

Le rôle de la macrofaune dans la dynamique sédimentaire des vasières intertidales : de l'observation à la modélisation en passant par l'expérimentation

Sauriau P.-G. & Orvain F.

CREMA L'Houmeau

Centre de Recherche sur les Écosystèmes Marins et Anthropisés

UMR 10 (CNRS-IFREMER)

Photo : Sauriau P.-G.



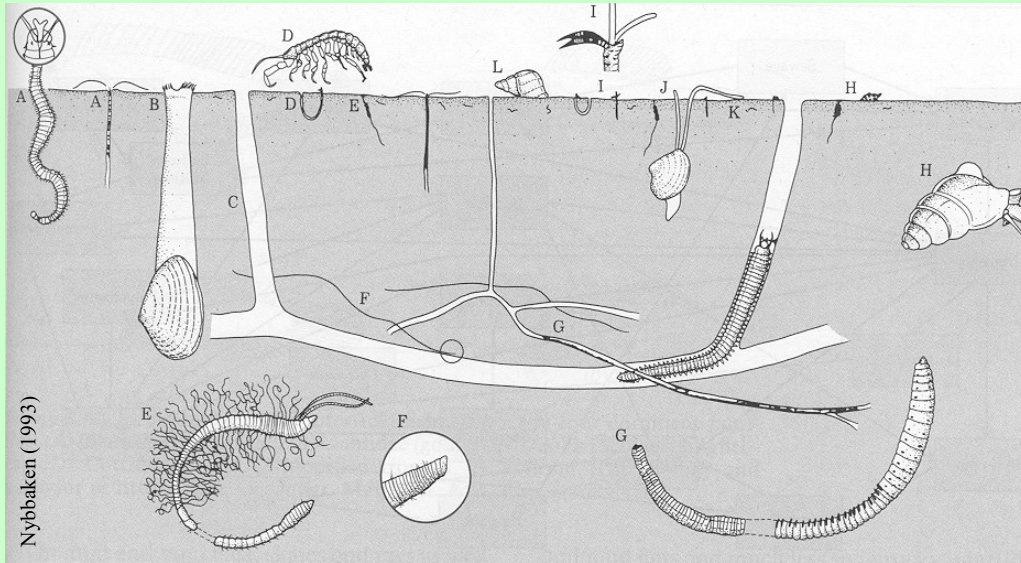
Séminaire de l'Institut Océanographique

22 janvier 2002

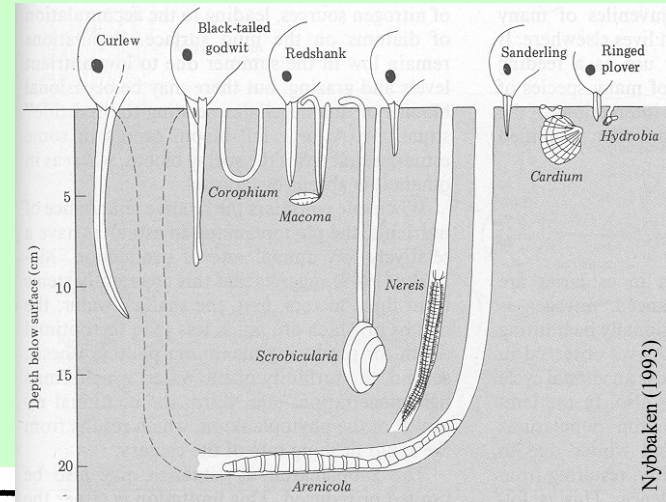
Hydrodynamique et dynamique sédimentaire littorales

Barusseau J.-P. (Ed.)

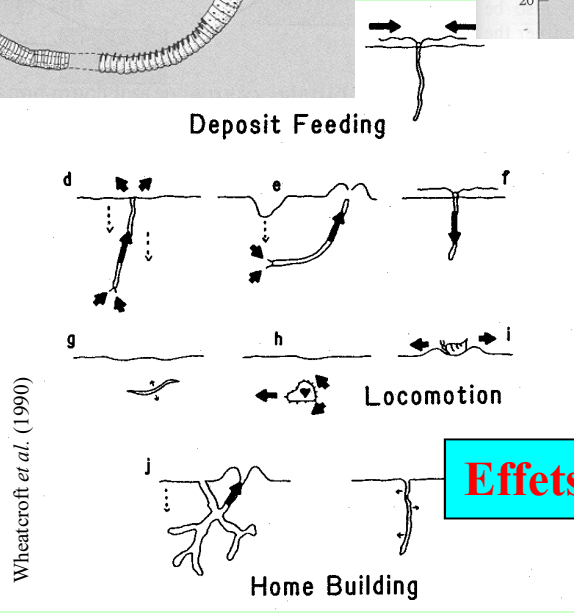
Faune : vertébrés - invertébrés / méiofaune - macrofaune - mégafaune / endogée - épigée / fixe - vagile (mobile / migratrice) / nutrition suspensivore - dépositivore (surface-subsurface) - mixte - carnivore / stabilisateur - déstabilisateur.



Réseau trophique

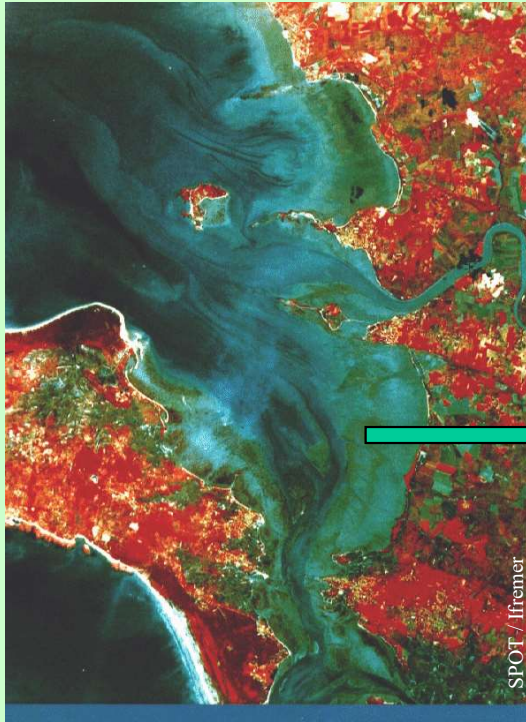


Prédation

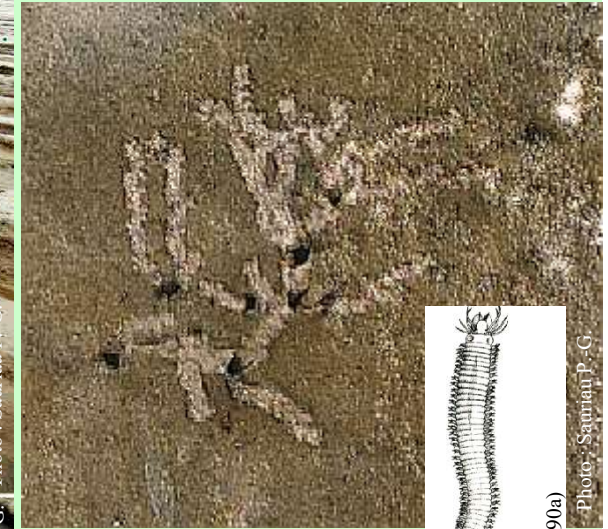


Effets complexes des dépositivores

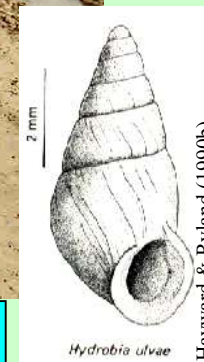
Vasière intertidale : estuaire - littoral / hydrodynamisme (exposé - abrité) / sédiments cohésifs - non cohésifs mixtes / morphologie (plate - irrégulière) / estran nu (microphytes) - colonisé (macroalgues - halophytes).



