capture du sable en transit et son maintien dans le lit** ([Le Bihan, 2020](#))  
(variation de section du lit, méandres, banquettes, blocs dispersés, végétaux aquatiques...)

### 2./ Cas d'un apport de sable :

- Ajout progressif de sable en maintenant des secteurs vierges sans ajout ([Dos Reis Oliveira et al., 2019](#))
- Replacer les fractions fines dans les mouilles ou sous forme d'atterrissement derrière des éléments de rugosité pour limiter le stress biologique ([Dos Reis Oliveira et al., 2019](#))

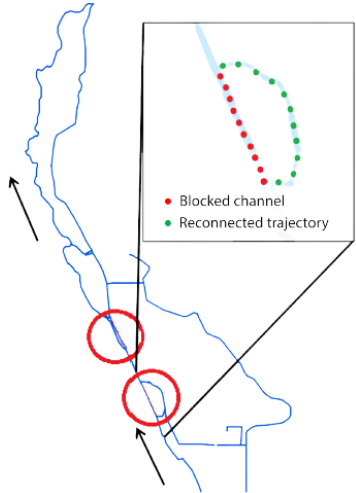


Expérimentations



# Importance des connectivités longitudinales et latérales

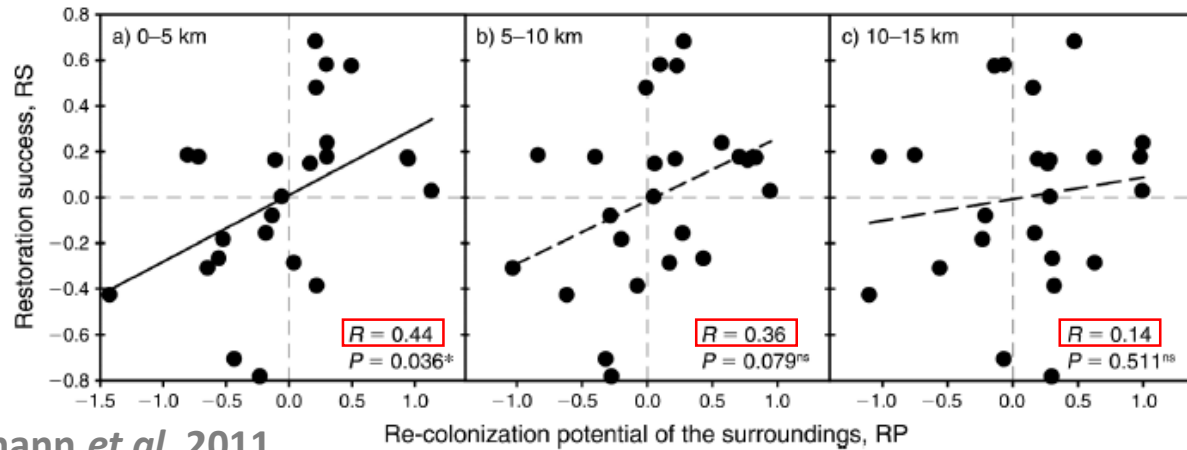
## Connectivités et succès de la restauration Westveer et al, 2018



Remise en thalweg sur un cours d'eau sableux **préservé** : prairies, boisements, parc naturel...

Des **communautés fonctionnelles** présentes en amont et en aval des linéaires restaurés

