

Retour d'expérience : restauration du Meleuc – éléments théoriques

ATBVB, SBC Dol, ASTER35

02.06.2023



ATBVB

association des techniciens
de bassins versants bretons



SBCDol

BASSINS CÔTIERS
région de Dol de Bretagne



Ille & Vilaine

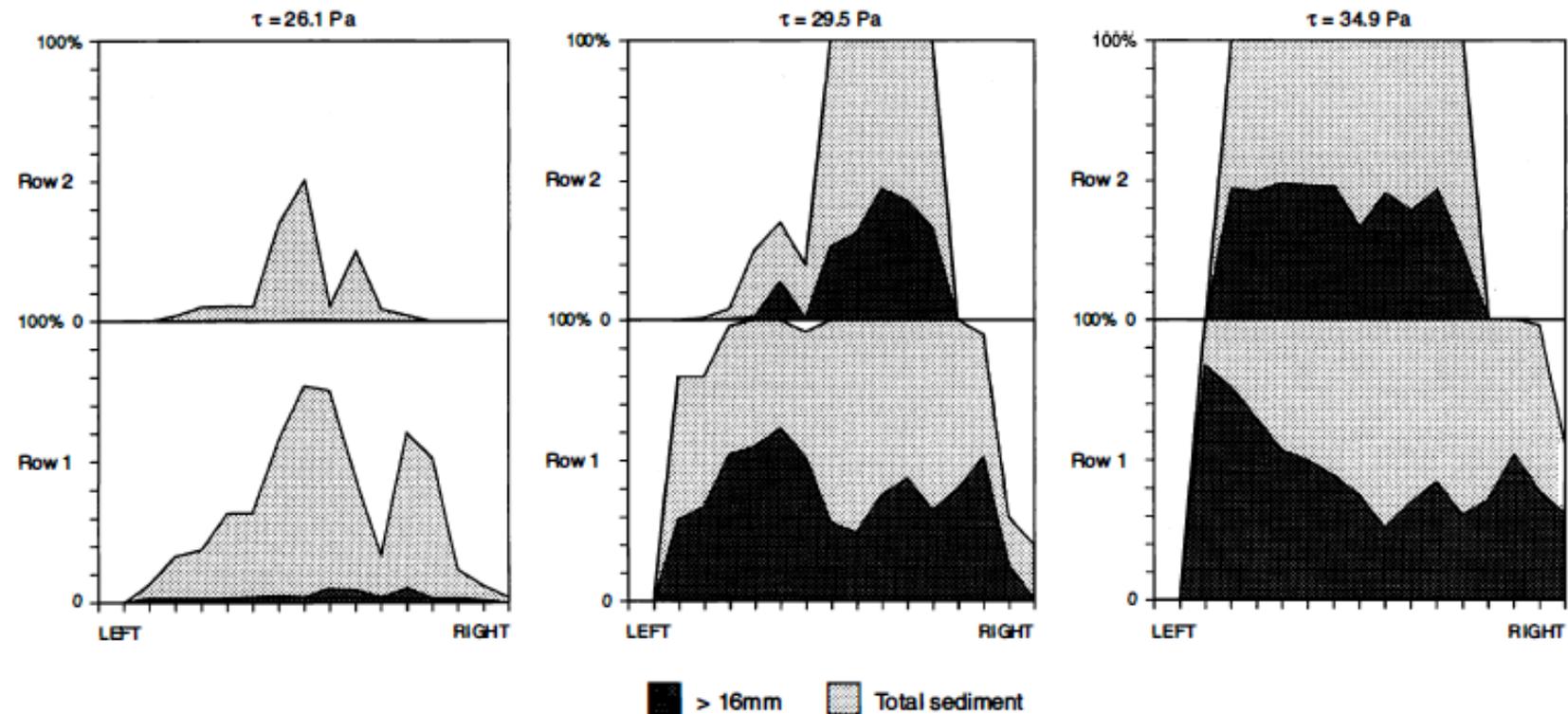
LE DÉPARTEMENT

1) Le sable - fraction fine mobile

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

- Une fraction granulométrique parmi les **plus fines**
- Aisément mobilisable, y compris par des **courants à énergie modérée**
- Peut être **facteur de stress biologique** mais peut aussi constituer le **substrat majoritaire sur certains BV (géologie granite ou grès)**
- Important de le prendre en compte lors du dimensionnement