Baie de Marennes-Oléron

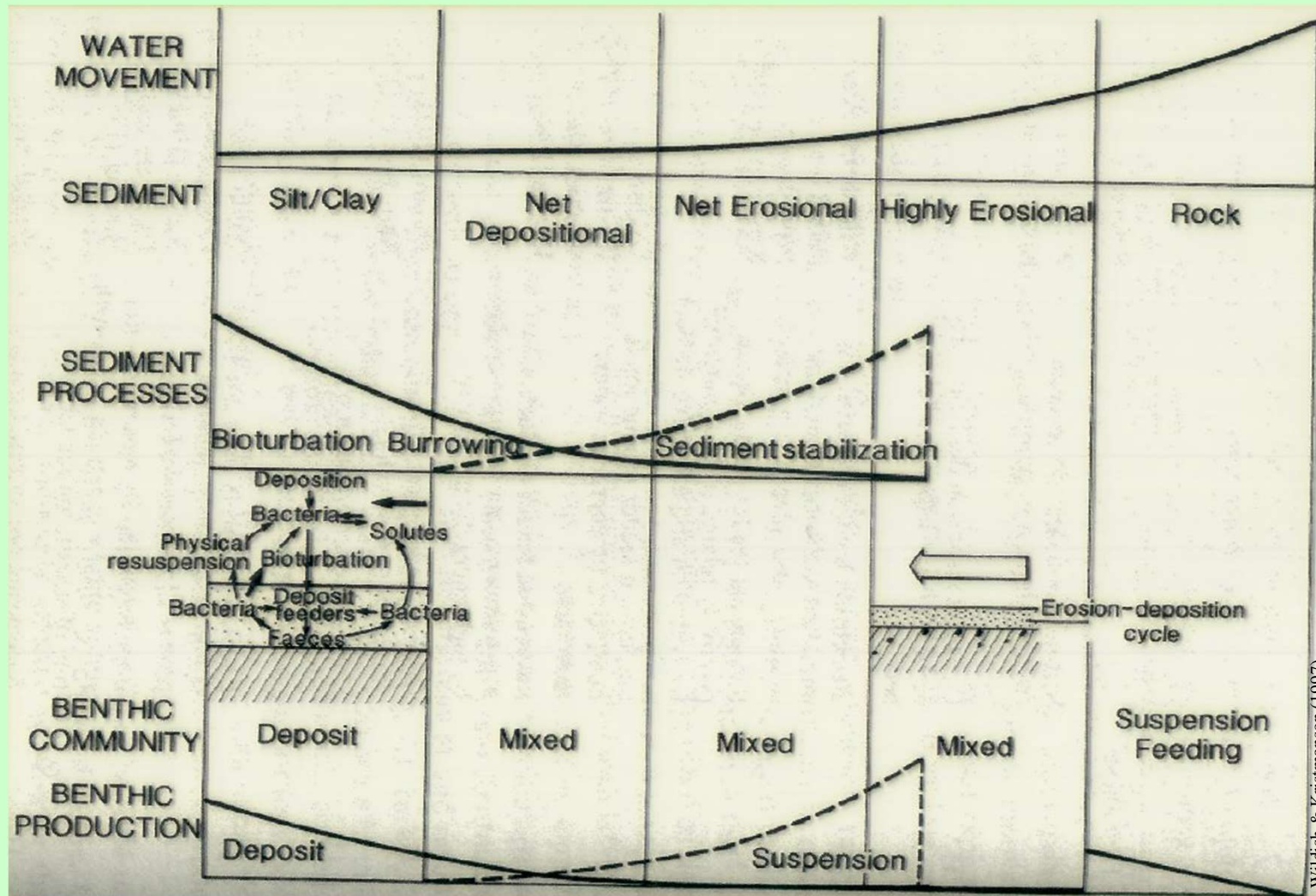


Polychètes



Gastéropodes

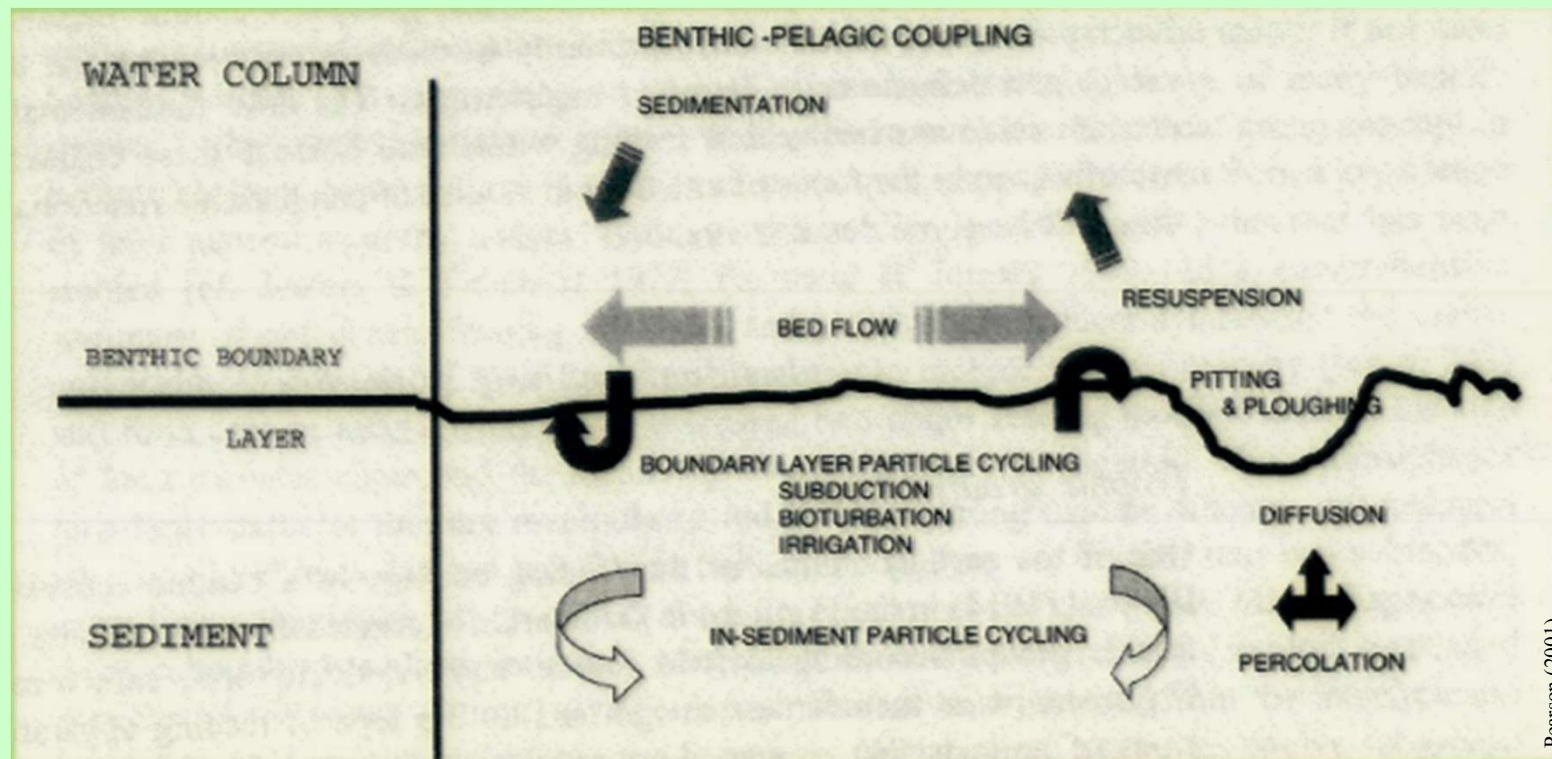
Bioturbation : Influence des organismes benthiques sur les propriétés et processus de l'interface eau-sédiment



Causes et conséquences de la bioturbation :

La modification des propriétés & processus induit des effets actifs / passifs qui par effets rétroactifs vont aussi modifier les processus et donner des propriétés nouvelles

$$Y = \text{forçage physique} + \text{forçage biologiques} + \text{interaction} + \epsilon$$



Ordre de grandeur : Taux de bioturbation – Coefficient de mélange

*** TAUX DE BIOTURBATION $R = w v (1-c) z$**

- R taux individuel ($\text{cm}^3 \text{j}^{-1}$ ou $\text{m}^3 \text{an}^{-1}$) de la population ($\text{m}^3 \text{m}^{-2} \text{an}^{-1}$)
- w taille de l'animal (cm ou m) / v vitesse de locomotion (cm j^{-1}) / c pourcentage d'espace occupé (%) / z profondeur de bioturbation (cm)
- Globalement, un animal remue sa masse corporelle de sédiment par jour.
- R est très variable, dépend du taux d'activité saisonnière, du mode de nutrition, de la qualité - quantité de matière organique...
- R varie de 10^{-5} à $10^6 \text{cm}^3 \text{j}^{-1}$ soit environ 0,1 à $20 \text{m}^3 \text{an}^{-1}$
- z varie du centimètre au mètre.

*** COEFFICIENT DE MELANGE D_b**

- D_b à un ordre de grandeur de $10^{-6} \text{cm}^2 \text{s}^{-1}$ soit 0,1 à $100 \text{cm}^2 \text{an}^{-1}$
- D_b varie dépend de la taille des particules sédimentaires, de leur vitesse d'enfouissement.

Modification des propriétés & processus / effets actifs & passifs

Propriétés / processus physique	Action de la bioturbation	Effets ☒ Cycle MO
Ecoulement à l'interface	Rugosité / Ecoulement / trainée - sp. : mode de vie endogée / épigée - effets individu # population	Modification écoulement Piègeage actif/passif Biomorphologie sédim. Bioresuspension active
Propriétés du sédiment * Interface eau-sédiment	Rugosité de peau / Tension critique d'érosion / Teneur en eau / Granulométrie - sp. : activité de déplacement - sp. : mode de nutrition - sp. : stabilisateur / déstabilisateur - composition du ppt. biol.	Bioresuspension active Bioresuspension passive - flux d'érosion de particulaires inertes / vivants Biodéposition (fecès/pseudof.) - flux de dépôt
* Colonne sédimentaire - éléments dissous - éléments particulaires + non vivants + vivants	Porosité - sp. : mode de vie (galerie / tube ± pérenne) Mélange - sp. : activité de déplacement - sp. : mode de nutrition - composition du ppt. biol.	Biodiffusion / Bioirrigation - profils dissous modifiés - flux diffusifs accrus Biostratification - profils dissous modifiés - flux diffusifs accrus
Structure des pop. / ppt. biol.	- Facilitation / exclusion / amensalisme	Succession écologique - esp. / pop. / ppt.

Modification des écoulements

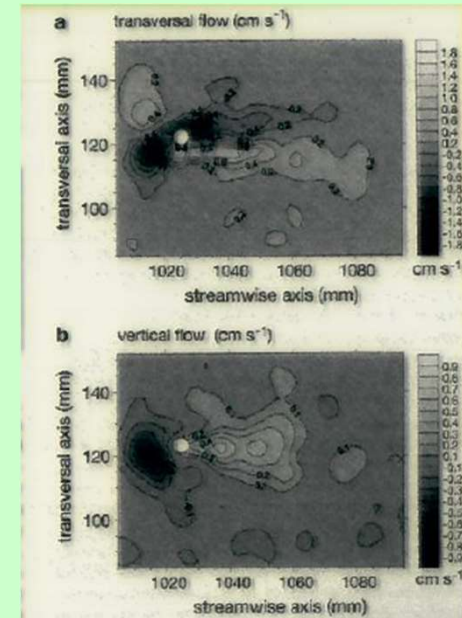
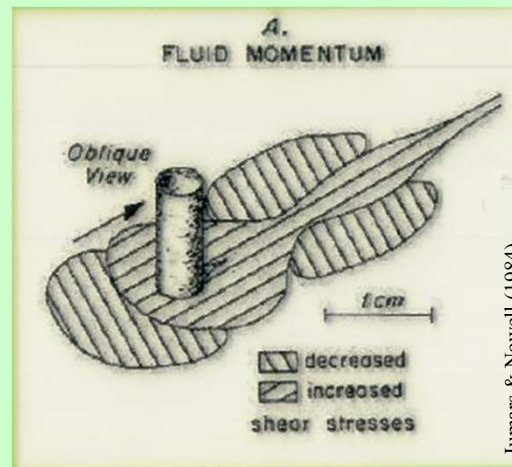
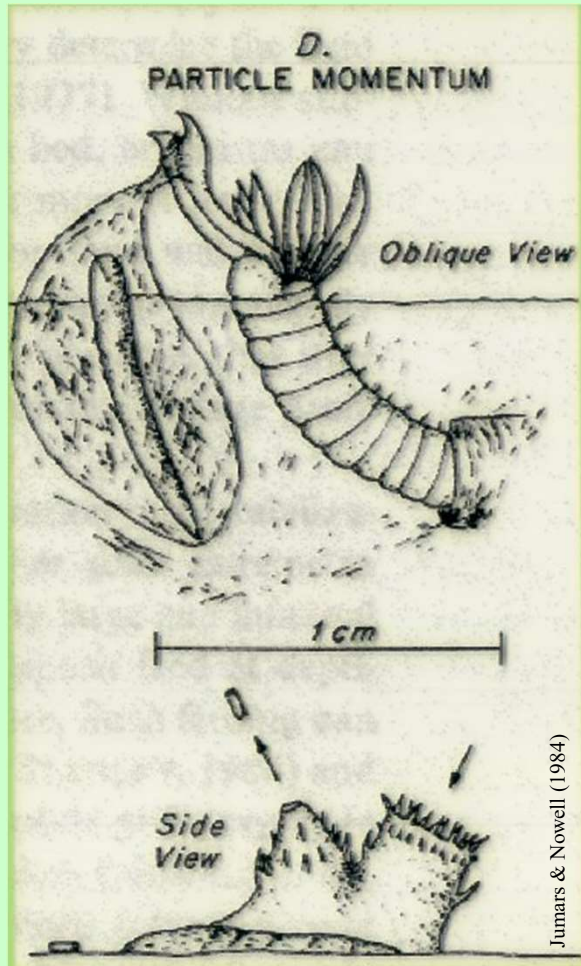
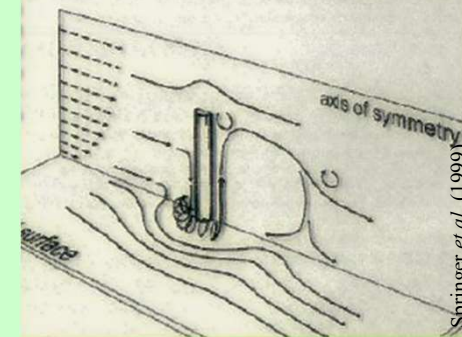


Fig. 5. Flow pattern around a circular cylinder, measured at 0.3 cm above the sediment with a free-stream flow of 1 cm s^{-1} : (a) transverse flow speeds (in cm s^{-1}); (b) the vertical flow component (in cm s^{-1}).



Effets complexes

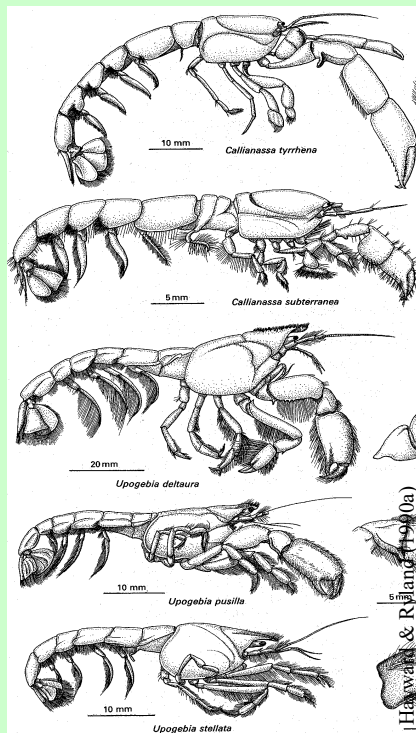
Modification des propriétés & processus / effets actifs & passifs

Propriétés / processus physique	Action de la bioturbation	Effets ☒ Cycle MO
Ecoulement à l'interface	Rugosité / Ecoulement / trainée - sp. : mode de vie endogée / épigée - effets individu # population	Modification écoulement Piègeage actif/passif Biomorphologie sédim. Bioresuspension active
Propriétés du sédiment * Interface eau-sédiment	Rugosité de peau / Tension critique d'érosion / Teneur en eau / Granulométrie - sp. : activité de déplacement - sp. : mode de nutrition - sp. : stabilisateur / déstabilisateur - composition du ppt. biol.	Bioresuspension active Bioresuspension passive - flux d'érosion de particulaires inertes / vivants Biodéposition (fecès/pseudof.) - flux de dépôt
* Colonne sédimentaire - éléments dissous - éléments particuliers + non vivants + vivants	Porosité - sp. : mode de vie (galerie / tube ± pérenne) Mélange - sp. : activité de déplacement - sp. : mode de nutrition - composition du ppt. biol.	Biodiffusion / Bioirrigation - profils dissous modifiés - flux diffusifs accrus Biostratification - profils dissous modifiés - flux diffusifs accrus
Structure des pop. / ppt. biol.	- Facilitation / exclusion / amensalisme	Succession écologique - esp. / pop. / ppt.

Modification des écoulements & de l'interface : bioresuspension active

Bioresuspension active : rejet actif de particules (pelottes fécales, sédiments du terrier) directement dans la colonne d'eau.

- crustacés fousseurs (*Callianassa*, *Upogebia*), flux : 0,5 à 100 kg sec m⁻² a⁻¹
- polychètes, déposivores, suspensivores

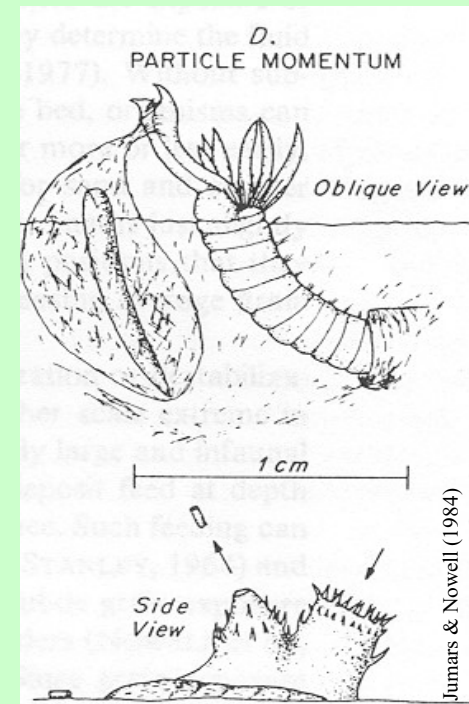


Sauriau & Orvain, 2002. Séminaire
Institut océanographique, Paris

Déposivores

Suspensivores

Crustacés fousseurs



Modification des propriétés & processus / effets actifs & passifs

Propriétés / processus physique	Action de la bioturbation	Effets ☒ Cycle MO
Ecoulement à l'interface	Rugosité / Ecoulement / trainée - sp. : mode de vie endogée / épigée - effets individu # population	Modification écoulement Piègeage actif/passif Biomorphologie sédim. Bioresuspension active
Propriétés du sédiment * Interface eau-sédiment	Rugosité de peau / Tension critique d'érosion / Teneur en eau / Granulométrie - sp. : activité de déplacement - sp. : mode de nutrition - sp. : stabilisateur / déstabilisateur - composition du ppt. biol.	Bioresuspension active Bioresuspension passive - flux d'érosion de particulaires inertes / vivants Biodéposition (fecès/pseudof.) - flux de dépôt
* Colonne sédimentaire - éléments dissous - éléments particulaires + non vivants + vivants	Porosité - sp. : mode de vie (galerie / tube ± pérenne) Mélange - sp. : activité de déplacement - sp. : mode de nutrition - composition du ppt. biol.	Biodiffusion / Bioirrigation - profils dissous modifiés - flux diffusifs accrus Biostratification - profils dissous modifiés - flux diffusifs accrus
Structure des pop. / ppt. biol.	- Facilitation / exclusion / amensalisme	Succession écologique - esp. / pop. / ppt.