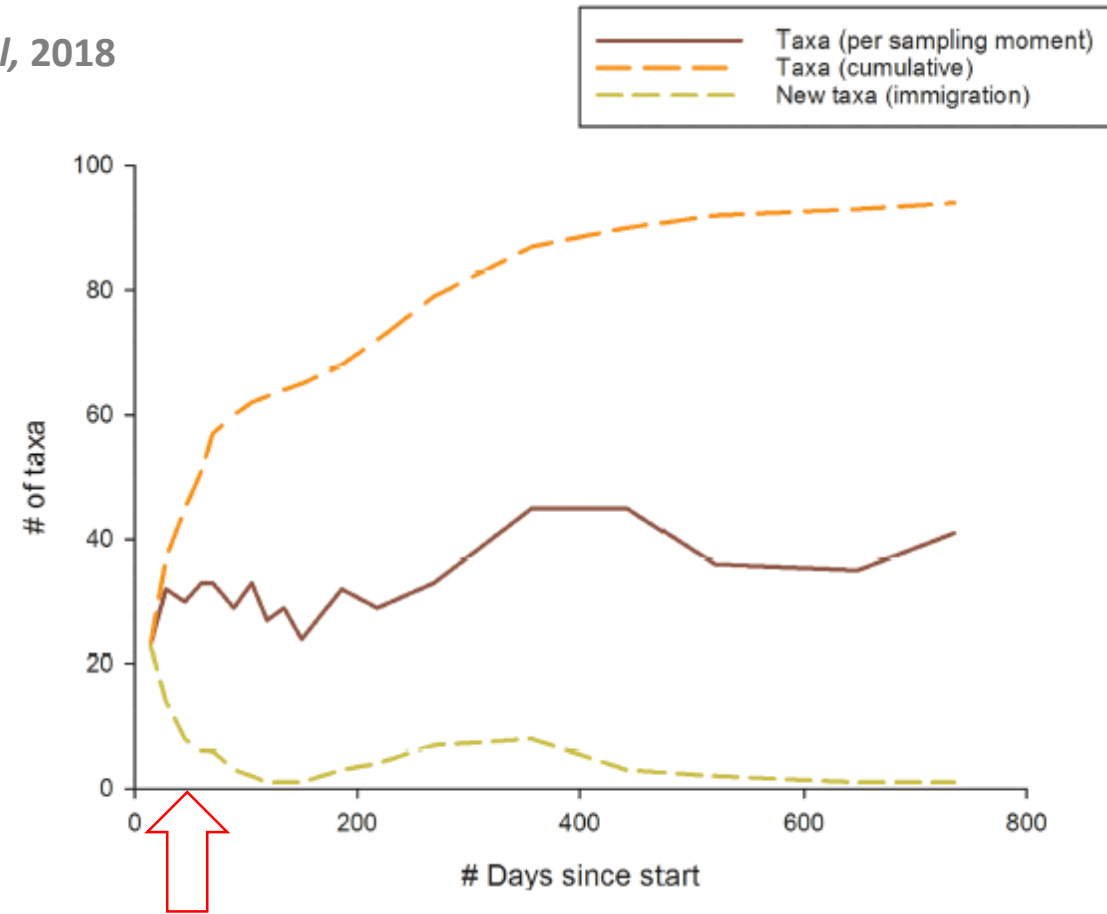
Continuités longitudinale et latérale assurées



Sundermann et al, 2011

Succès d'une restauration : **potentiel de colonisation du site restauré et présence de communautés fonctionnelles dans les environs**