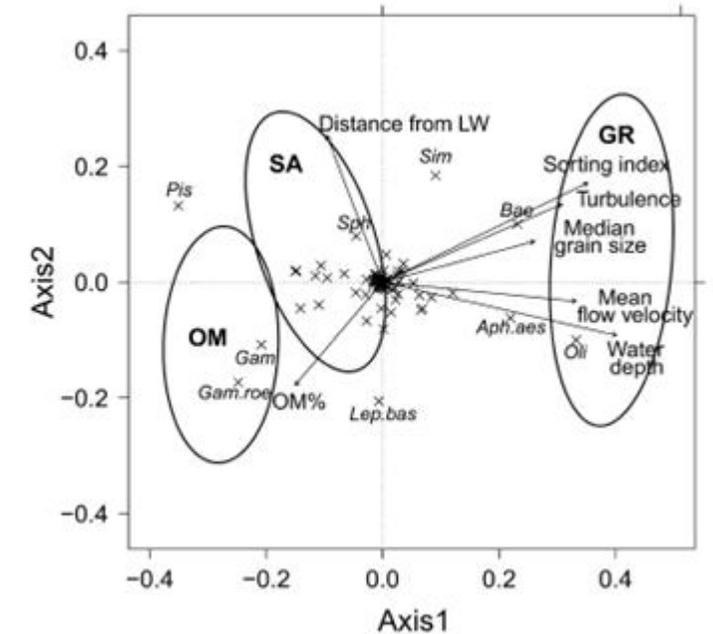
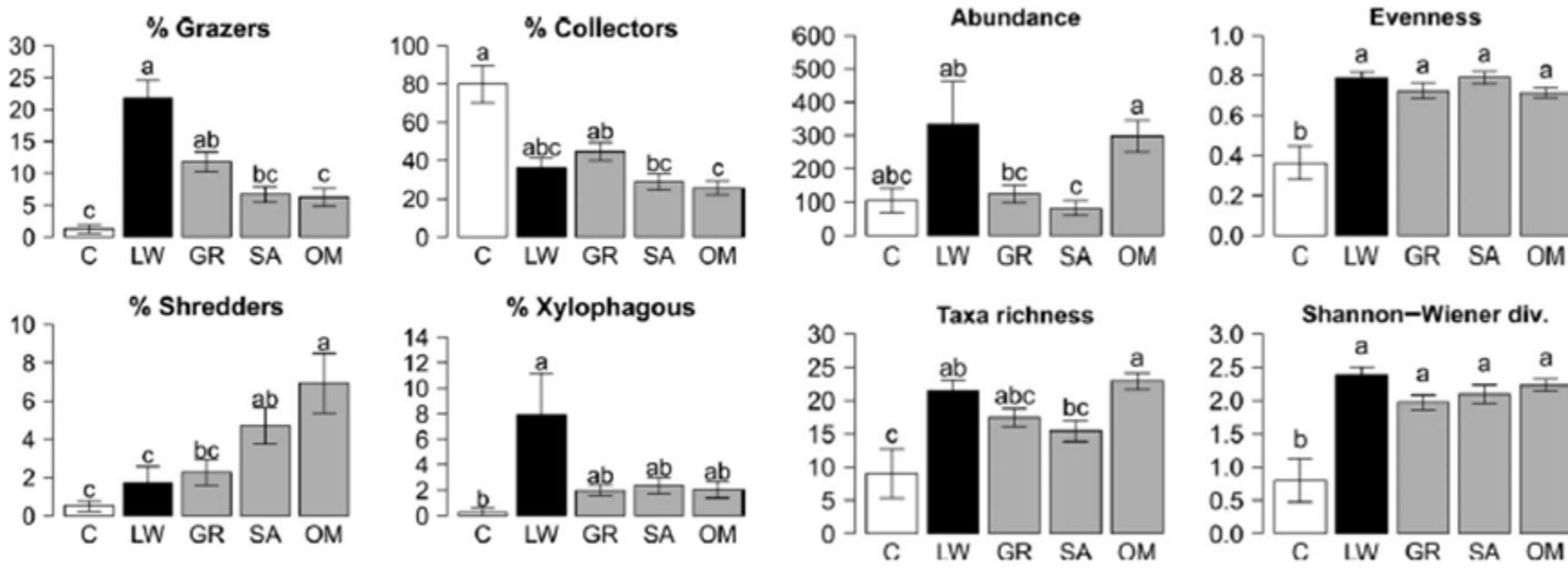
- Le sable sera **toujours la première fraction mobilisée**, ou presque...
- Donc une **fraction remaniée bien plus souvent**
- Caractère encore plus essentielle de la rugosité naturelle pour le maintien de cette fraction



1) Le sable – des habitats spécifiques

Pilotto *et al*, 2014 ; Diversification of stream invertebrate communities by large wood

Principe de l'étude : ajout manuel et naturel de bois (rivière sableuse de rang 3 en Pologne, paysage préservé, ripisylve boisée d'aulnes), suivi des habitats et suivis invertébrés

