

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



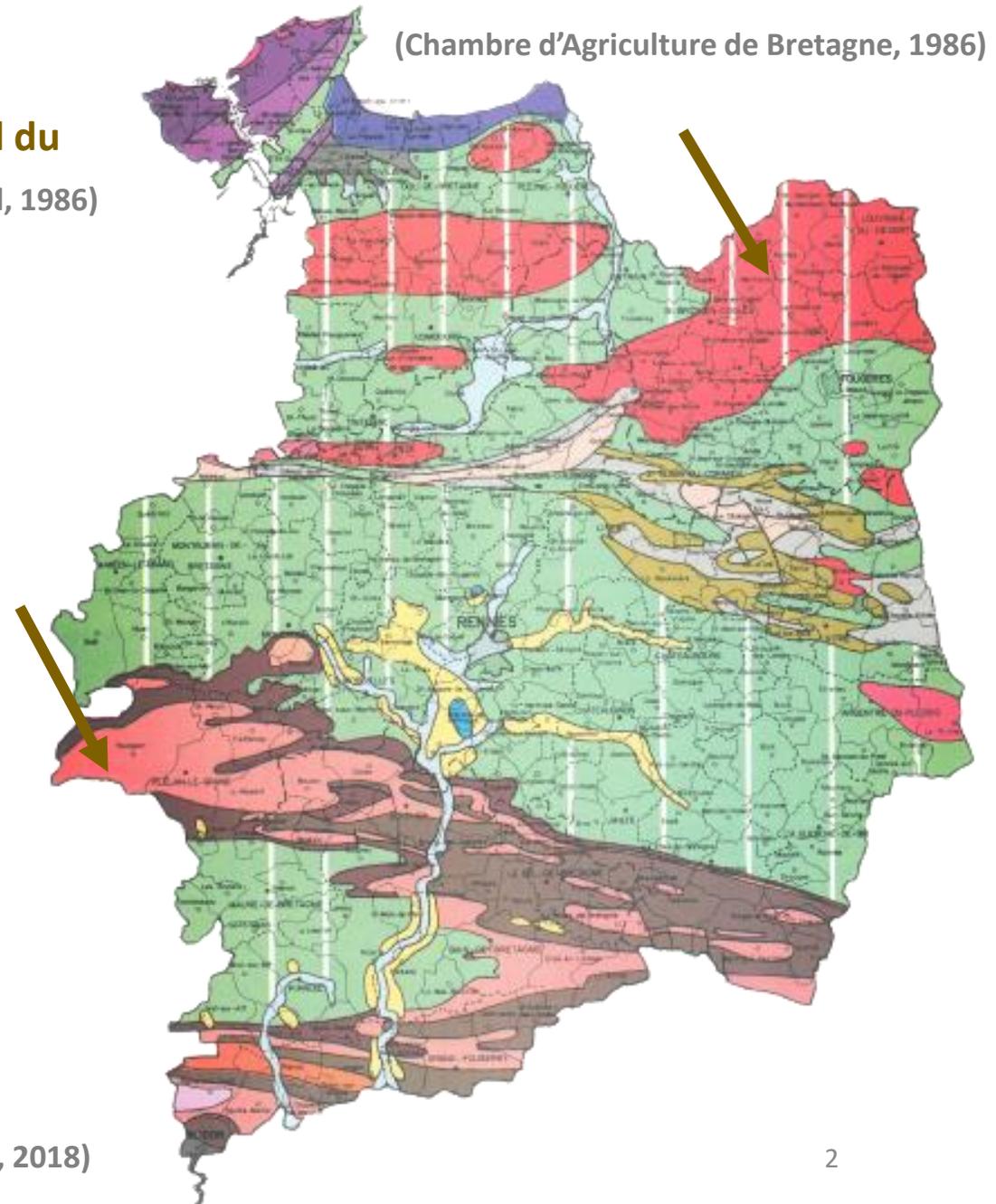
Le sable dans nos cours d'eau d'Ille-et-Vilaine