Parkin and Smith, 2011

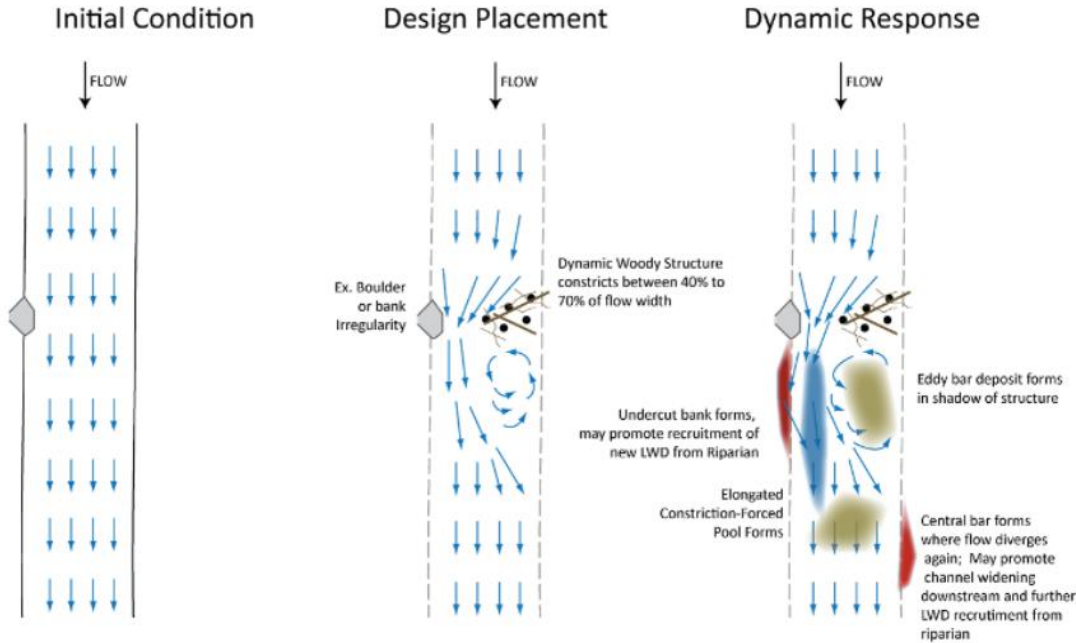
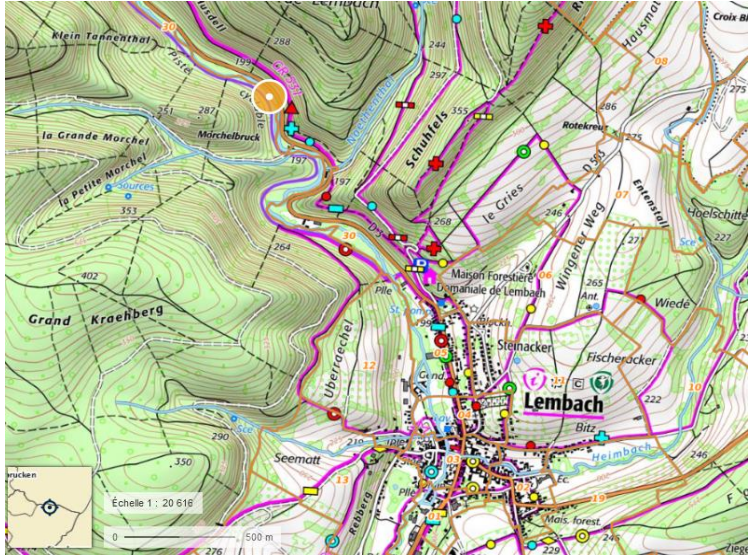


Résultats immédiats pour les invertébrés, **nette augmentation « immédiate » de la biomasse et de la diversité** Westveer et al, 2018



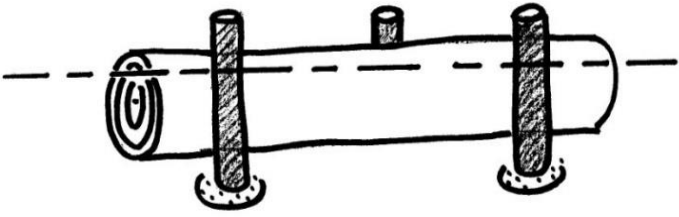
# Recommandations techniques pour les cours d'eau sableux

Quelques exemples d'actions : déflecteurs dans les Vosges du Nord (AAPPMA de Lembach)



- LEGEND**
- Velocity Vectors
  - Wooden Posts (driven into bed)
  - ~ Woody debris of various sizes, shapes & complexity
  - 12" to 18" diameter logs (variable length of 4' to 6' and can be handled by two people)

Wheaton et al., (2012)