Modification de l'interface : bioresuspension passive

Quantification des seuils critiques d'érosion et des flux d'érosion : canal hydraulique de labo./ Erodimètre de labo ou Erodimètre *in situ*



Photo : Sblanchard G..

Canal annulaire du
Plymouth Marine Lab.

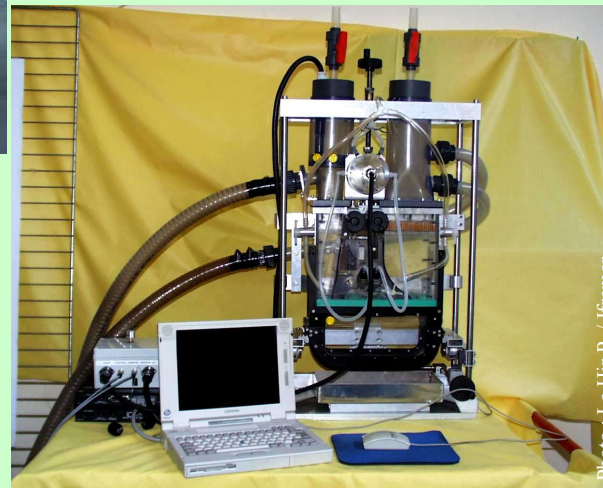


Photo : Le Hir P. / Ifremer

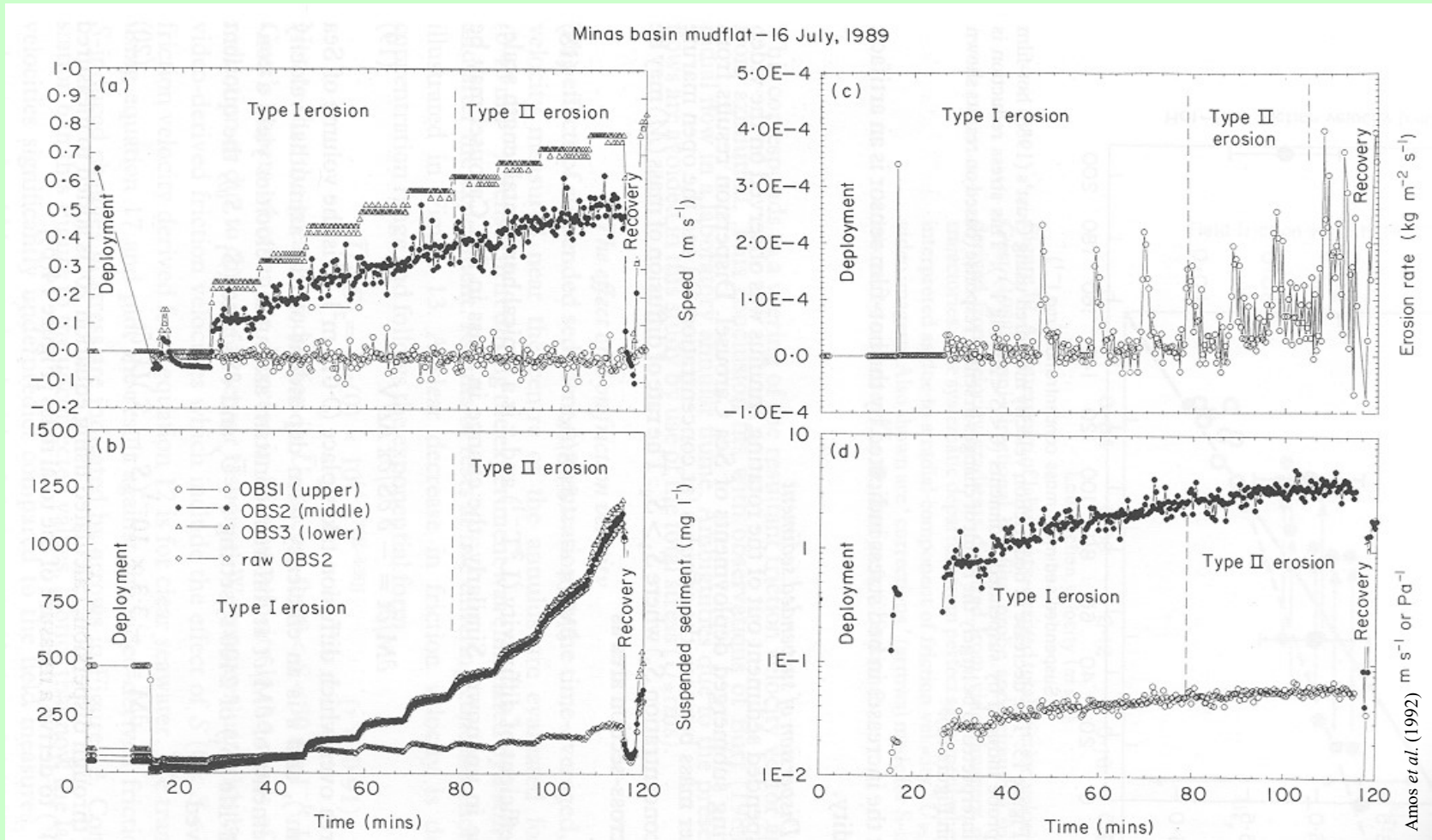
Erodimètre ISI
d'IFREMER-Brest



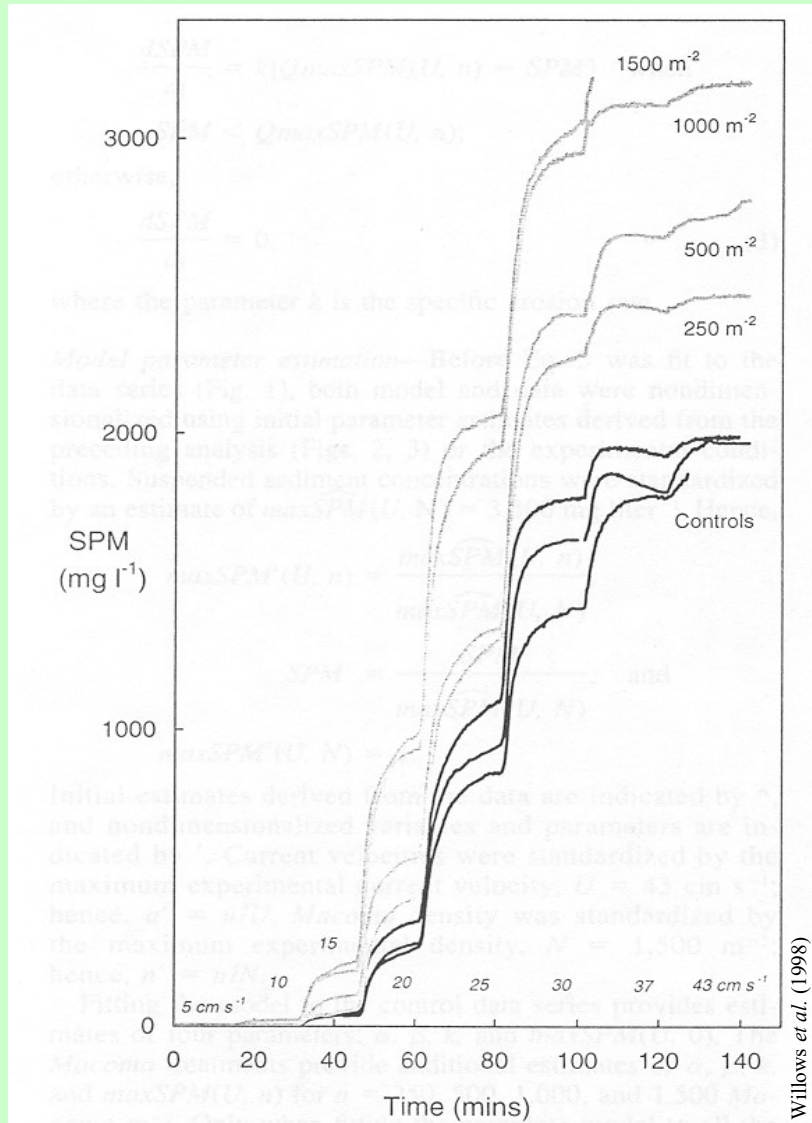
Photo : Sauriau P.-G.

Modification de l'interface : bioresuspension passive

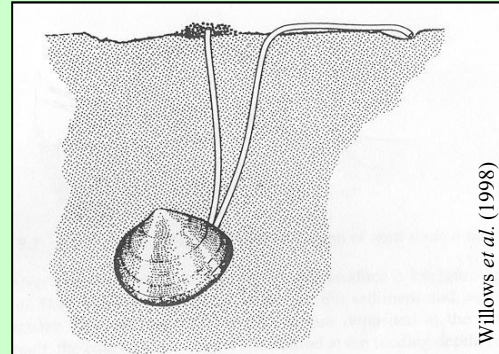
Exemple de cinétique de signal de turbidité (Sea Carousel, Amos *et al.*, 1992)



Exemple de *Macoma balthica* Willows *et al.* (1998)



Willows *et al.* (1998)