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



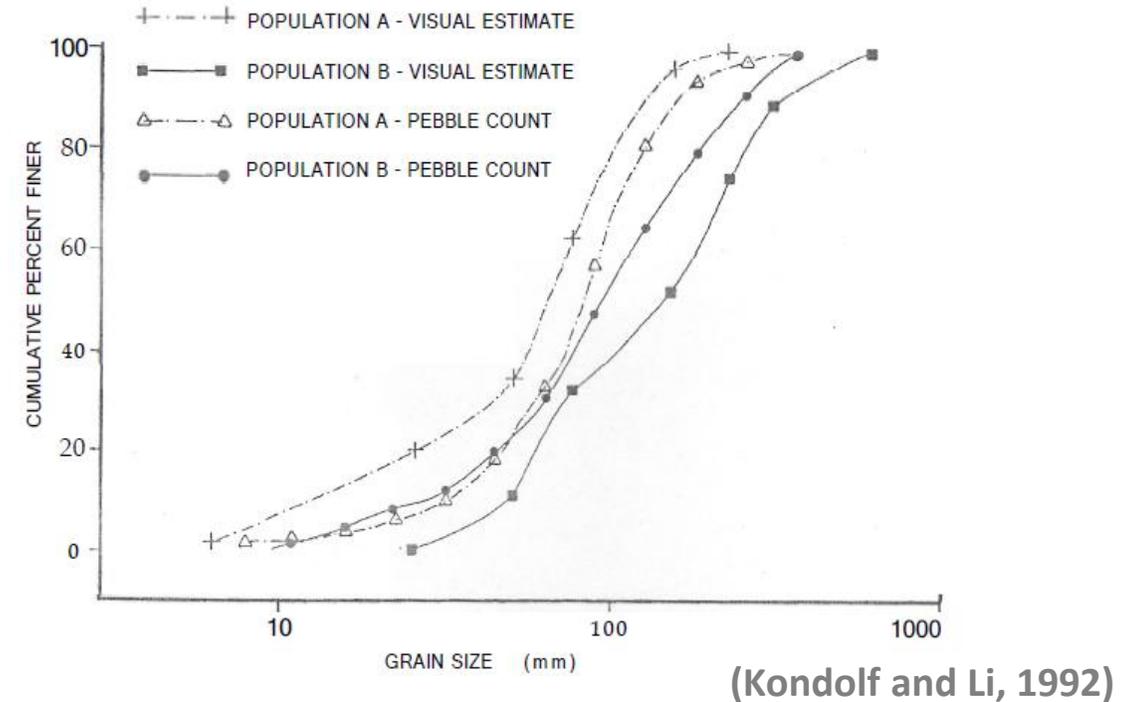
Des roches résistantes, subissant une altération surtout chimique, et à la fin, il ne reste plus que les quartz (ou presque)...

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



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	4-8	GF
Sables Grossiers	0,5-2	SG
Sables Fins	0,0625-0,5	SF
Limons	0,0039-0,0625	L
Argiles	< 0,0039	A



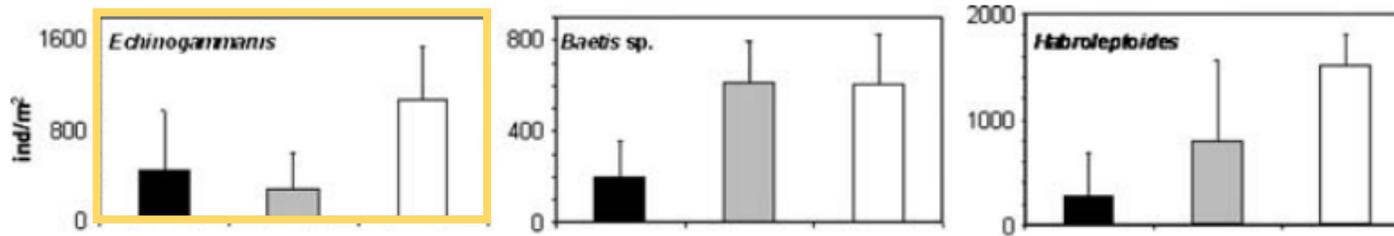
Classification de Wentworth (1922)

- ✓ 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)

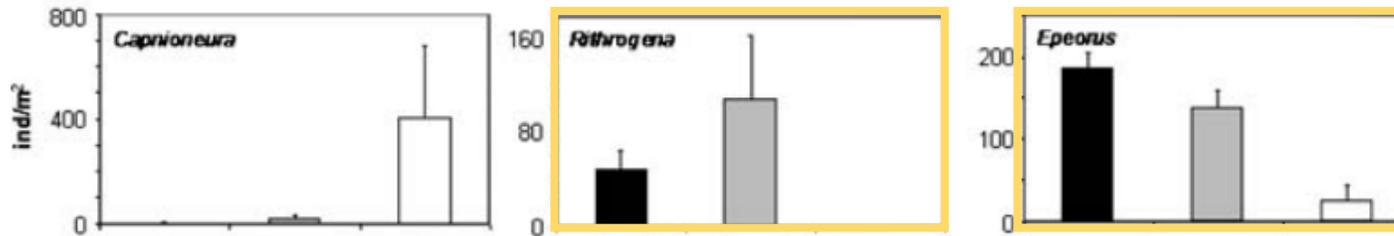
Le sable : un habitat naturel pour certaines espèces