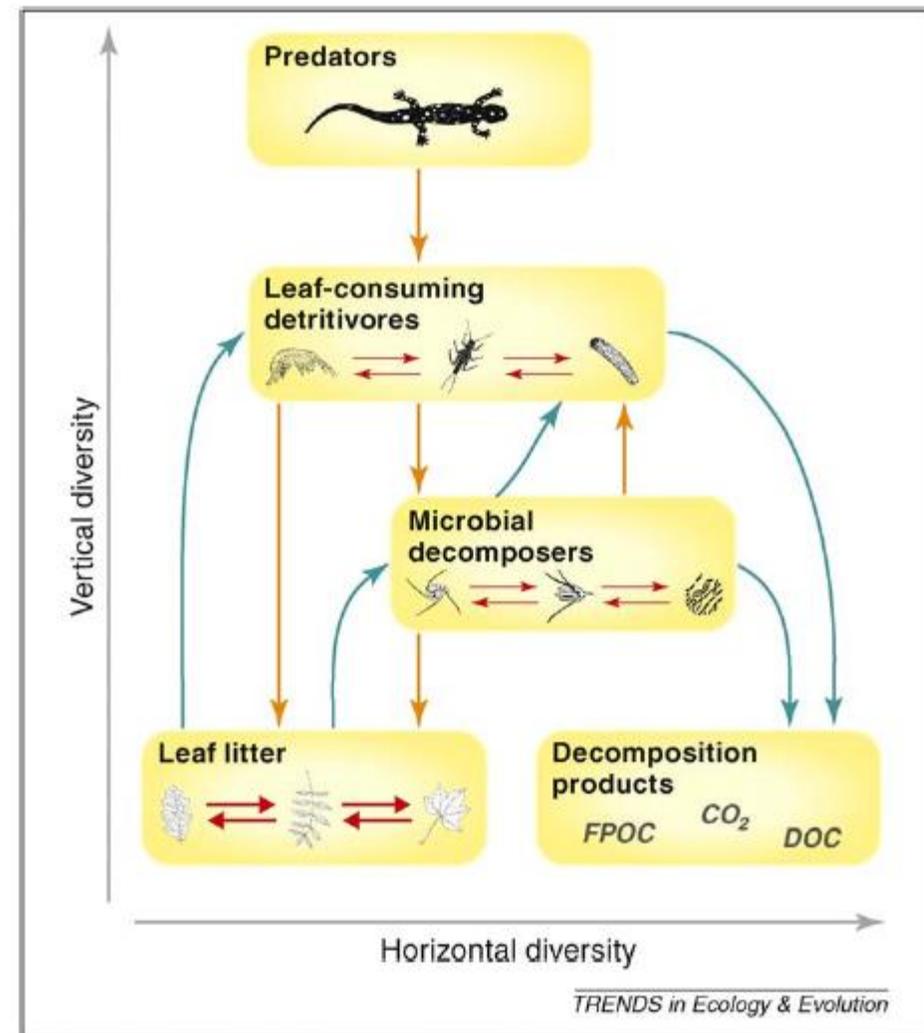


- Le bois est un habitat en lui-même, mais c'est **surtout la diversification des écoulements** qui permet la mise en place de nombreux autres habitats diversifiés (LW : bois ; GR : graviers ; SA : sable ; OM : matières organiques)
- Ajout de bois : **explosion de la Richesse (+110%) et de la Diversité (+168%) en invertébrés**, par rapport aux sections de contrôle (C)
- **Le sable en tant qu'habitat est spécifique a un certain nombre d'espèces d'invertébrés**, et a donc une valeur particulière pour une certaine biodiversité

2) Biodiversité – importance des cours d'eau forestiers

Gessner *et al*, 2010 ; Diversity meets decomposition

Principe de l'étude : revue de bibliographie sur la décomposition de litière en milieu forestier et cours d'eau forestiers



- Améliorer la **diversité d'un compartiment, c'est avoir un impact sur l'ensemble de la chaîne** : encore plus vrai en milieu forestier
- Pour un cours d'eau forestier, la **diversité commence dès la litière** qui se dépose dans l'eau
- Les **conditions abiotiques du cours d'eau renforcent encore la diversité de modalités de décomposition** de la litière et donc de décomposeurs

Table I. Environmental contrasts relevant to decomposer communities and decomposition in forest floors and streams

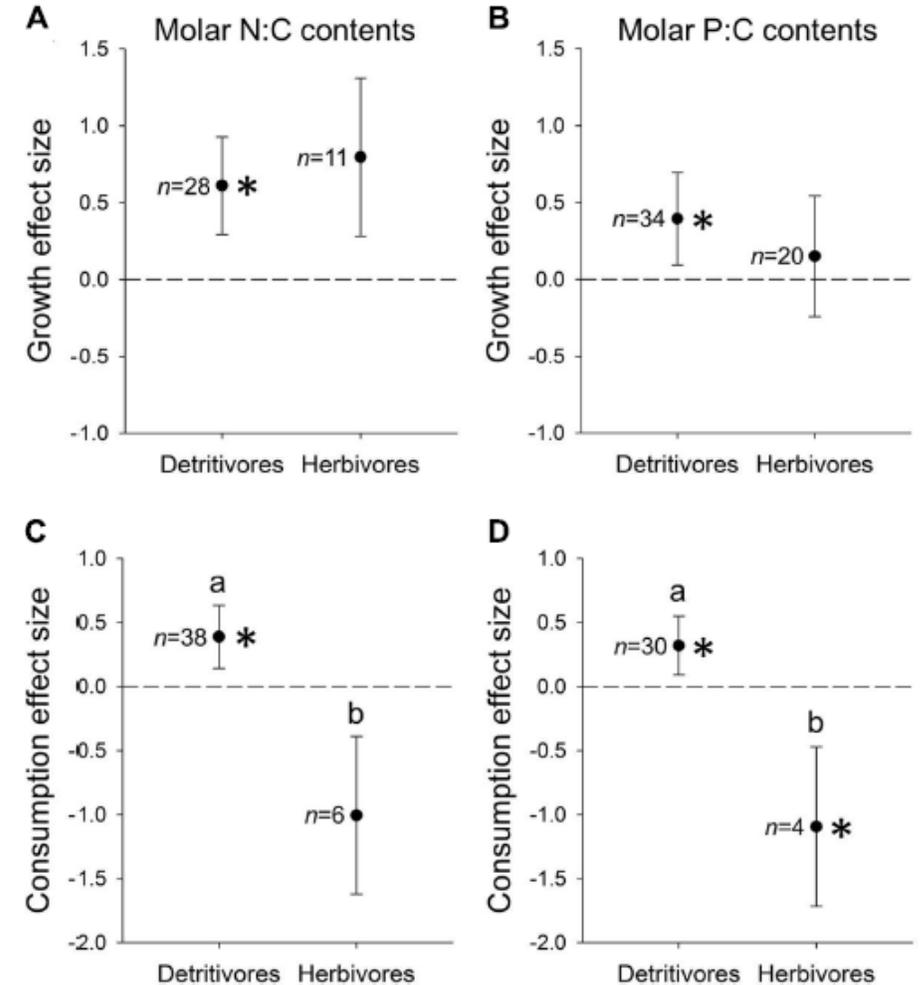
Feature	Forest floors	Forest streams
Moisture availability	Typically a key factor limiting biological processes, including leaf litter decomposition	Not limiting for biological processes, except during extreme drought
Temperature variability	Often strong temporal fluctuations at diel, seasonal and other scales	Moderate temperature fluctuations
Nutrient limitation	Weathering and leaching results in increasing nutrient limitation	Nutrient limitation mitigated by constant supply through flowing water, although concentrations can still be limiting
Extraneous carbon supply	Supply of labile carbon through roots can facilitate degradation of refractory litter constituents (priming effect)	Dissolved organic carbon supplied with flowing water is mostly refractory
Spatial heterogeneity	Horizontally rather homogeneous litter carpet, but litter layering results in strong vertical gradients in moisture, temperature, pH, etc.	Litter accumulates in discrete patches that are only connected and sometimes redistributed by water flow
Disturbance	Storms, landslides or flooding are mostly rare stochastic events not regularly affecting decomposer systems; freezing, drought and fire can be common	Frequent but often temporally unpredictable bed-moving floods; other disturbances such as debris flows, fire or droughts are rare