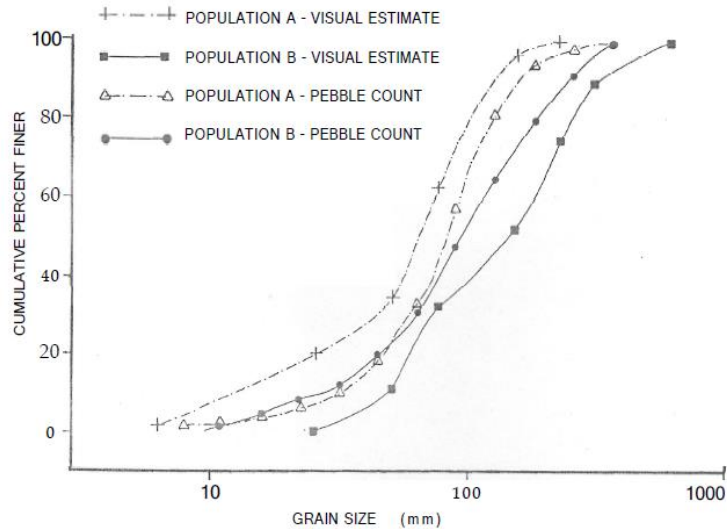




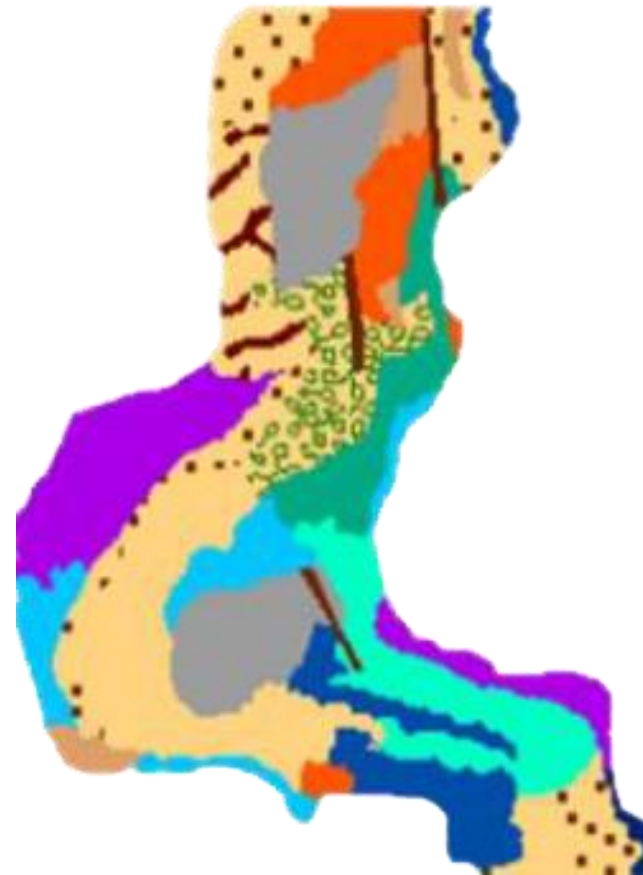
# Restaurer les cours d'eau sableux : expérimenter et suivre !

Construire des retours d'expérience documentés et identifier les bonnes pratiques

Suivre la granulométrie, les profils...



Recenser les faciès, les habitats



Suivre la biologie...



...en particulier les invertébrés, bien souvent **plus « réactifs » à court terme** que les autres compartiments