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

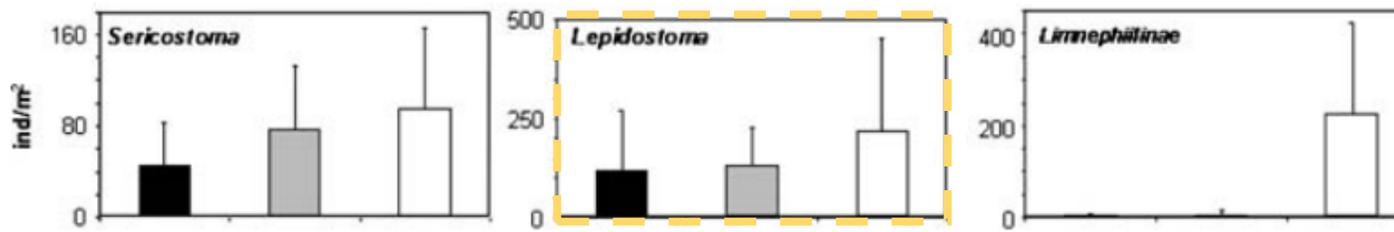
Gammares (*1)



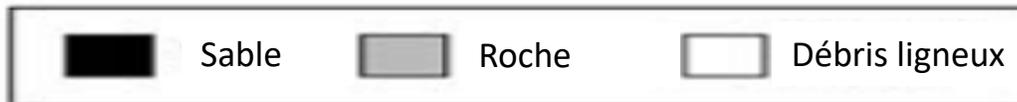
Ephéméroptères rhéophiles (*5)



Trichoptères (*3)



Elosegi *et al.*, 2010



@Bretagne_Vivante

(Malavoi & Bravard, 2011)