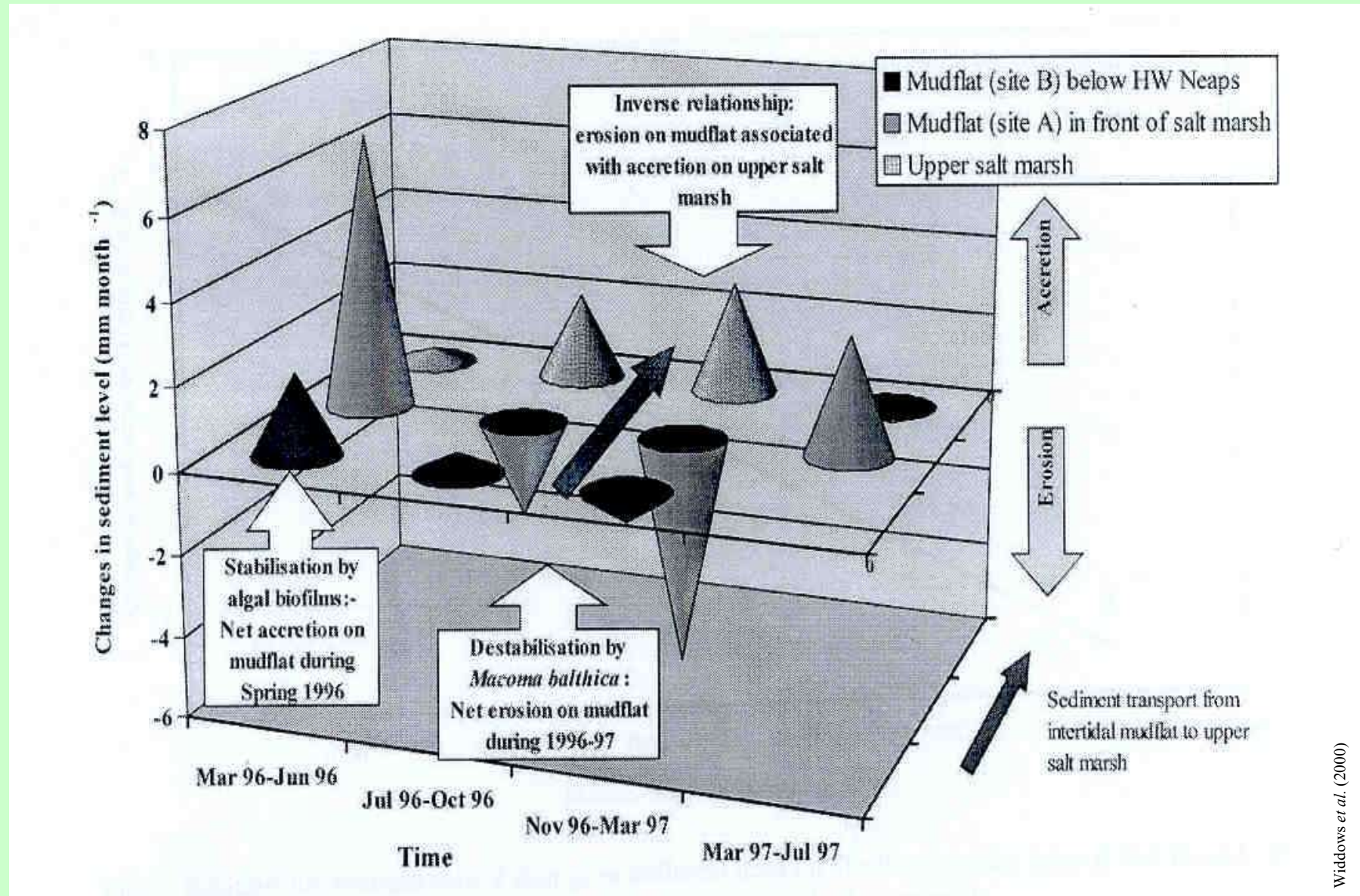


Flux 0,42 kg m⁻² marée⁻¹ à l'abondance naturelle



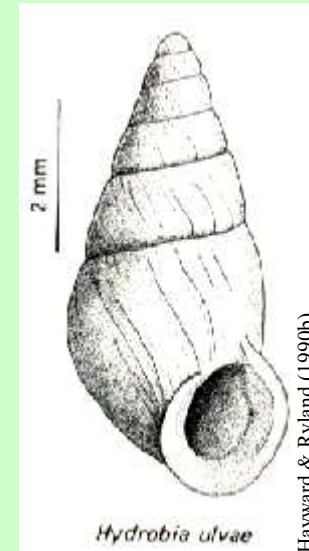
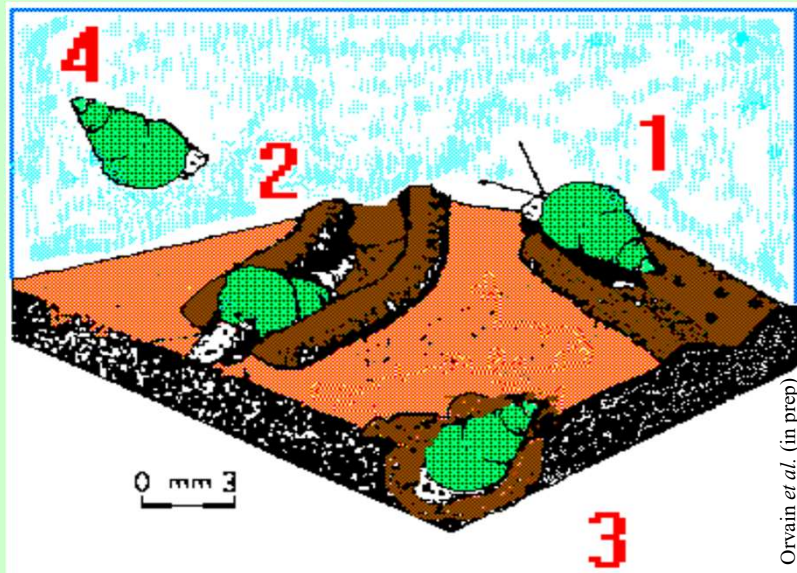
Photo: PLM Plymouth.

Bilan des flux sur cycle annuel (Widdows *et al.*, 2000)

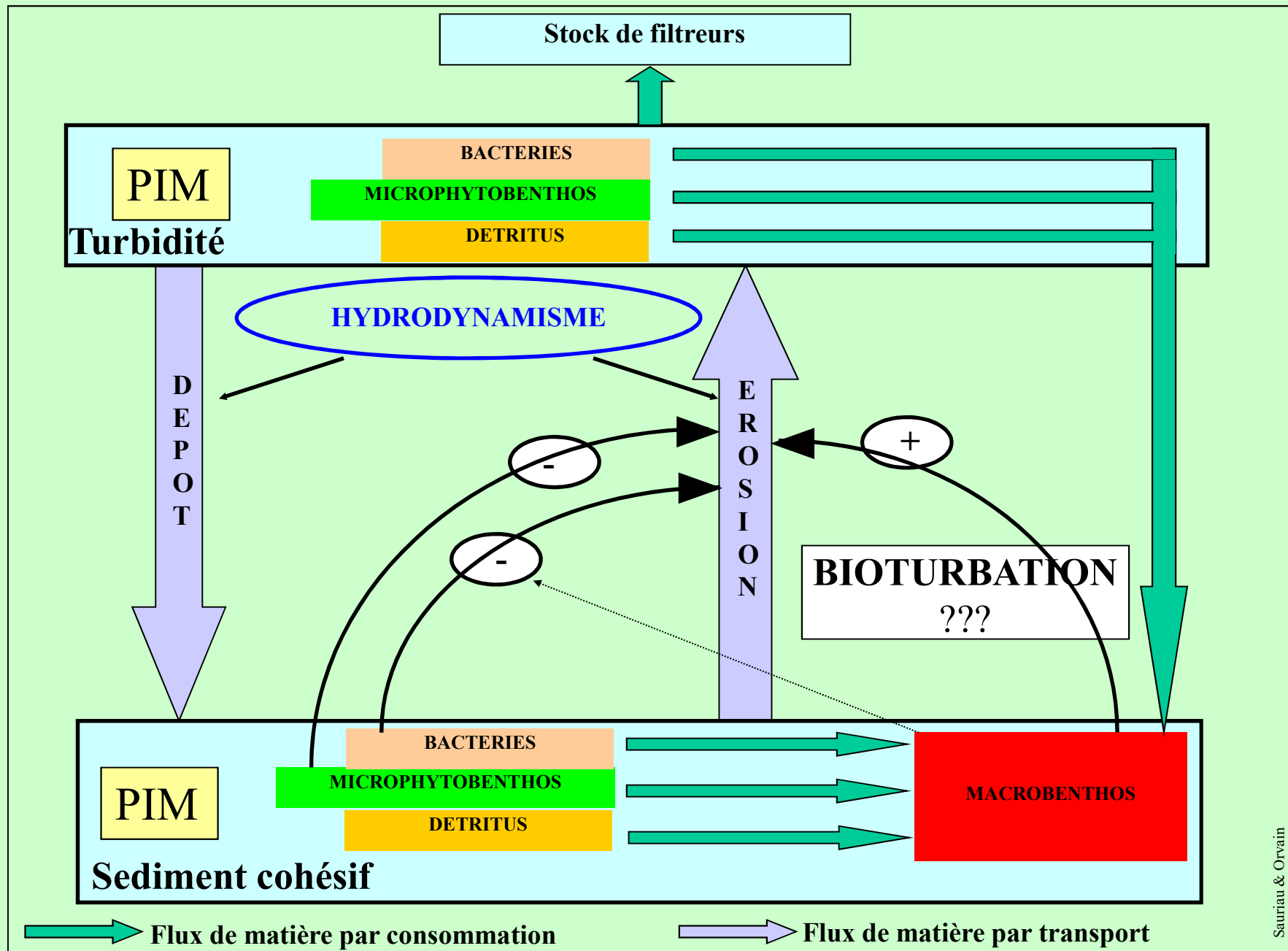


Widdows *et al.* (2000)

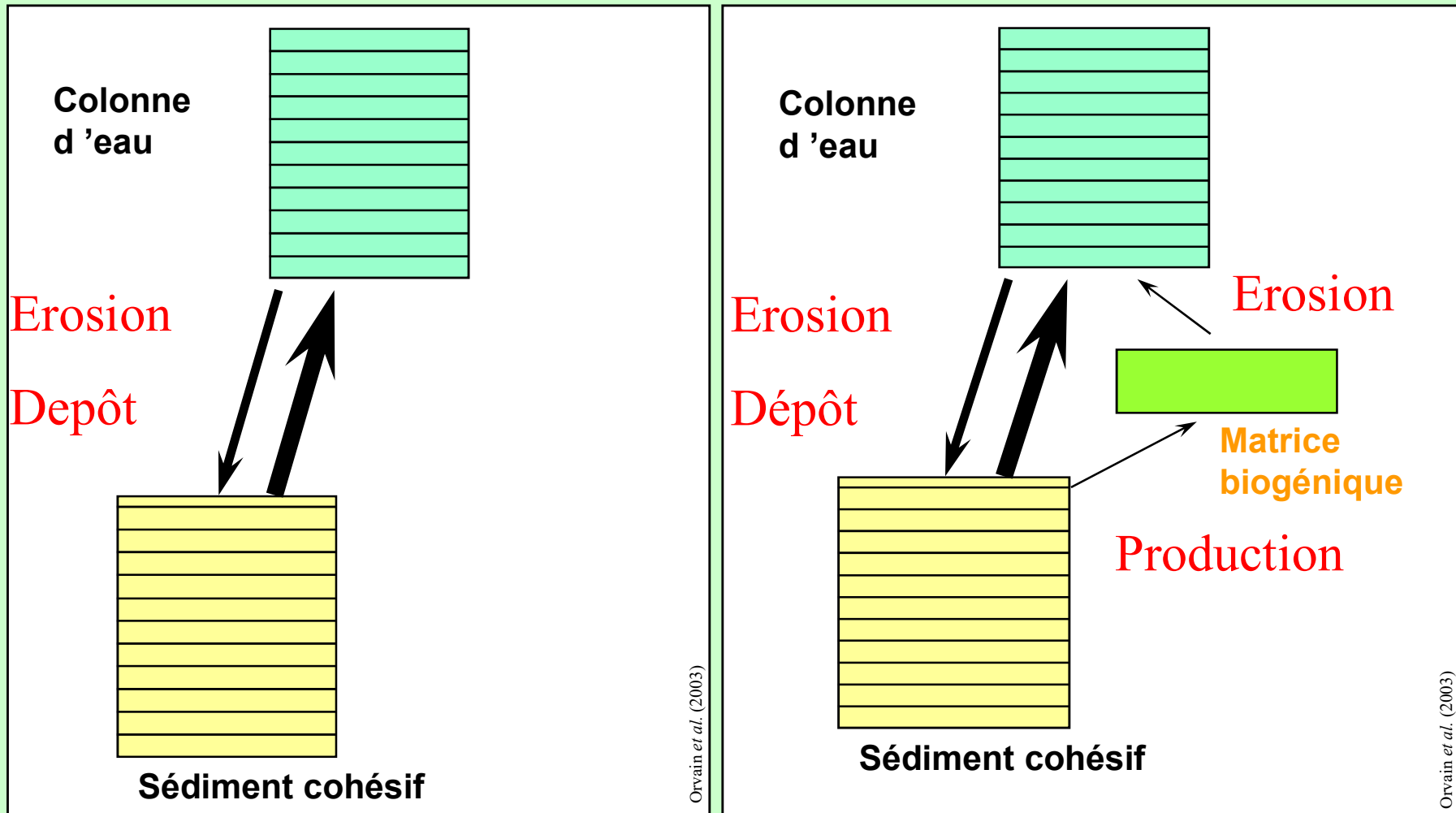
Exemple d'*Hydrobia ulvae* Orvain *et al.* (in prep)



1. *H. ulvae* par sa coquille modifie la rugosité du substrat.
2. *H. ulvae* par reptation crée des traces (action sur la rugosité) et laisse du mucus (action sur la porosité sur substrat).
3. *H. ulvae* en s'enfouissant mélange les particules sédimentaires, en se nourrissant rejette des biodépôts.
4. *H. ulvae* peut migrer dans la colonne d'eau soit activement (en se déplaçant à l'interface air-eau), soit passivement (remise en suspension).



Exemple d'*Hydrobia ulvae* : processus biologiques inclus dans un modèle hydrosédimentaire 1DV



Paramétrisation des lois d'érosion

Une loi possible pour l'érosion en masse :

Parchure & Mehta (1985)

$$\frac{dC}{dt} = E - D$$

C : Turbidity in water (g.m^{-2})

$$E = E_0 \cdot \exp\left[\alpha(U^* - U^*_{crit})^\beta\right]$$

$U^* - U^*_{crit}$: Excess shear stress (m.s^{-1}).

$$D = W_s \cdot C \quad U^*_{crit} = f(W)$$

Une loi possible pour l'érosion de la matrice biogénique :

Orvain et al. (in prep)

$$\frac{dC}{dt} = f(U^*, U^*_{crit}, M)$$

M = Biogenic matrix weight (g.m^{-2})

M = f(n, W, t)

n : Snail density (snail.m^{-2})

W : Sediment moisture content (%)