2) Biodiversité – mieux vaut manger que faire à manger

Evans-White and Halvorson, 2017 ; Comparing the ecological stoichiometry in green and brown food webs – a review and meta-analysis of freshwater food webs

Principe de l'étude : revue de bibliographie et analyse statistiques d'un jeu de données issues de la revue décrivant les consommations de nutriments par les invertébrés detritivores et herbivores

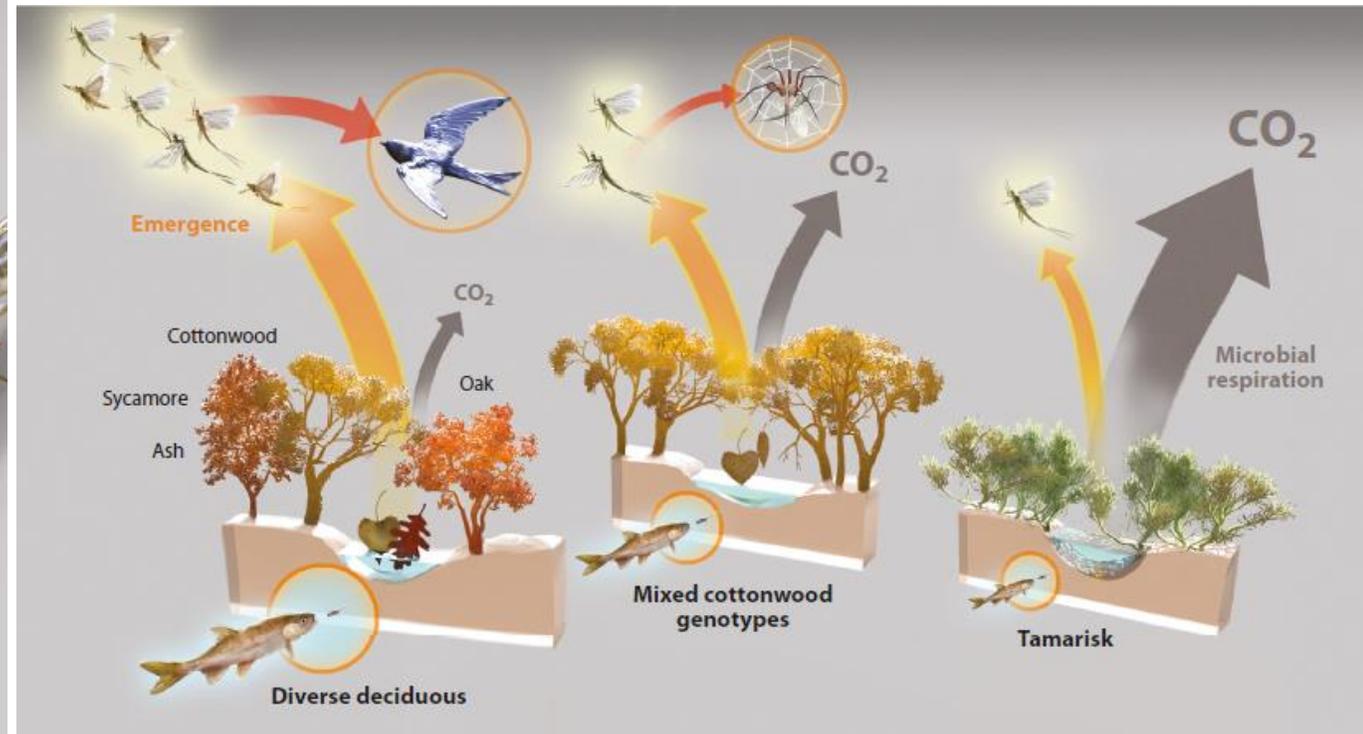
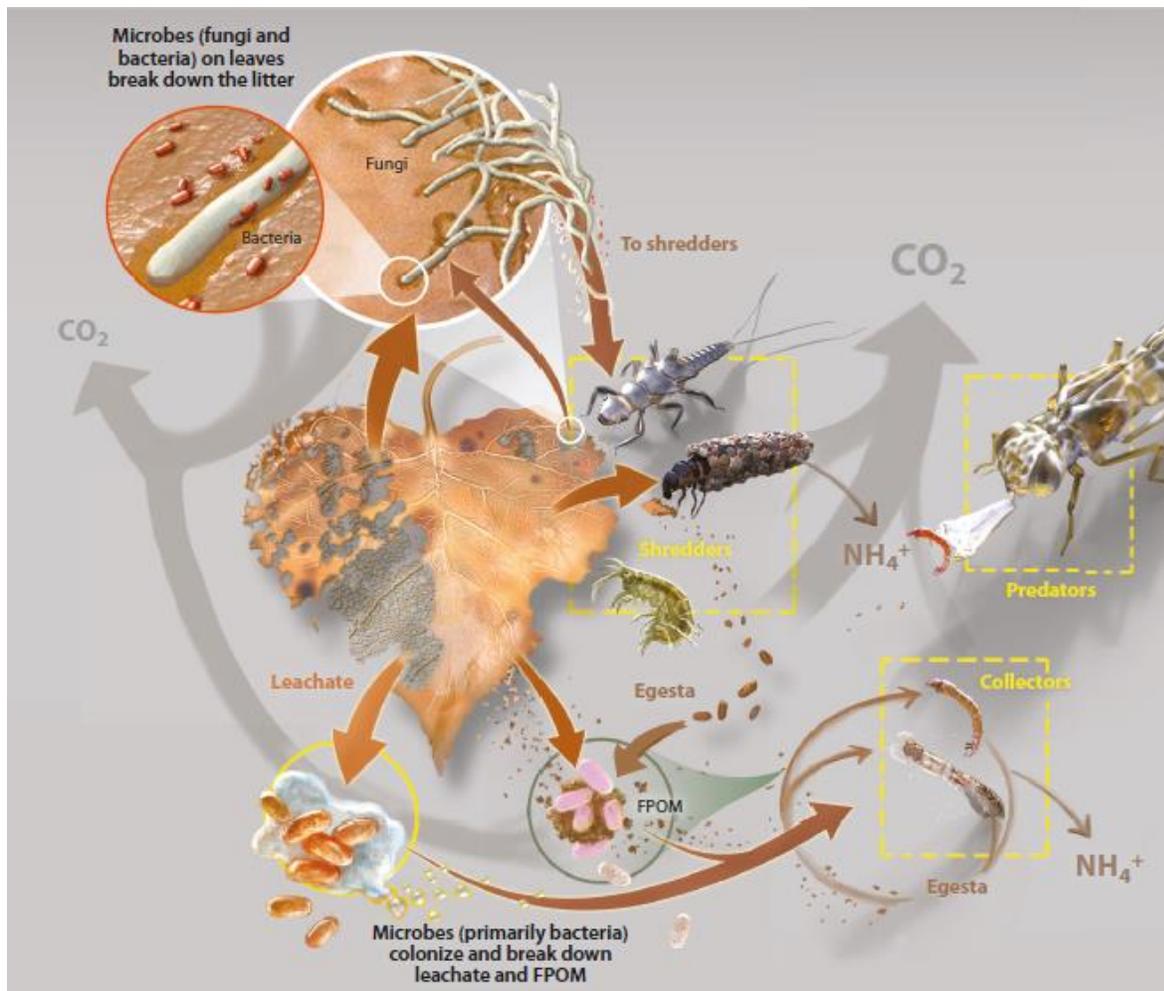
- Les cours d'eau forestier présente une **chaîne trophique essentiellement hétérotrophe** : l'entrée de nutriment dans la chaîne se fait **grâce aux décomposeurs qui consomment du bois ou de la litière**
- L'étude compare les niveaux de consommation de nutriments et donc d'entrée dans la chaîne trophique par les groupes de détritivores et d'herbivores
- Il apparaît que les deux groupes adoptent des comportements différents : lorsque le niveau de ressource augmente (Carbone, Azote, Phosphore), la **consommation des détritivores augmente significativement** en réponse (présence d'une *), avec des effets visibles sur la croissance des individus ; **ce n'est pas le cas pour les herbivores**
- On peut en conclure que les **flux d'énergie et de nutriments sont plus importants au sein d'un réseau hétérotrophe** (en cours d'eau), alimentant donc une biodiversité plus importante