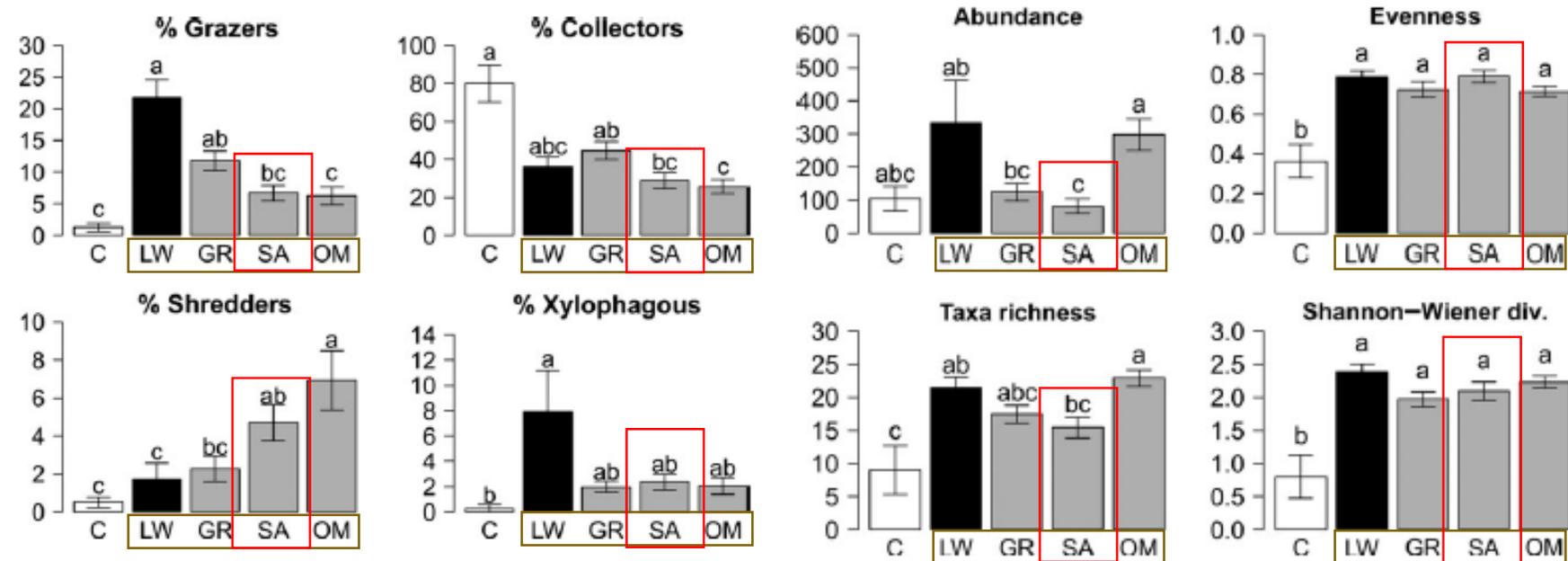
@Péchar

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

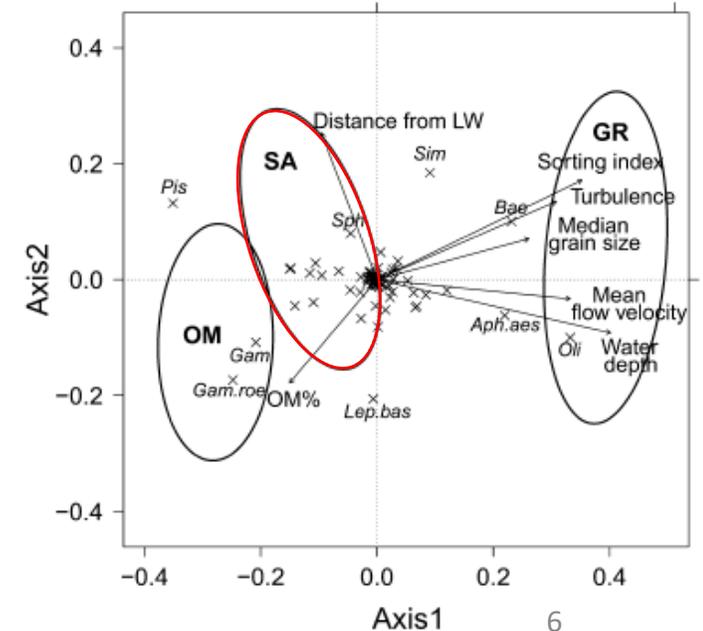
Le bois active les dépôts, l'érosion, diversifie les écoulements : création d'habitats, fosses, dépôts de sable ou de MO



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

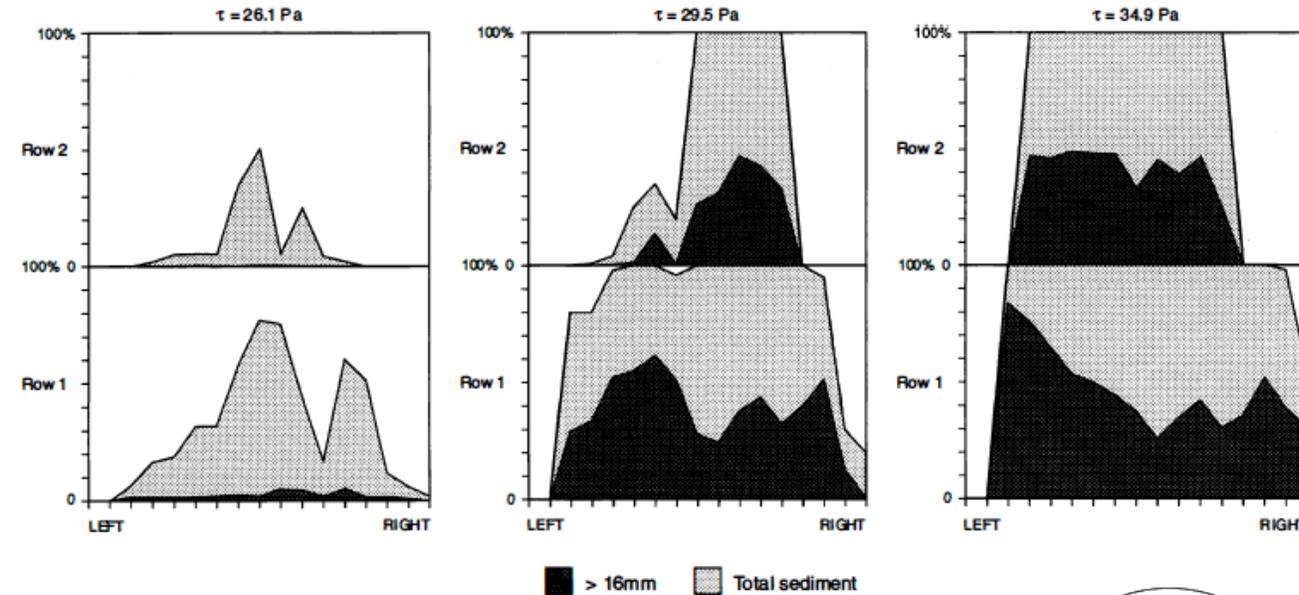
La présence de bois fait **exploser la biomasse et la diversité d'invertébrés : +110 et +168%** par rapport aux sites de contrôle