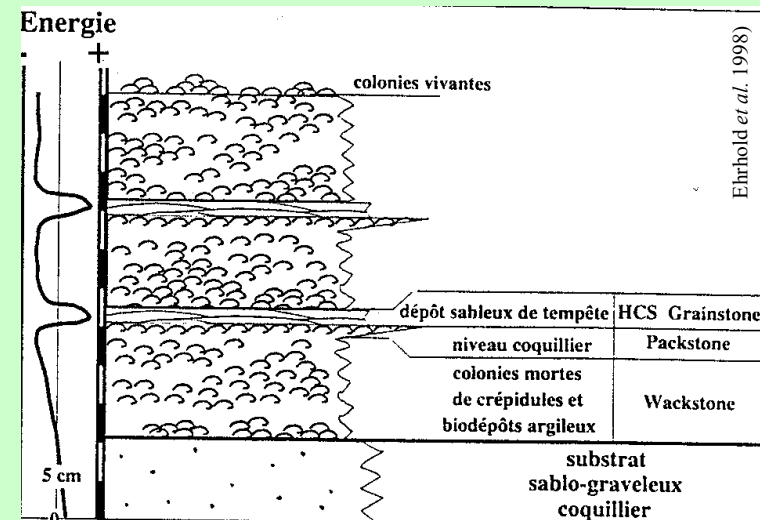
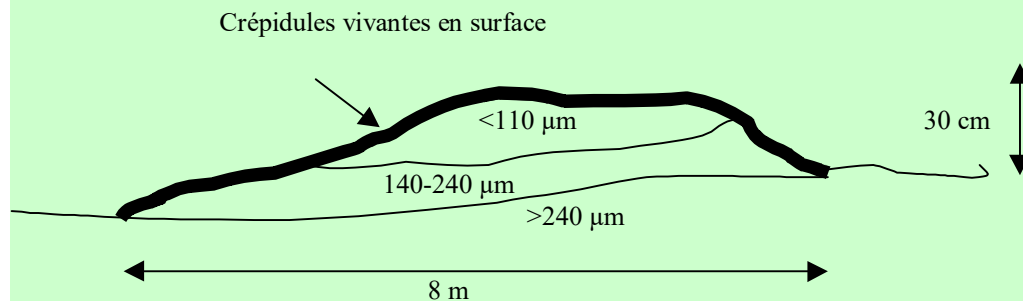
t : activity time (s)

Modification des propriétés & processus / effets actifs & passifs

Propriétés / processus physique	Action de la bioturbation	Effets ☒ Cycle MO
Ecoulement à l'interface	Rugosité / Ecoulement / trainée - sp. : mode de vie endogée / épigée - effets individu # population	Modification écoulement Piègeage actif/passif Biomorphologie sédim. Bioresuspension active
Propriétés du sédiment * Interface eau-sédiment	Rugosité de peau / Tension critique d'érosion / Teneur en eau / Granulométrie - sp. : activité de déplacement - sp. : mode de nutrition - sp. : stabilisateur / déstabilisateur - composition du ppt. biol.	Bioresuspension active Bioresuspension passive - flux d'érosion de particulaires inertes / vivants Biodéposition (fecès/pseudof.) - flux de dépôt
* Colonne sédimentaire - éléments dissous - éléments particuliers + non vivants + vivants	Porosité - sp. : mode de vie (galerie / tube ± pérenne) Mélange - sp. : activité de déplacement - sp. : mode de nutrition - composition du ppt. biol.	Biodiffusion / Bioirrigation - profils dissous modifiés - flux diffusifs accrus Biostratification - profils particuliers & dissous modifiés - flux diffusifs accrus
Structure des pop. / ppt. biol.	- Facilitation / exclusion / amensalisme	Succession écologique - esp. / pop. / ppt.

Modification de l'interface : biodéposition active

- La biodéposition active : résulte de l'activité de nutrition d'organismes filtreurs avec rejet de fecès (matériel non-assimilé) ou de pseudofecès (matériel non-ingéré)
- Les biodépôts sont plus facilement érodable (densité plus faible, teneur en eau plus élevée) ou plus difficilement érodable si présence de mucus adhérent.
- Flux de dépôt augmenté de 2 à 4 par les filtreurs
- Taux de biodéposition : $< 0,1$ à $100 \text{ gC m}^{-2} \text{ j}^{-1}$

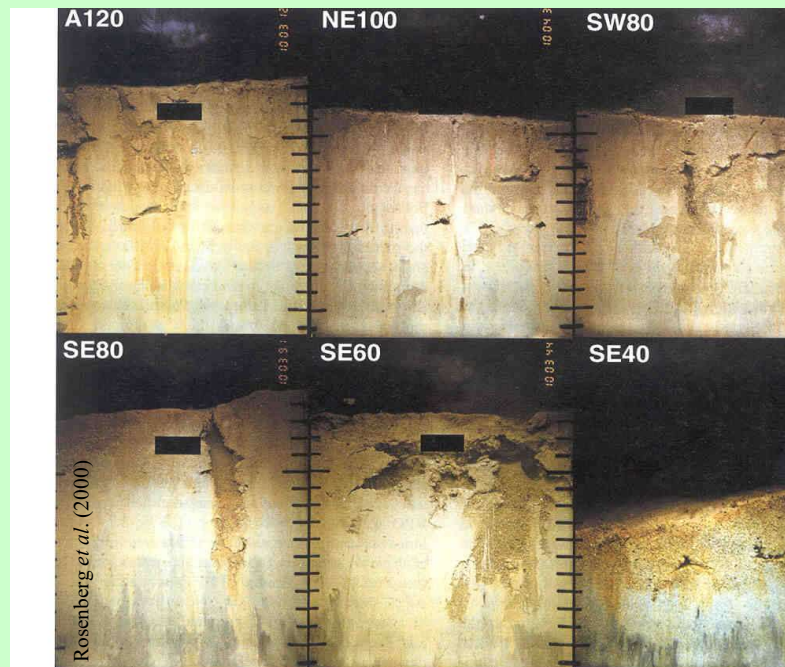


Modification des propriétés & processus / effets actifs & passifs

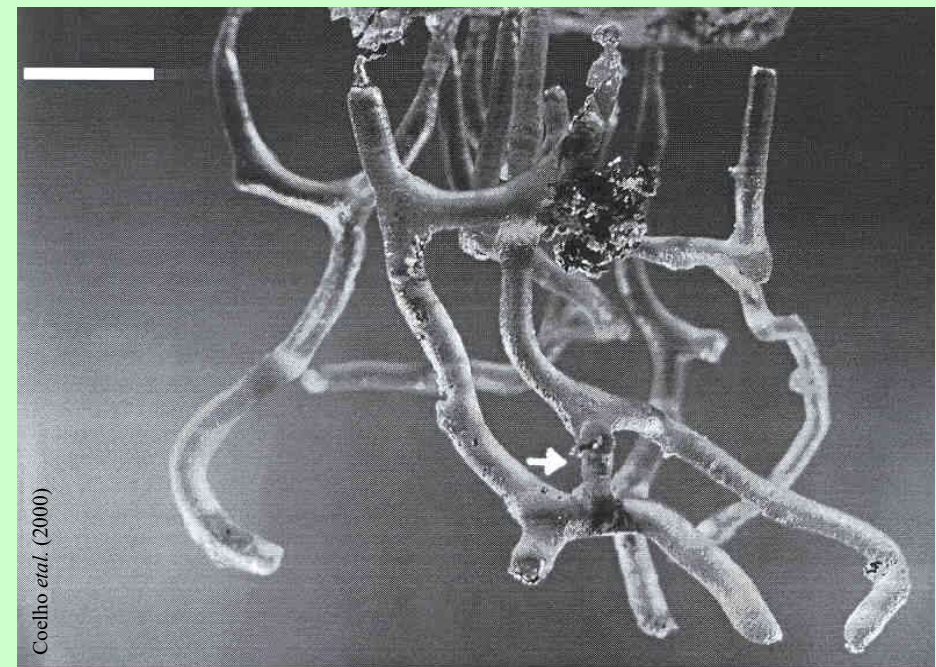
Propriétés / processus physique	Action de la bioturbation	Effets ☒ Cycle MO
Ecoulement à l'interface	Rugosité / Ecoulement / trainée - sp. : mode de vie endogée / épigée - effets individu # population	Modification écoulement Piègeage actif/passif Biomorphologie sédim. Bioresuspension active
Propriétés du sédiment * Interface eau-sédiment	Rugosité de peau / Tension critique d'érosion / Teneur en eau / Granulométrie - sp. : activité de déplacement - sp. : mode de nutrition - sp. : stabilisateur / déstabilisateur - composition du ppt. biol.	Bioresuspension active Bioresuspension passive - flux d'érosion de particulaires inertes / vivants Biodéposition (fecès/pseudof.) - flux de dépôt
* Colonne sédimentaire - éléments dissous - éléments particuliers + non vivants + vivants	Porosité - sp. : mode de vie (galerie / tube ± pérenne) Mélange - sp. : activité de déplacement - sp. : mode de nutrition - composition du ppt. biol.	Biodiffusion / Bioirrigation - profils dissous modifiés - flux diffusifs accrus Biostratification - profils particuliers & dissous modifiés - flux diffusifs accrus
Structure des pop. / ppt. biol.	- Facilitation / exclusion / amensalisme	Succession écologique - esp. / pop. / ppt.

Modification de la colonne sédimentaire : bioirrigation

- L'irrigation des terriers est généralement discontinue.
- L'irrigation sert aux besoins respiratoires de l'animal ainsi qu'au maintien d'une zone oxique
- Globalement les taux d'irrigation varient de 10 à 10³ ml h⁻¹ animal⁻¹
- Des modèles de bioirrigation existent (Sandnes et al., 2000)



Un terrier en coupe in situ !



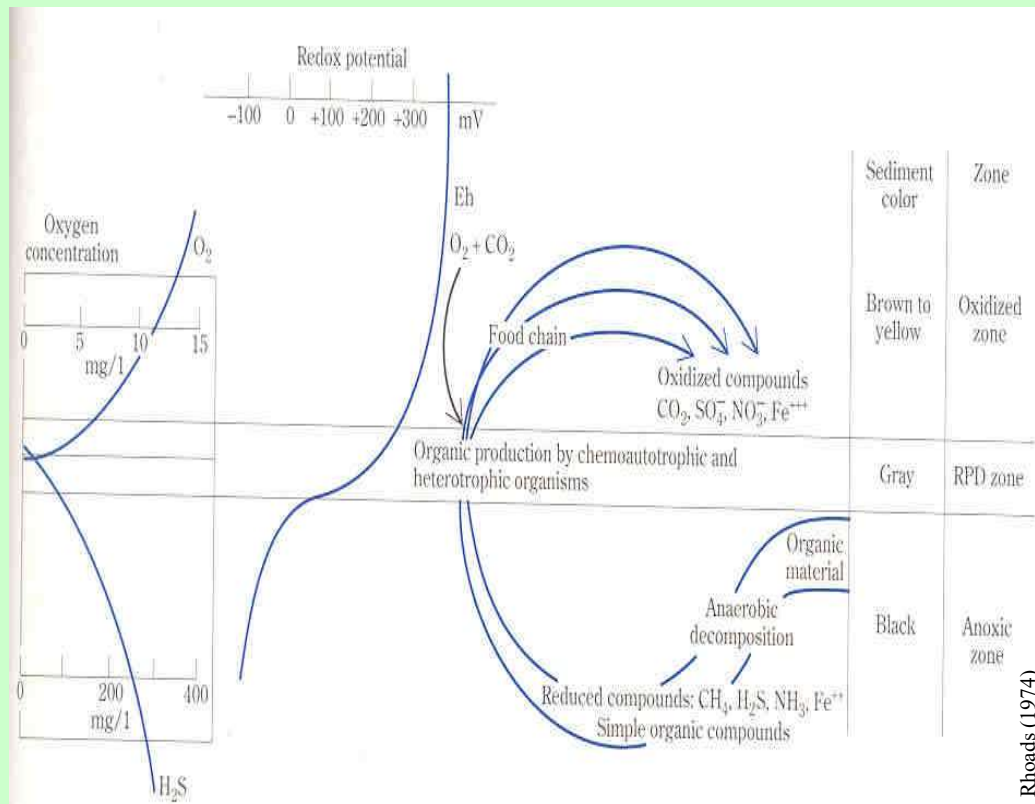
Un terrier de crustacé en résine !

Modification des propriétés & processus / effets actifs & passifs

Propriétés / processus physique	Action de la bioturbation	Effets ☒ Cycle MO
Ecoulement à l'interface	Rugosité / Ecoulement / trainée - sp. : mode de vie endogée / épigée - effets individu # population	Modification écoulement Piègeage actif/passif Biomorphologie sédim. Bioresuspension active
Propriétés du sédiment * Interface eau-sédiment	Rugosité de peau / Tension critique d'érosion / Teneur en eau / Granulométrie - sp. : activité de déplacement - sp. : mode de nutrition - sp. : stabilisateur / déstabilisateur - composition du ppt. biol.	Bioresuspension active Bioresuspension passive - flux d'érosion de particulaires inertes / vivants Biodéposition (fecès/pseudof.) - flux de dépôt
* Colonne sédimentaire - éléments dissous - éléments particulaires + non vivants + vivants	Porosité - sp. : mode de vie (galerie / tube ± pérenne) Mélange - sp. : activité de déplacement - sp. : mode de nutrition - composition du ppt. biol.	Biodiffusion / Bioirrigation - profils dissous modifiés - flux diffusifs accrus Biostratification - profils particulaires & dissous modifiés - flux diffusifs accrus
Structure des pop. / ppt. biol.	- Facilitation / exclusion / amensalisme	Succession écologique - esp. / pop. / ppt.

Modification de la colonne sédimentaire : biodiffusion

Actions directe & indirecte sur le cycle de la MO



- Globalement, la faune stimule les échanges diffusifs d'un facteur 1 à 5, rarement au delà.