2) Biodiversité – mieux vaut manger diversifié

Marks, 2019 ; Revisiting the fates of dead leaves that fall into streams

Principe de l'étude : revue de bibliographie sur le devenir de la litière forestière en cours d'eau

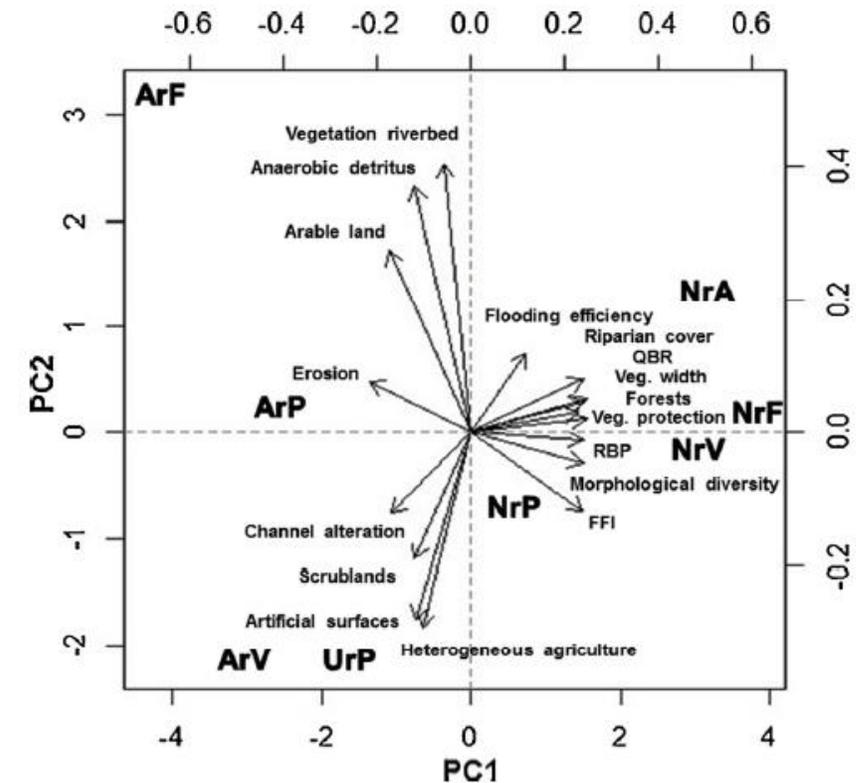


2) Biodiversité – rugosité, hétérogénéité, biodiversité

Ramião, 2020 Riparian land use and stream habitat regulate water quality

Principe de l'étude : comparaison de cours d'eau portugais de rang 3, comparaison sur l'occupation des sols de la bande riveraine, la qualité des habitats et la qualité chimique de l'eau