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

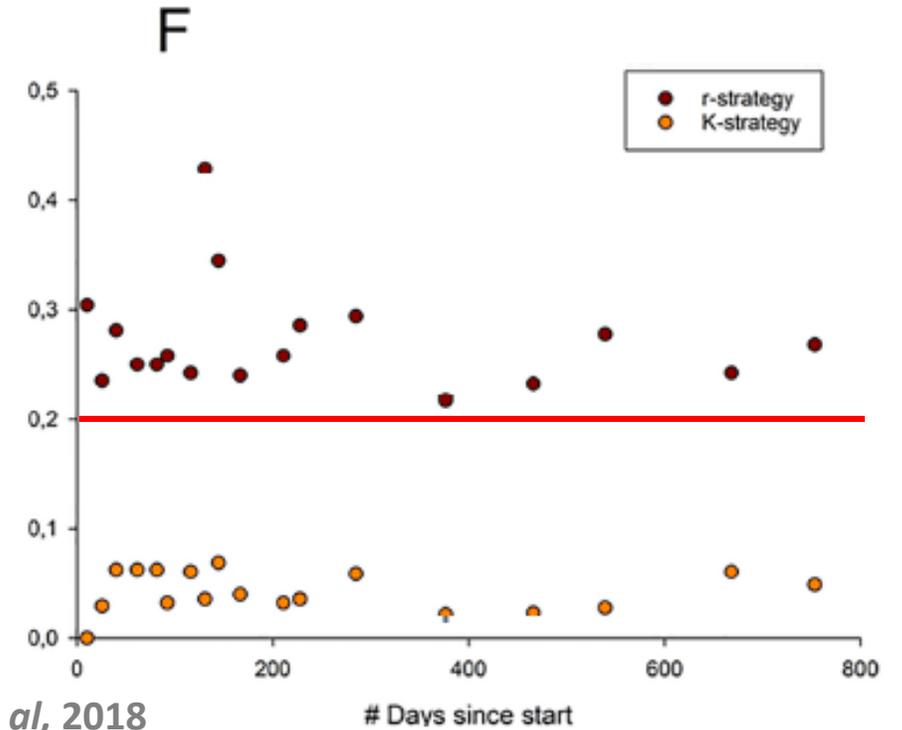


Importance des connectivités longitudinales et latérales

Remaniement des habitats

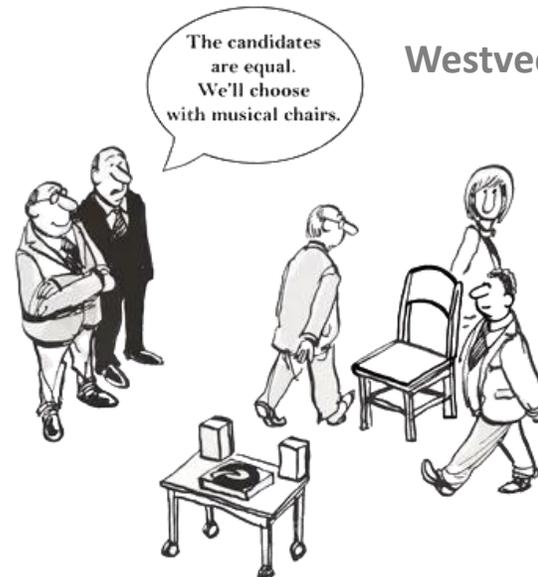


Wathen *et al*, 1995



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

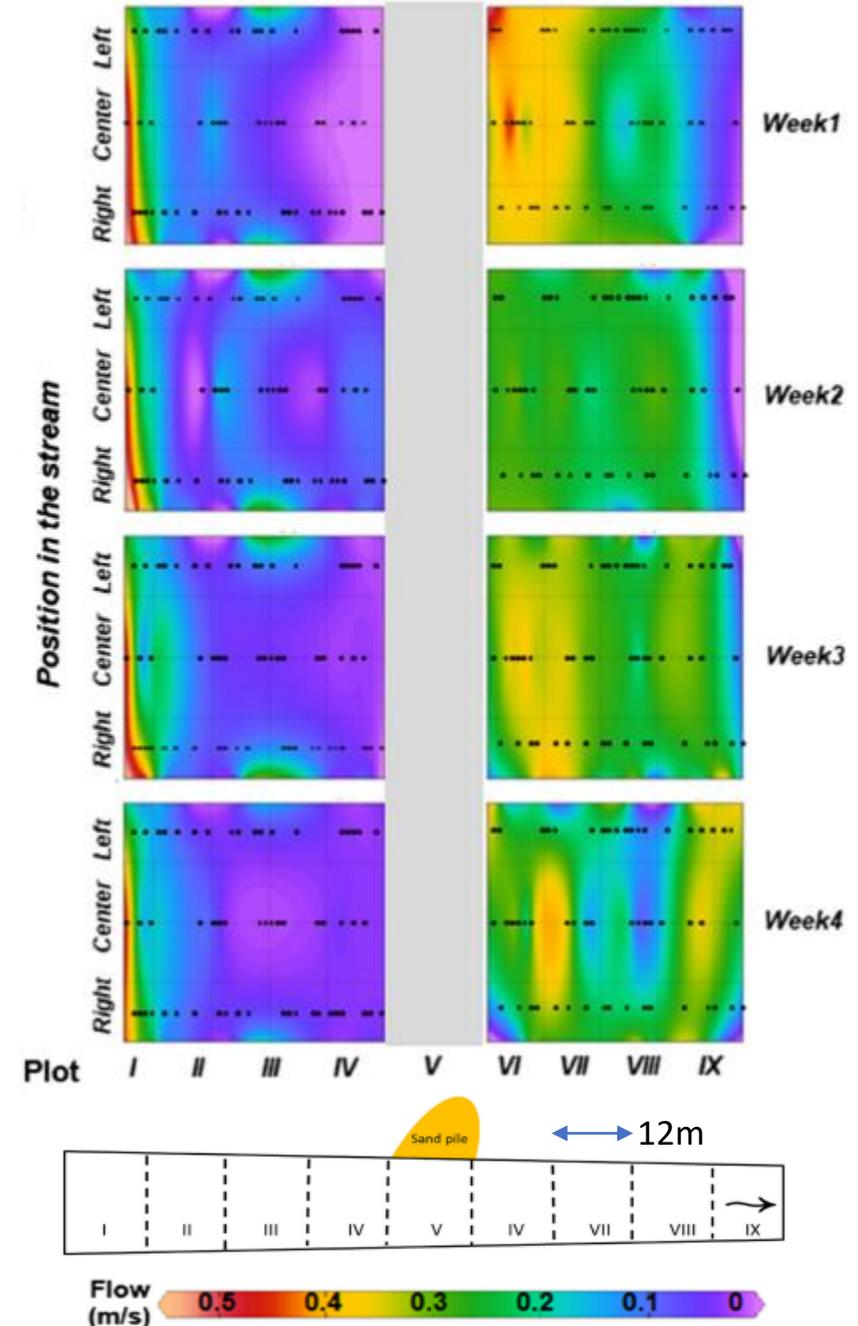
Technique : Ajout de sable couplé à des débris de bois en rivière
(bois = structure de rétention)