- La faune intervient dans le cycle de la matière organique directement ou indirectement (favorisation de la flore bactérienne) avec des conséquences sur :

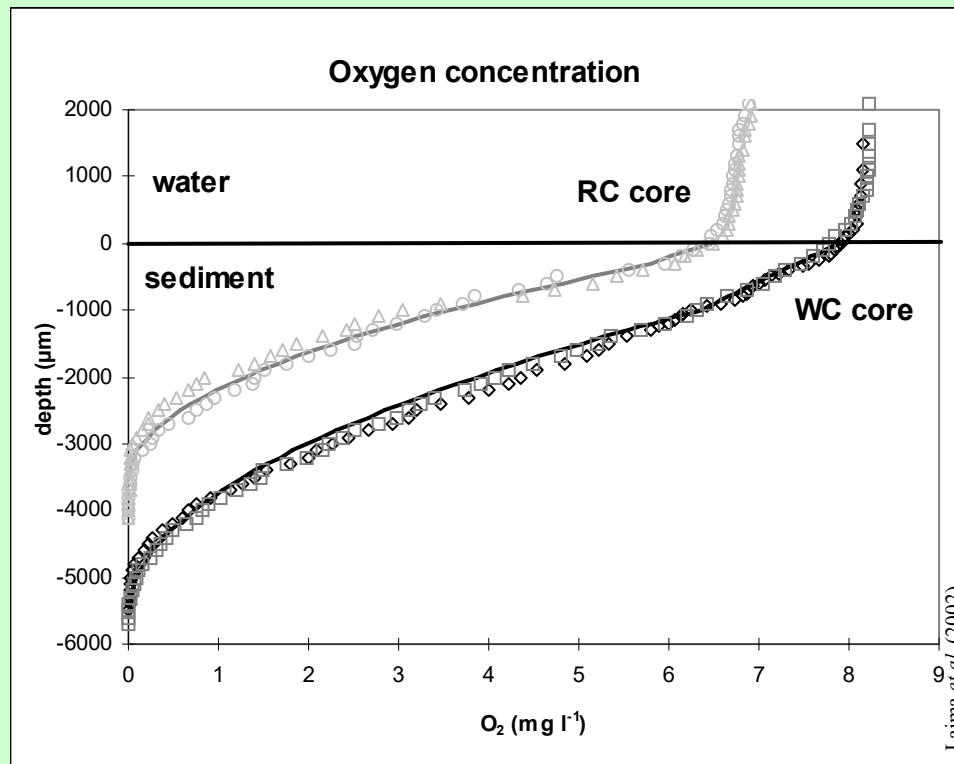
* flux azotés, phosphatés, siliceux

* processus nitrification / dénitrification

* profils redox & Eh

Modification de la colonne sédimentaire : biodiffusion

Profil d'oxygène : le modèle de Bouldin (1968)



$$C(z) = \frac{z^2 R}{2 D} - z \sqrt{2 C_0 R / D} + C_0 \text{ pour } 0 < z < z_d$$

$$C(z) = 0 \text{ pour } z > z_d$$

z (m), R ($\text{mmol m}^{-3} \text{d}^{-1}$), D ($\text{m}^2 \text{d}^{-1}$), C and C_0 (mmol m^{-3}).

- $C(z)$ concentration en oxygène à la profondeur z
- D coefficient de diffusion lié à la porosité du sédiment (\emptyset)
- R taux supposé constant avec la profondeur
- $z_d = \sqrt{2 D C_0 / R}$ profondeur pour laquelle il y a anoxie

Modification de la colonne sédimentaire : biodiffusion

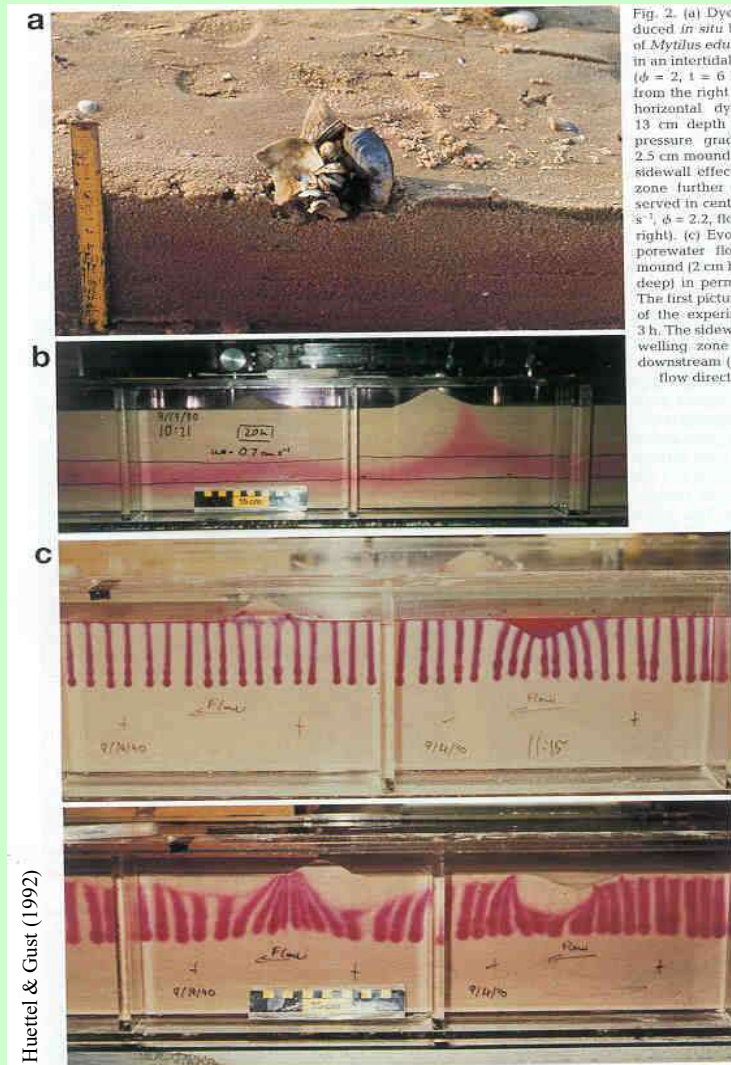
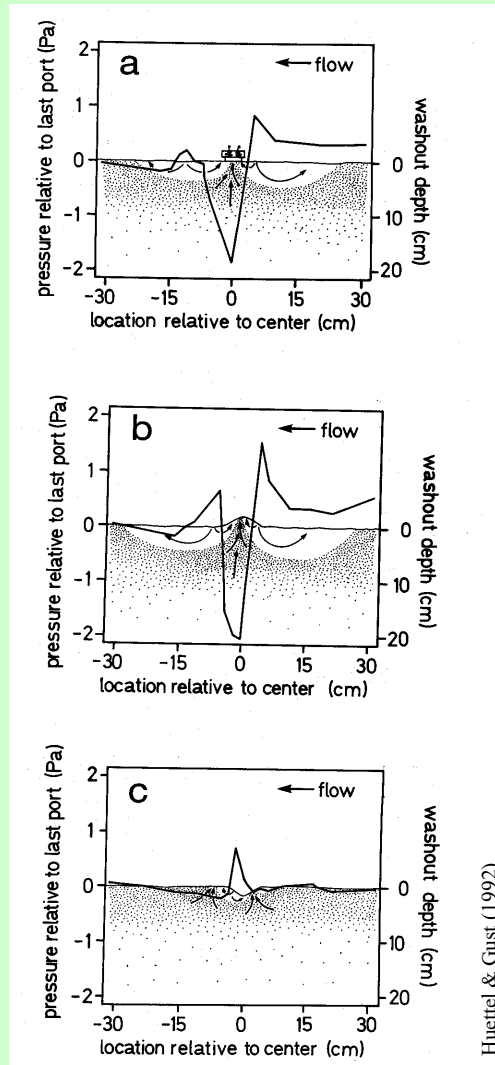


Fig. 2. (a) Dye introduced *in situ* by *Mytilus edulis* in an intertidal site ($\phi = 2$, $t = 6$ h, from the right to left) horizontal dye 13 cm depth to pressure gradient 2.5 cm mound du sidewall effect of zone further developed in center (s^{-1} , $\delta = 2.2$, flow to right). (c) Evolution porewater flows mound (2 cm high deep) in permeable. The first picture is of the experiment 3 h. The sidewall welling zone of downstream (u, flow direction).



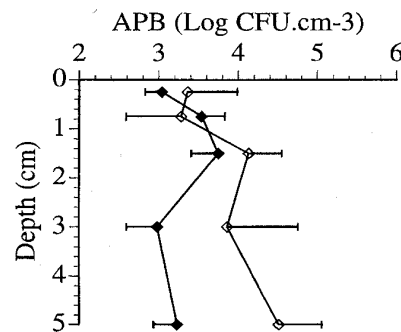
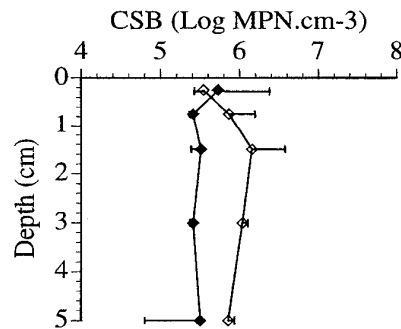
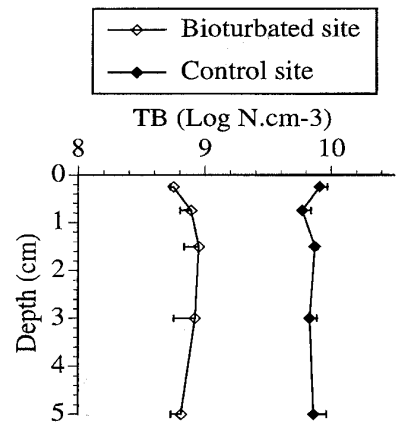
Huettel & Gust (1992)

Huettel & Gust (1992)

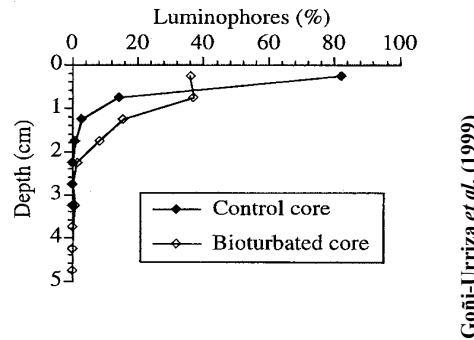
Modification des propriétés & processus / effets actifs & passifs

Propriétés / processus physique	Action de la bioturbation	Effets ☒ Cycle MO
Ecoulement à l'interface	Rugosité / Ecoulement / trainée - sp. : mode de vie endogée / épigée - effets individu # population	Modification écoulement Piègeage actif/passif Biomorphologie sédim. Bioresuspension active
Propriétés du sédiment * Interface eau-sédiment	Rugosité de peau / Tension critique d'érosion / Teneur en eau / Granulométrie - sp. : activité de déplacement - sp. : mode de nutrition - sp. : stabilisateur / déstabilisateur - composition du ppt. biol.	Bioresuspension active Bioresuspension passive - flux d'érosion de particulaires inertes / vivants Biodéposition (fecès/pseudof.) - flux de dépôt
* Colonne sédimentaire - éléments dissous - éléments particulaires + non vivants + vivants	Porosité - sp. : mode de vie (galerie / tube ± pérenne) Mélange - sp. : activité de déplacement - sp. : mode de nutrition - composition du ppt. biol.	Biodiffusion / Bioirrigation - profils dissous modifiés - flux diffusifs accrus Biostratification - profils particulaires & dissous modifiés - flux diffusifs accrus
Structure des pop. / ppt. biol.	- Facilitation / exclusion / amensalisme	Succession écologique - esp. / pop. / ppt.

Modification de la colonne sédimentaire : biostratification



Goñi-Urriza *et al.* (1999)



Goñi-Urriza *et al.* (1999)

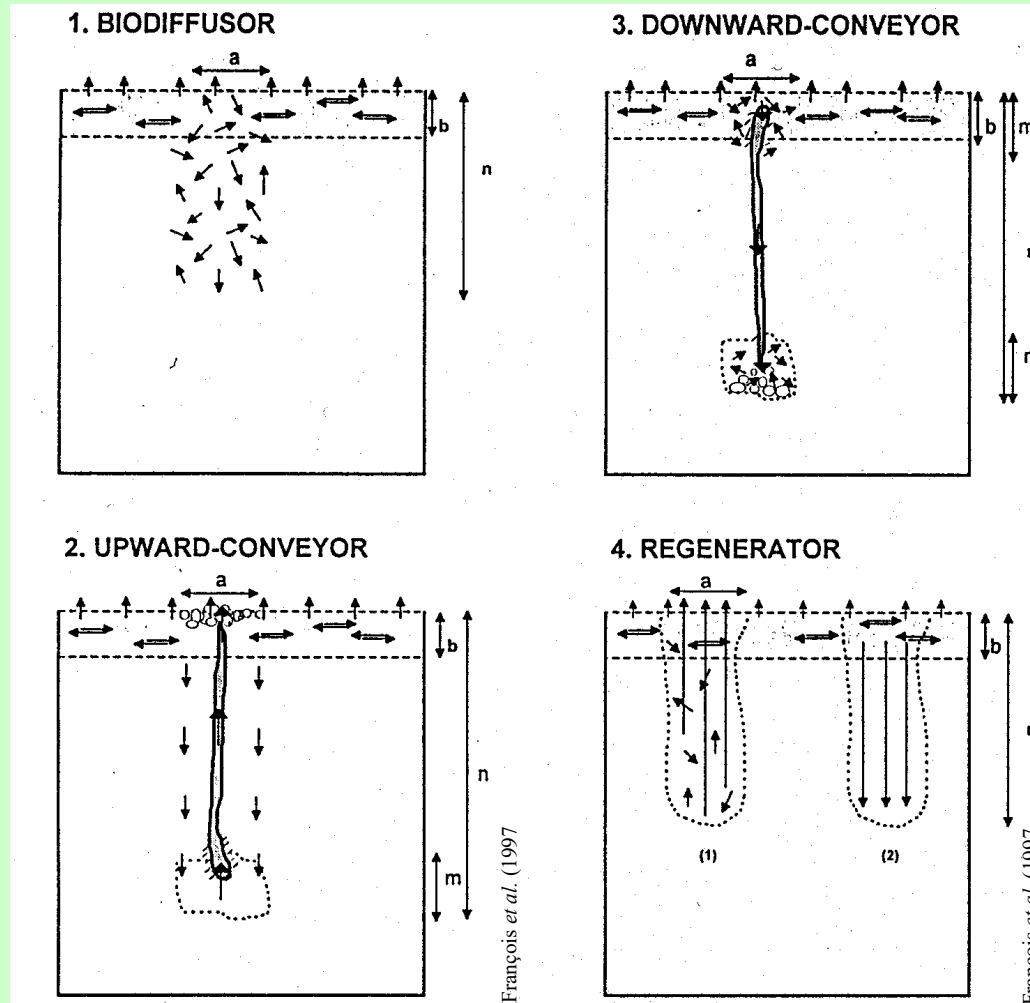
Profils de bactéries / profil de luminophores

De très nombreux modèles existent pour expliquer la répartition de particules sous l'influence de la bioturbation :

Aller / Boudreau / Kadko & Heath / Mohanty *et al.* / Richardson & Young / Shull...