Beisel and Staentzel, 2021



# Temps d'échanges





**Journal club n°9 :**

**Restauration des cours d'eau forestier**

***Ou bien***

**Restauration et ripisylves**



**Ille & Vilaine**  
LE DÉPARTEMENT



FÉDÉRATION DÉPARTEMENTALE  
**PÊCHE**



agence de l'eau  
Loire-Bretagne



## Références bibliographiques

- **BEISEL, JN., STAENTZEL, C., 2021.** Projet ECOSERV, sous-projet Diversité des espèces : Stratégie avec recommandations d'actions, avec prise en compte des composantes sociales.
- **DOS REIS OLIVEIRA, P. C., KRAAK, M. H., VERDONSCHOT, P. F., & VERDONSCHOT, R. C. (2019).** Lowland stream restoration by sand addition: Impact, recovery, and beneficial effects on benthic invertebrates. *River Research and Applications*, 35(7), 1023-1033.
- **DURAND, J., 1985.** Le grès armoricain. Sédimentologie – Traces fossiles. Milieux de dépôt. *Thèse de doctorat*.
- **ELOSEGI, A., DÍEZ, J., & MUTZ, M. (2010).** Effects of hydromorphological integrity on biodiversity and functioning of river ecosystems. *Hydrobiologia*, 657(1), 199-215.
- **KONDOL, G.M., Li, S., 1992.** The pebble count technique for quantifying surface bed material size in instream flow studies. *Rivers*, 3 (2), 80-87.
- **LE BIHAN, M., LEDOUBLE, O., BARRY, J., & HUBERT, A. (2019).** Le bocage, une des clés de la fonctionnalité des cours d'eau en tête de bassin versant. *Sciences Eaux & Territoires*, (30), 60-65.
- **LE BIHAN, M. (2020).** Connaissances généralistes sur la restauration des cours d'eau.
- **MALAVOI, J. R., & BRAVARD, J. P. (2011).** Éléments d'hydromorphologie fluviale. Édité par l'Onema (Office national de l'eau et des milieux aquatiques), 2010, 224 p. En ligne sur: <http://www.onema.fr/hydromorphologie-fluviale>. *Physio-Géo. Géographie physique et environnement*, (Volume 5), 1.
- **QUINIQU, M., & PITON, G. (2022).** *Embâcles: concilier gestion des risques et qualité des milieux. Guide de diagnostic et de recommandations* (Doctoral dissertation, ISL Ingénierie; INRAE).
- **PARKYN, S.M., SMITH, B.J., 2011.** Dispersal constraints for stream invertebrates: setting realistic timescales for biodiversity restoration. *Environmental management*, 48 (3), 602-614.
- **PILOTTO, F., BERTONCIN, A., HARVEY G.L., WHARTON, G., PUSCH, M.T., 2014.** Diversification of stream invertebrate communities by large wood. *Freshwater biology*, 59, 2571-2583.
- **ROSENFELD, J., HOGAN, D., PALM, D., LUNDQUIST, H., NILSSON, C., & BEECHIE, T. J., 2011.** Contrasting landscape influences on sediment supply and stream restoration priorities in Northern Fennoscandia (Sweden and Finland) and Coastal British Columbia. *Environmental Management*, 47 (1), 28–39. <https://doi.org/10.1007/s00267-010-9585-0>

## Références bibliographiques

- **SUNDERMANN, A., STOLL, S., HAASE, P., 2011.** River restoration success depends on the species pool of the immediate surroundings. *Ecological applications*, **21** (6), 1962-1971.
- **WATHEN, S.J., FERGUSON, B.I., HOEY, T.B., WERITTY, A., 1995.** Unequal mobility of gravel and sand in weakly bimodal river sediments. *Water resources research*, **31** (8), 2087-2096.
- **WESTVEER, J.J., VAN DER GEEST H.G., VAN LOON E.E., VERDONSCHOT P.F.M., 2018.** Connectivity and seasonality cause rapid taxonomic and functional trait succession within an invertebrate community after stream restoration. *PLoS ONE*, **13** (1).
- **WHEATON, J. M., BENNETT, S. N., BOUWES, N., CAMP, R., 2012.** Cheap and Cheerful Stream Restoration – An Example of System Wide Woody Addition Treatment. *American Geophysical Union, Fall Meeting 2012*.
- **WOLMAN, G., 1954.** A method of sampling coarse river-bed material. *Transactions, American Geophysical Union*, **35** (6), 951-956.