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 ² (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 rugosités pour limiter le stress biologique ([Dos Reis Oliveira et al., 2019](#))

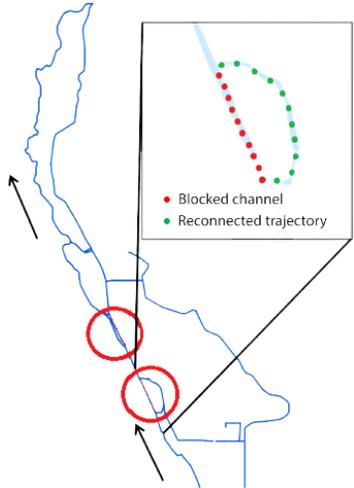


Expérimentations



Importance des connectivités longitudinales et latérales

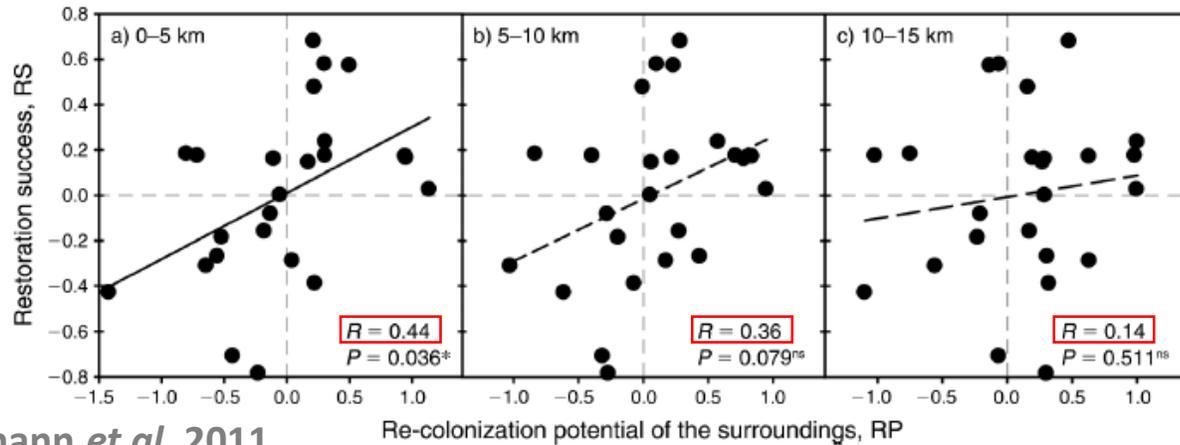
Connectivités et succès de la restauration *Westveer et al, 2018*