Stream reach	FFI		RBP		QBR	
	Stream functioning	Score	Habitat condition	Score	Riparian habitat	Score
ArP	Fair	131	Suboptimal	134	Bad quality	29
UrP	Fair	150	Suboptimal	130	Bad quality	21
NrP	Good - fair	195	Suboptimal	135	Fair quality	59
NrA	Good	239	Optimal	164	Good quality	86
ArV	Fair	138	Suboptimal	118	Bad quality	19
NrV	Good	221	Optimal	166	Good quality	84
ArF	Very poor	47	Suboptimal	106	Bad quality	10
NrF	Good	241	Optimal	175	Good quality	85



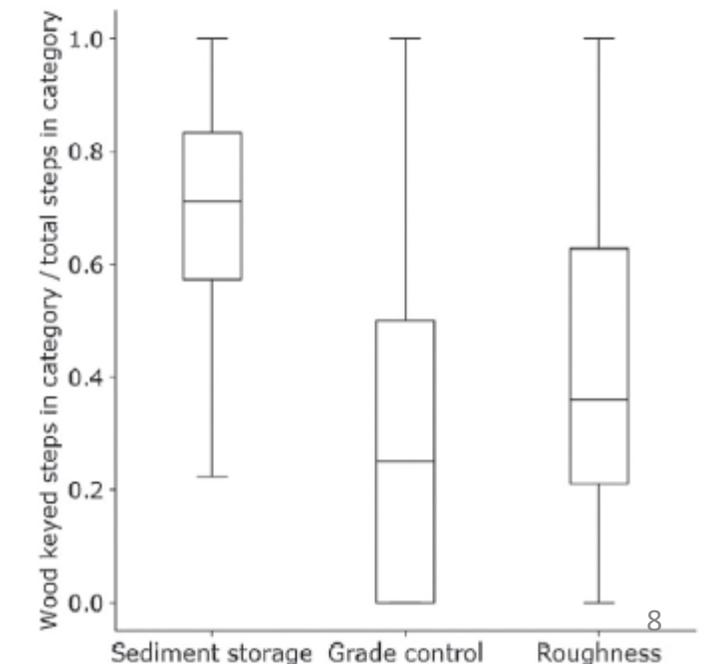
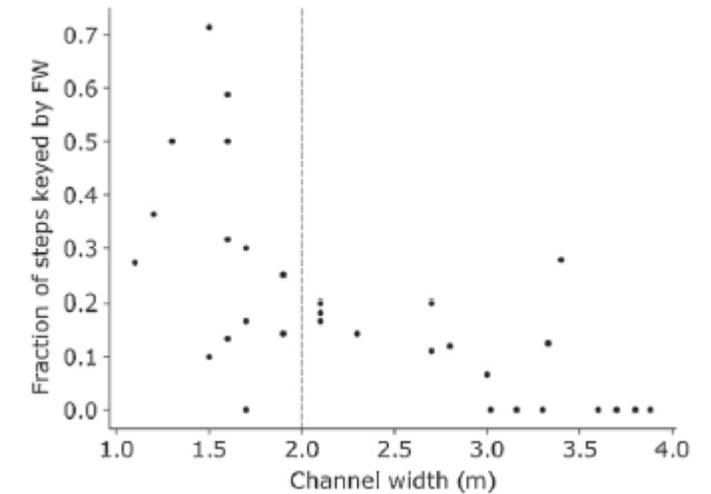
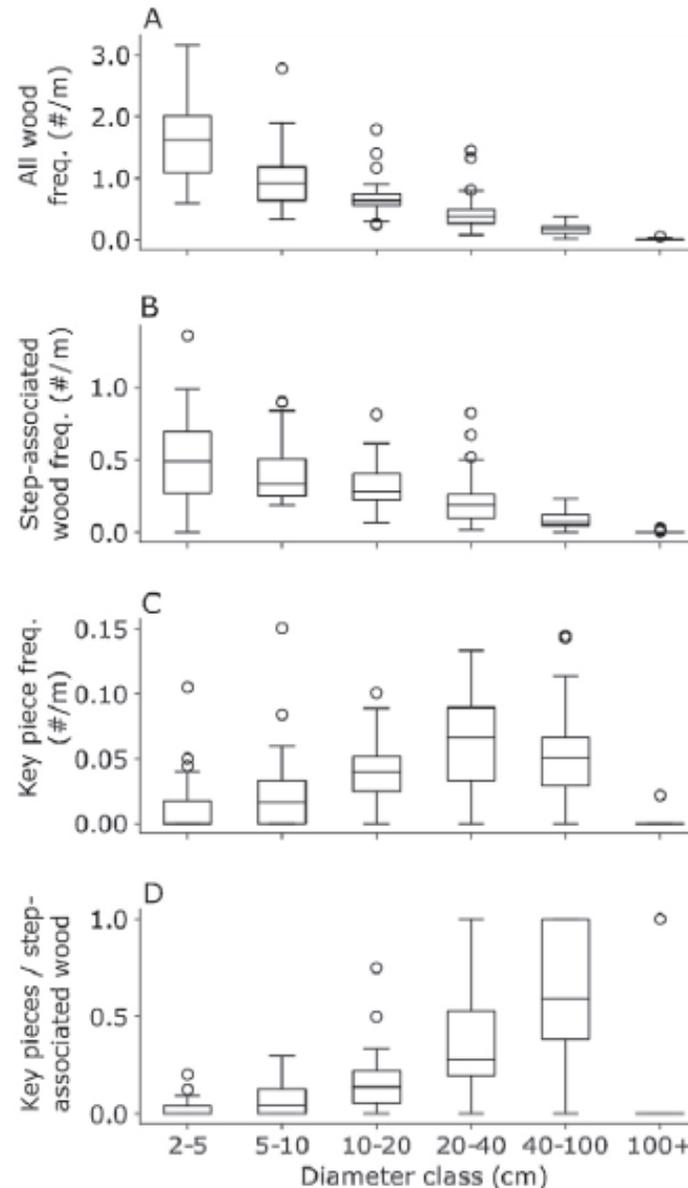
- Les cours d'eau naturels (bande riveraine forestière), présente une **qualité d'habitats (quantité et diversité) bien supérieure selon les différentes méthodes d'évaluation**
- Cette qualité est associée à des variables telles que **la présence de végétation et la diversité morphologique, produit de la rugosité naturelle entre autres permise par la végétation elle-même**