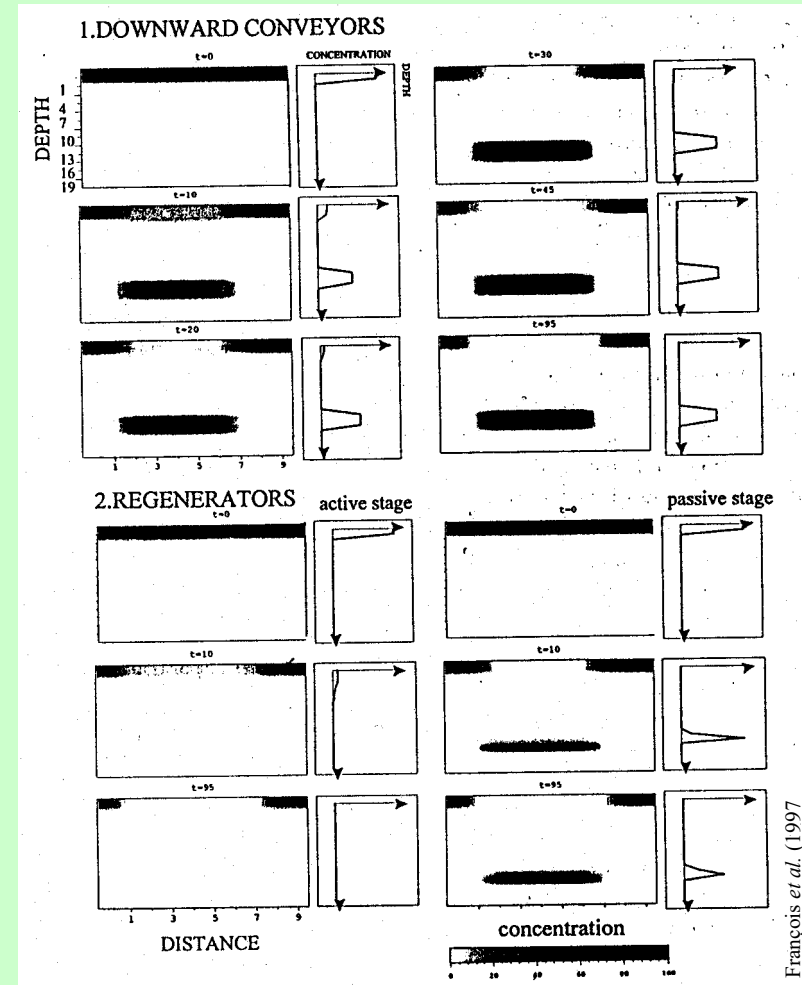
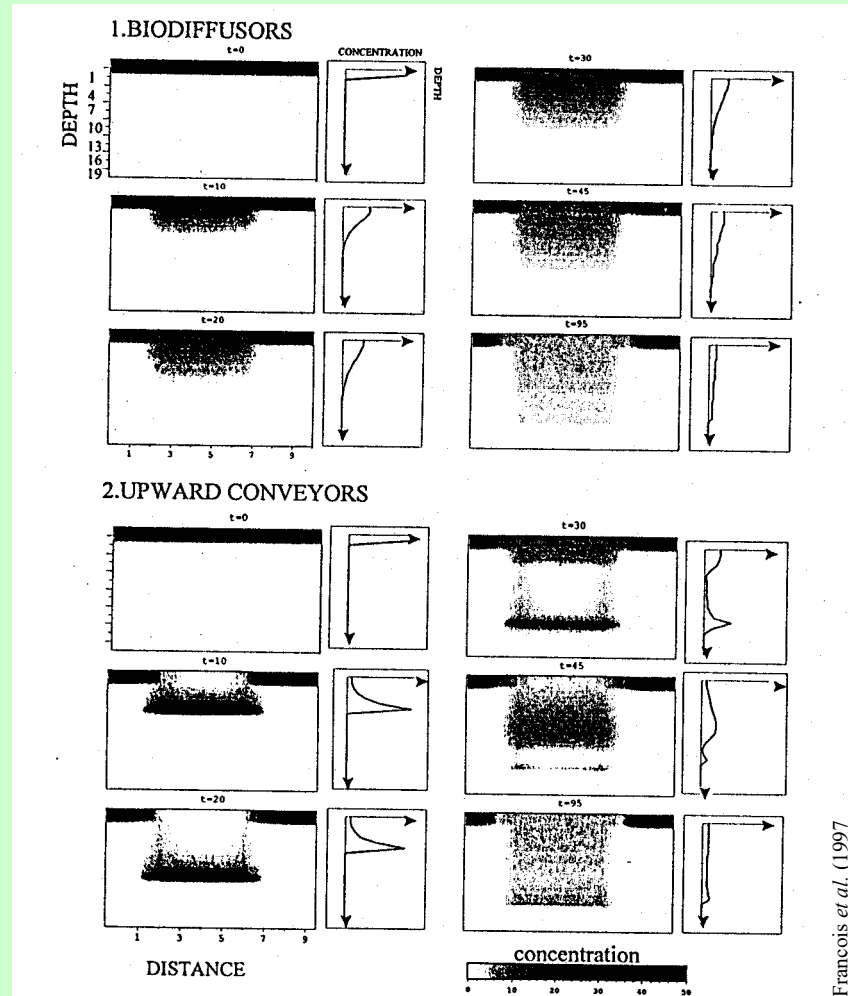
Le mode de nutrition est un facteur clef