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

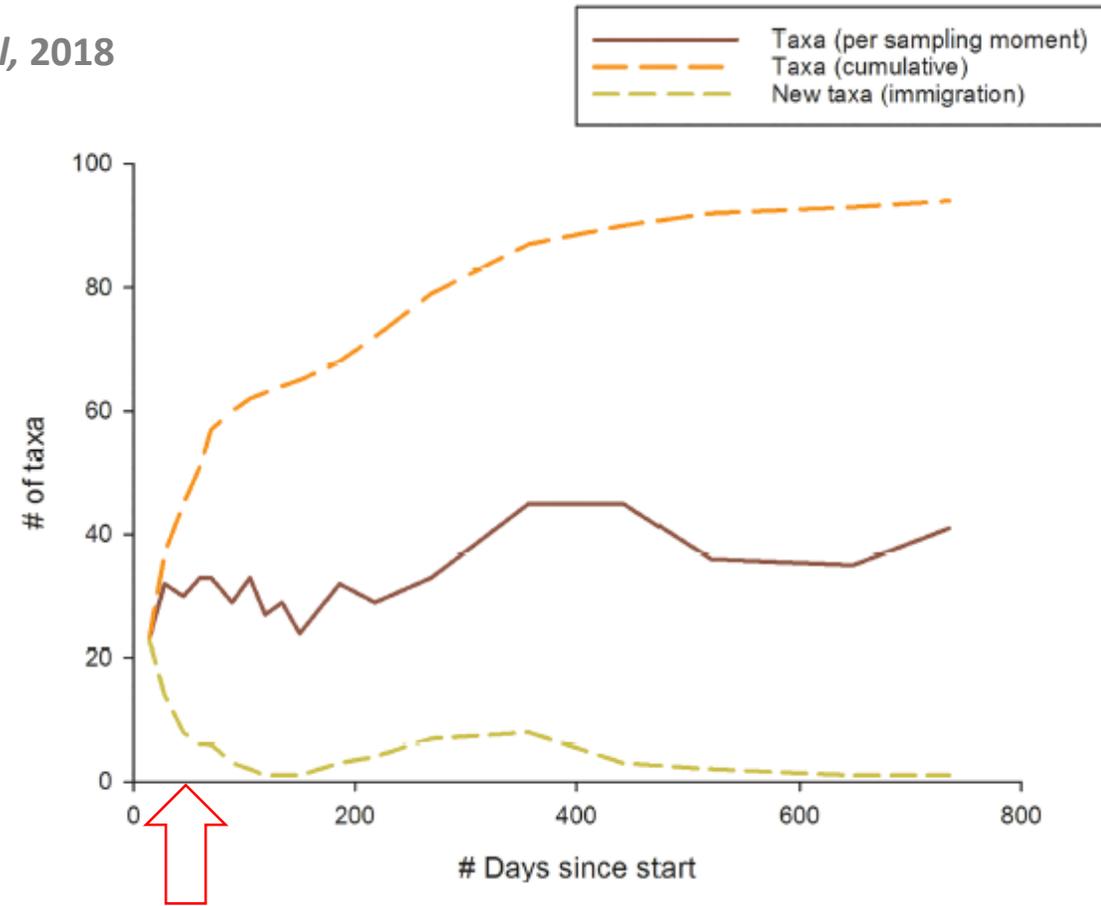
Continuités longitudinale et latérale assurées



Sundermann et al, 2011

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

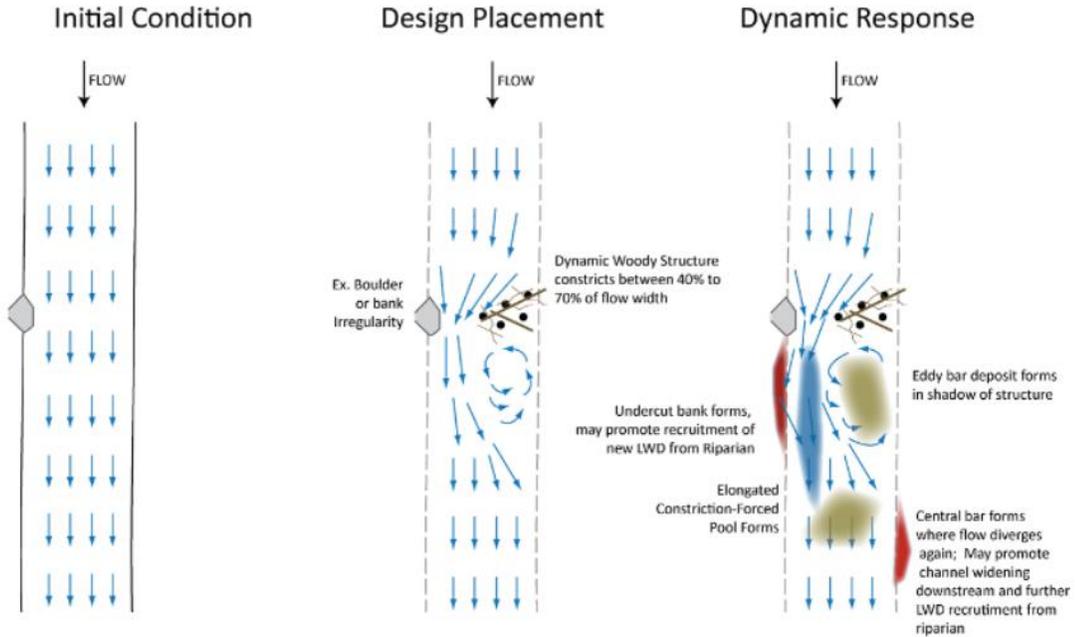
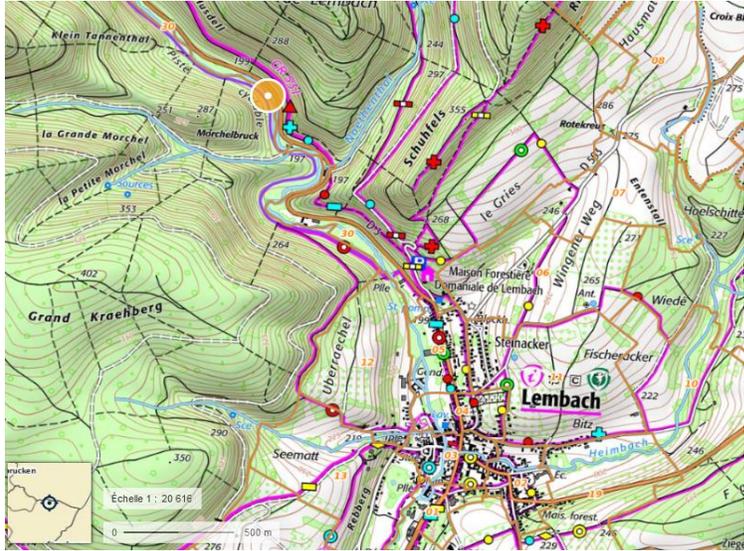
Parkin and Smith, 2011