3) Des cours d'eau forestiers pour une eau de qualité

Seixas *et al*, 2020 Wood controls on pool spacing, step characteristics and sediment storage in headwater streams of the northwestern Cascade mountain

Principe de l'étude : corrélation statistiques entre bois en rivière, rugosité naturelle et formation des habitats en cours d'eau

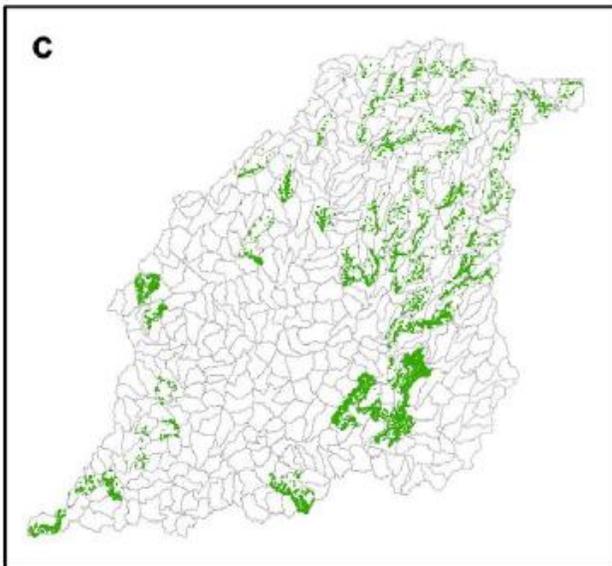
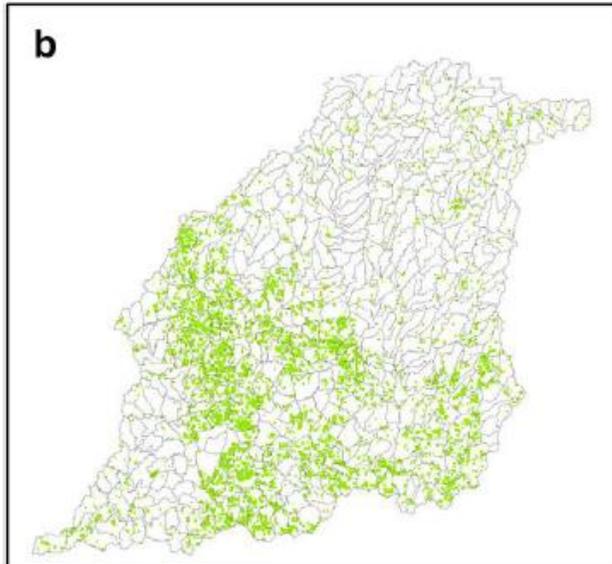
- Le bois et la rugosité naturelle sont autant d'éléments de contrôle au sein du cours d'eau permettant la mise en place des habitats
- Le bois en particulier est le moteur de la diversité des écoulements, et cela est valable pour les petits comme pour les gros éléments, selon la largeur du cours d'eau
- La mise en place des habitats grâce au bois est permise par la rétention de sédiments fins au droit des éléments de bois...
- ... autant de sédiments fins qui ne viennent pas se déposer en radier et colmater la zone hyporhéique, ce qui permet de préserver la fonctionnalité d'auto-épuration !



3) Les cours d'eau forestiers, un bon placement

Wang *et al*, 2017 Spatially explicit return on investment to private forest conservation for water purification in Indiana, USA