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

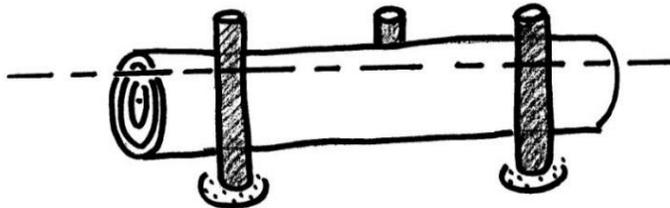
Recommandations techniques pour les cours d'eau sableux

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)

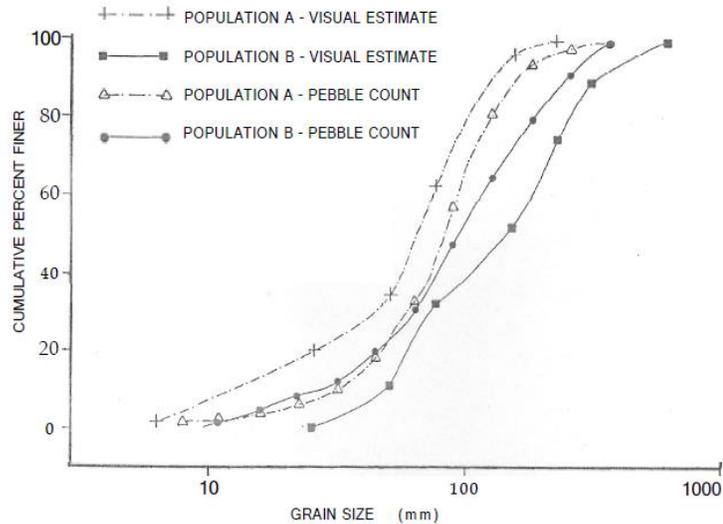
Wheaton et al., (2012)



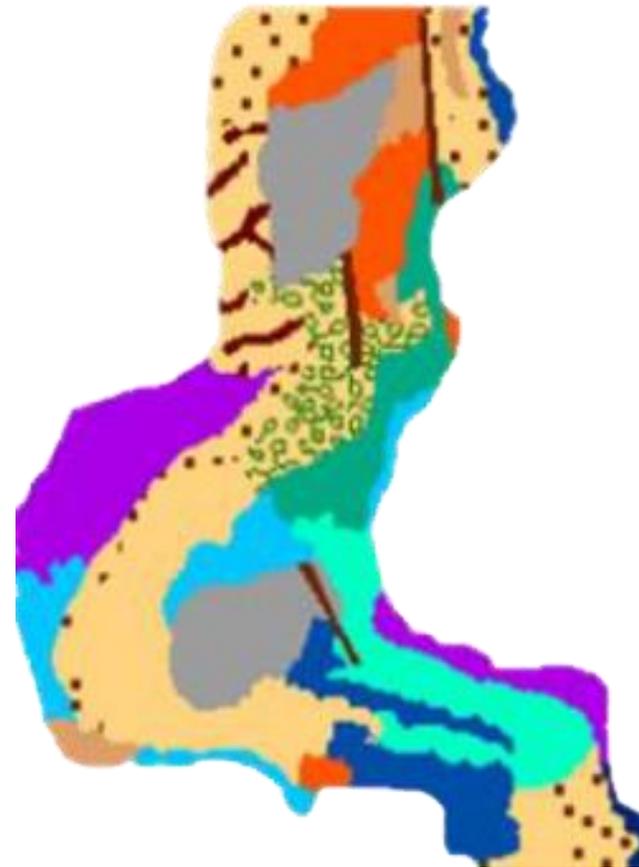
Restaurer les cours d'eau sableux : expérimenter et suivre !

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.