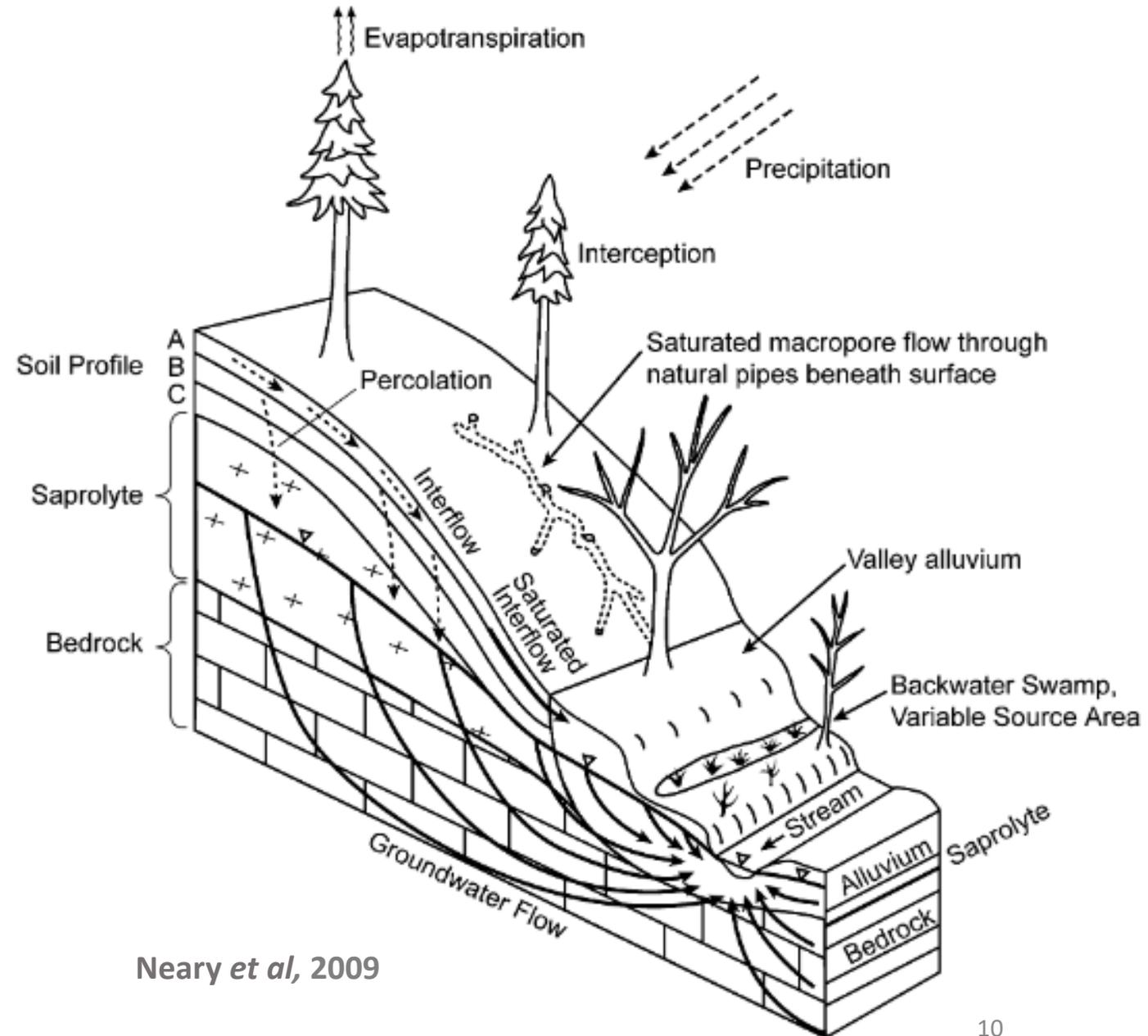
Principe de l'étude : modélisation numérique des bénéfices tirés d'une politique de gestion naturelle des boisements pour la qualité des eaux (nitrates et phosphates), à l'échelle d'un état américain



	Scenario 0: current CFW enrollment: 1 127 km ² (W: 476 km ² , E: 651 km ²)	Scenario 1: CFW expansion on contaminated watersheds: 447 km ² (W: 147 km ² , E 300 km ²)
Biophysical outcomes		
<i>Phosphorus retention^a</i>		
Total (kg)	4,250 (W: 1,888, E: 2,362)	14,504 (W: 4,315, E: 10,189)
Unit area (kg/km ²)	3.77 (W: 3.97, E: 3.63)	32.45 (W: 29.35, E: 33.96)
<i>Nitrogen retention^a</i>		
Total (kg)	29,895 (W: 13,287, E: 16,608)	72,462 (W: 21,626, E: 50,836)
Unit area (kg/km ²)	26.53 (W: 27.91, E: 25.51)	162.11 (W: 147.12, E: 169.45)
<i>Economic outcomes^b</i>		
Total nutrient retention benefits (million US\$)	3.92 (P: 0.66, N:3.26)	10.15 (P: 2.25, N:7.90)
Unit area benefits (US\$/ km ²)	3,479 (W: 3,661, E: 3,346)	22,716 (W: 20,601, E: 23,753)
Total economic benefits for the West Fork of WRB (million US\$)	1.74 (P: 0.29, N:1.45)	3.03 (P: 0.67, N:2.36)
Total economic benefits for the East Fork of WRB (million US\$)	2.18 (P: 0.37, N:1.81)	7.13 (P: 1.58, N:5.55)
<i>Economic costs^b</i>		
Total costs (million US\$)	11.03 (C _a = 11.00, C ₀ = 0.03)	4.67 (C _a = 4.62, C ₀ = 0.05)
Unit area costs (US\$/ km ²)	9,788 (W: 10,141, E: 9,529)	10,439 (W:11,698, E: 9,821)
Total costs for the West Fork of WRB (million US\$)	4.91 (C _a = 4.82, C ₀ = 0.09)	1.72 (C _a = 1.71, C ₀ = 0.01)
Total costs for the East Fork of WRB (million US\$)	6.20 (C _a = 6.18, C ₀ = 0.02)	2.95 (C _a = 2.91, C ₀ = 0.04)
<i>ROI</i>		
ROI without opportunity cost	-0.644 (W: -0.639, E: -0.647)	1.200 (W: 0.772, E: 1.450)
ROI with opportunity cost	-0.645 (W: -0.646, E: -0.648)	1.178 (W: 0.762, E: 1.417)

3) Des cours d'eau forestiers pour une eau en quantité

- Les cours d'eau forestiers **constituent de véritables châteaux d'eau**, en particulier en tête de bassin versant
- Le sol forestier présente une **macro-porosité (bioturbation, racinaires...)** qui **facilite grandement l'infiltration des eaux** dans les sols et la connectivité avec la nappe d'accompagnement des cours d'eau, il est donc essentiel de **permettre les débordements en forêt !**
- La forêt est également pleine de **rugosité naturelle qui augmente nécessairement les temps de séjour** hydraulique lorsque le sol devient saturé
- Les couverts forestiers tendent également à créer des **micro-climats plus tempérés**, et à **augmenter les quantités de précipitations localement**



Neary *et al*, 2009