Modification de la colonne sédimentaire : biostratification



Le mode de nutrition est un facteur clef

Modification de la colonne sédimentaire : biostratification

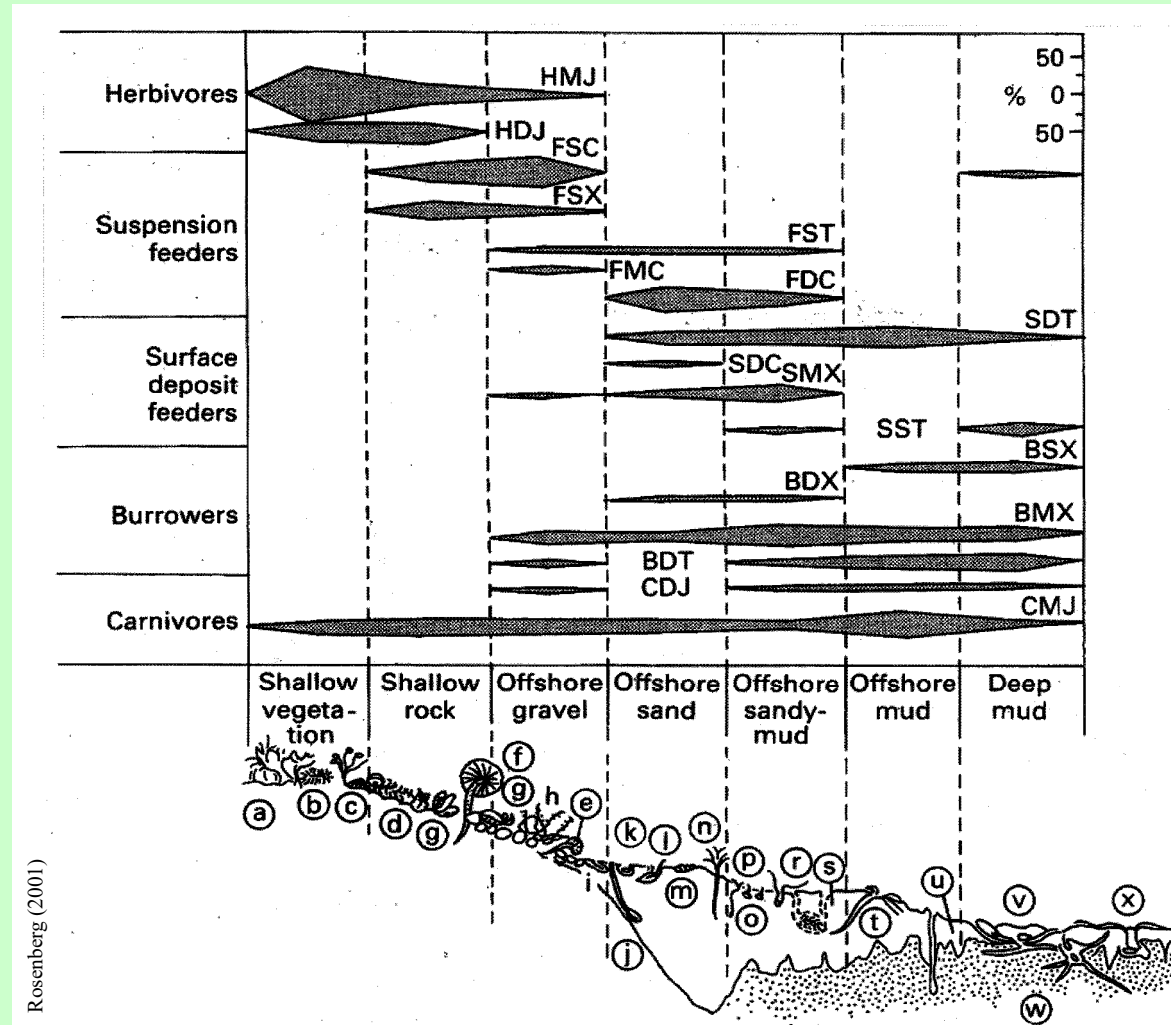


Homologie des profils de traceurs pour certains groupes

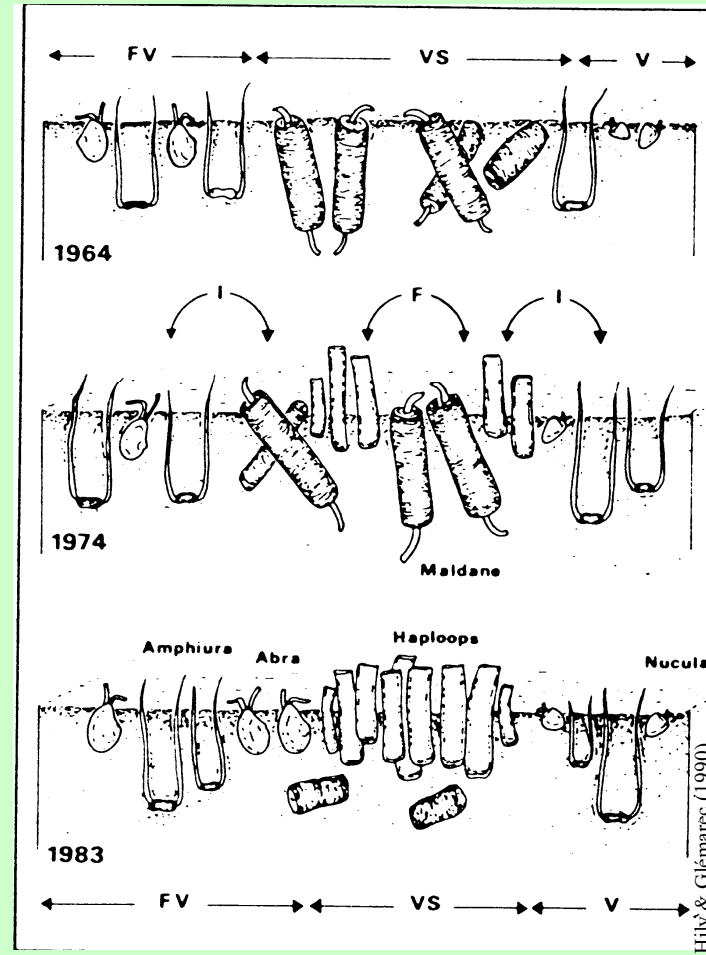
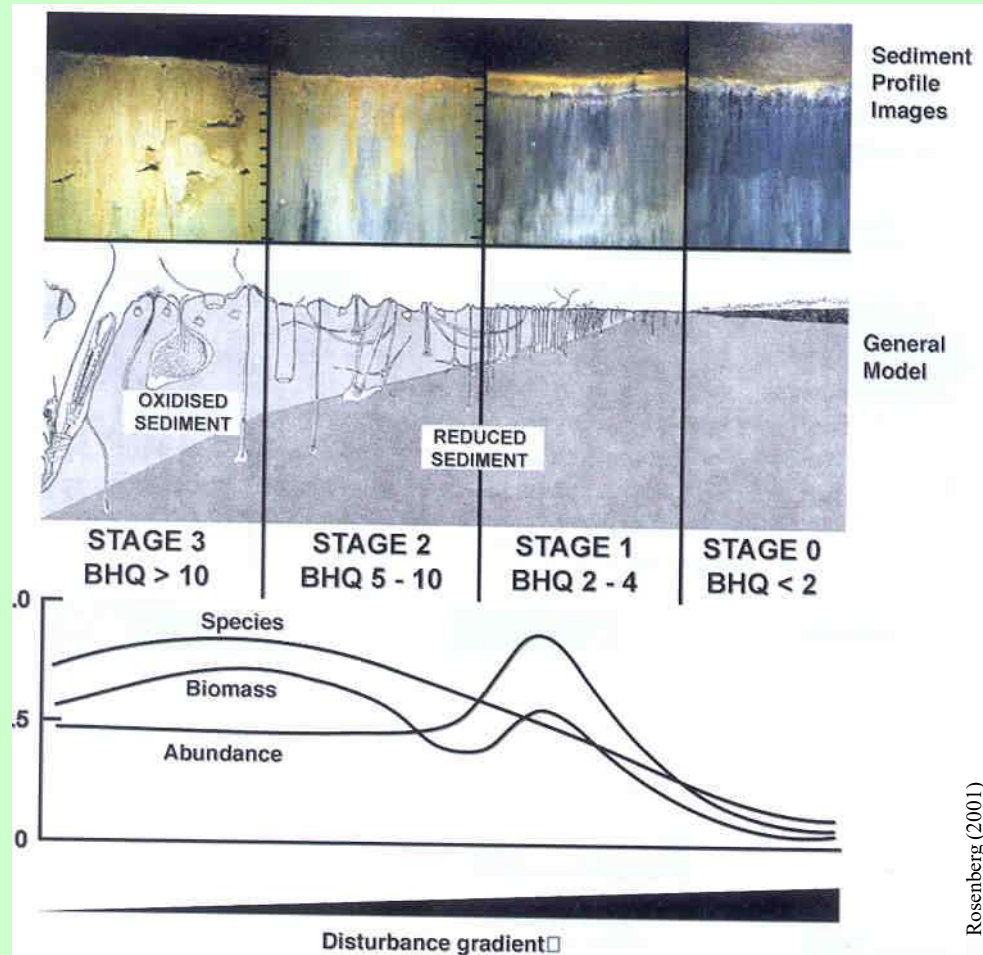
Modification des propriétés & processus / effets actifs & passifs

Propriétés / processus physique	Action de la bioturbation	Effets ☒ Cycle MO
Ecoulement à l'interface	Rugosité / Ecoulement / trainée - sp. : mode de vie endogée / épigée - effets individu # population	Modification écoulement Piègeage actif/passif Biomorphologie sédim. Bioresuspension active
Propriétés du sédiment * Interface eau-sédiment	Rugosité de peau / Tension critique d'érosion / Teneur en eau / Granulométrie - sp. : activité de déplacement - sp. : mode de nutrition - sp. : stabilisateur / déstabilisateur - composition du ppt. biol.	Bioresuspension active Bioresuspension passive - flux d'érosion de particulaires inertes / vivants Biodéposition (fecès/pseudof.) - flux de dépôt
* Colonne sédimentaire - éléments dissous - éléments particuliers + non vivants + vivants	Porosité - sp. : mode de vie (galerie / tube ± pérenne) Mélange - sp. : activité de déplacement - sp. : mode de nutrition - composition du ppt. biol.	Biodiffusion / Bioirrigation - profils dissous modifiés - flux diffusifs accrus Biostratification - profils particuliers & dissous modifiés - flux diffusifs accrus
Structure des pop. / ppt. biol.	- Facilitation / exclusion / amensalisme	Succession écologique - esp. / pop. / ppt.

Succession écologique : rôle central de la bioturbation comme régulation interne des peuplements



Succession écologique : rôle central de la bioturbation comme régulation interne des peuplements



Conclusion

- ⊗ **Bioturbation : modification biologiques des propriétés et processus sédimentaires**
- ⊗ **Interaction physique - biologie**
- ⊗ **Échelles de temps différences entre processus physiques et biologiques**

- ⊗ **Approche : observer - expérimenter - modéliser**
- ⊗ **Approche de modélisation : statistique / modèle probabiliste / modèle de processus**

- ⊗ **Succession écologique en réponse à des forçages hydrosédimentaire / physicochimiques ou forçages internes aux peuplements.**
- ⊗ **La bioturbation tout comme la prédation est l'un des facteurs explicatifs clef de la succession écologique.**

Références

- Amos, C.L., Grant, J., Daborn, G.R. & Black, K., 1992. Sea carousel-a benthic, annular flume. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 34 : 557-577.
[https://doi.org/10.1016/S0272-7714\(05\)80062-9](https://doi.org/10.1016/S0272-7714(05)80062-9)
- Bouldin, D. R., 1968. Models for describing the diffusion of oxygen and other mobile constituents across the mud–water interface. *Journal of Ecology*, 56, 77–87.
- Ehrhold, A., Blanchard, M., Auffret, J.-P. & Garlan, T., 1998. Conséquences de la prolifération de la crépidule (*Crepidula fornicata*) sur l'évolution sédimentaire de la baie du Mont-Saint-Michel (Manche, France). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series IIA - Earth and Planetary Science*, 327 (9) : 583-588. [https://doi.org/10.1016/S1251-8050\(99\)80111-6](https://doi.org/10.1016/S1251-8050(99)80111-6)
- François, F., Poggiale, J.-C., Durbec, J.-P. & Stora, G., 1997. A new approach for the modelling of sediment reworking induced by a macrobenthic community. *Acta Biotheoretica*, 45 (3) : 295-319. <https://doi.org/10.1023/A:1000636109604>
- Goñi-Urriza, M., de Montaudouin, X., Guyoneaud, R., Bachelet, G. & de Wit, R., 1999. Effect of macrofaunal bioturbation on bacterial distribution in marine sandy sediments, with special reference to sulphur-oxidising bacteria. *Journal of Sea Research*, 41 (4) : 269-279.
[https://doi.org/10.1016/S1385-1101\(99\)00008-3](https://doi.org/10.1016/S1385-1101(99)00008-3)
- Hayward, P.J. & Ryland, J.S., 1990a. *The Marine Fauna of the British Isles and North-West Europe. Volume 1. Introduction and Protozoans to Arthropods. Oxford, Oxford University Press : 1-627 p.*
- Hayward, P.J. & Ryland, J.S., 1990b. *The Marine Fauna of the British Isles and North-West Europe. Volume 2. Molluscs to Chordates. Oxford, Oxford University Press : 628-996 p.*
- Hily, C. & Glémarec, M., 1990. Dynamique successionnelle des peuplements de fonds meubles au large de la Bretagne. *Oceanologica Acta*, 13 (1) : 107-115. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00103/21385/18985.pdf>
- Huettel, M. & Gust, G., 1992. Impact of bioroughness on interfacial solute exchange in permeable sediments. *Marine Ecology Progress Series*, 89 (2-3) : 253-267. <https://www.int-res.com/articles/meps/89/m089p253.pdf>
- Jumars, P.A. & Nowell, A.R.M., 1984. Effects of benthos on sediment transport: difficulties with functional grouping. *Continental Shelf Research*, 3 (2) : 115-130. [https://doi.org/10.1016/0278-4343\(84\)90002-5](https://doi.org/10.1016/0278-4343(84)90002-5)
- Laima, M., Brossard, D., Sauriau, P.-G., Girard, M., Richard, P., Gouleau, D. & Joassard, L., 2002. The influence of long emersion on biota, ammonium fluxes and nitrification in intertidal sediments of Marennes-Oléron Bay, France. *Marine Environmental Research*, 53 : 381-402.
[https://doi.org/10.1016/S0141-1136\(01\)00126-X](https://doi.org/10.1016/S0141-1136(01)00126-X)
- Nybakken, J.W., 1993. *Marine Biology. An ecological approach. New York, HarperCollins College Publishers : 462 p.*
- Parchure Trimbak, M. & Mehta Ashish, J., 1985. Erosion of soft cohesive sediment deposits. *Journal of Hydraulic Engineering*, 111 (10) : 1308-1326.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9429\(1985\)111:10\(1308\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9429(1985)111:10(1308))
- Pearson, T.H., 2001. Functional group ecology in soft-sediment marine benthos: the role of bioturbation. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 39 : 233-267.
- ... / ...

Références

... / ...

- Rhoads, D.C., 1974. Organism-sediment relations on the muddy sea floor. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 12 : 263-300.
- Rosenberg, R., Nilsson, H.C., Hellman, B. & Agrenius, S., 2000. Depth correlated benthic faunal quantity and infaunal burrow structures on the slopes of a marine depression. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 50 (6) : 843-853. <https://doi.org/10.1006/ecss.2000.0614>
- Rosenberg, R., 2001. Marine benthic faunal successional stages and related sedimentary activity. *Scientia Marina*, 65 (S2) : 107-119. <https://doi.org/10.3989/scimar.2001.65s2107>
- Sandnes, J., Forbes, T., Hansen, R., Sandnes, B. & Rygg, B., 2000. Bioturbation and irrigation in natural sediments, described by animal-community parameters. *Marine Ecology Progress Series*, 197 : 169-179. <https://www.int-res.com/articles/meps/197/m197p169.pdf>
- Springer, B., Friedrichs, M., Graf, G., Nittikowski, J. & Queisser, W., 1999. A high-precision current measurement system for laboratory flume system: a case study around a circular cylinder. *Marine Ecology Progress Series*, 183 : 305-310. <https://www.int-res.com/articles/meps/183/m183p305.pdf>
- Wheatcroft, R.A., Jumars, P.A., Smith, C.R. & Nowell, A.R.M., 1990. A mechanistic view of the particulate biodiffusion coefficient: step lengths, rest periods and transport directions. *Journal of Marine Research*, 48 (1) : 177-207. https://elischolar.library.yale.edu/journal_of_marine_research/1966
- Widdows, J., Brown, S., Brinsley, M.D., Salkeld, P.N. & Elliott, M., 2000. Temporal changes in intertidal sediment erodability: influence of biological and climatic factors. *Continental Shelf Research*, 20 (10-11) : 1275-1289. [https://doi.org/10.1016/S0278-4343\(00\)00023-6](https://doi.org/10.1016/S0278-4343(00)00023-6)
- Wildish, D.J. & Kristmanson, D.D., 1997. *Benthic suspension feeders and flow*. Cambridge, Cambridge University Press : 409 p.
- Willows, R.L., Widdows, J. & Wood, R.G., 1998. Influence of an infaunal bivalve on the erosion of an intertidal cohesive sediment: a flume and modeling study. *Limnology and Oceanography*, 43 (6) : 1332-1343. <https://doi.org/10.4319/lo.1998.43.6.1332>

Orvain et al. (in prep) deviennent :

- Orvain, F., Le Hir, P. & Sauriau, P.-G., 2003. A model of fluff layer erosion and subsequent bed erosion in the presence of the bioturbator, *Hydrobia ulvae*. *Journal of Marine Research*, 61 (6) : 823-851. <https://doi.org/10.1357/002224003322981165>
- Orvain, F., Le Hir, P., Sauriau, P.-G. & Lefebvre, S., 2012. Modelling the effects of macrofauna on sediment transport and bed elevation: application over a cross-shore mudflat profile and model validation. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 108 : 64-75. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2011.12.036>



Programme SEMINAIRE

Mardi 22 janvier 2002 (2^{ème} partie)

Institut océanographique

Fondation Albert I^{er}, prince de Monaco

Hydrodynamique et dynamique sédimentaire littorales

→ 195, rue Saint-Jacques 75005 Paris

tél. : +33 1 44 32 10 70
fax : +33 1 40 51 73 16
http://www.oceano.org

Animateur : Jean-Paul Barusseau, Laboratoire de Sédimentologie Marine,
Université de Perpignan, 52, avenue de Villeneuve, 66860 Perpignan

. Vasières

- 09h00-09h30 : **Erosion et sédimentation des MES ; problèmes liés à la paramétrisation des phénomènes physiques.**
- Jean-Claude Brun-Cottan, Université de Caen, UPRES-A 6143 CNRS, Morphodynamique Continentale et Côtière, 24 rue des Tilleuls, 14000 Caen.
- 09h30-10h00 : **Le comportement des vases et sa modélisation : applications (de la vase fluide à la morphodynamique d'estran...).**
- Pierre Le Hir, Laboratoire d'Écologie Côtière, IFREMER, Technopole de Brest-Iroise, BP 70, 29280 Plouzané.
- 10h00-10h30 : **Vasières interdites et subtidales en climat tempéré.**
- Patrick Lesueur, Université de Caen, UPRES-A 6143 CNRS, Morphodynamique Continentale et Côtière, 24 rue des Tilleuls, 14000 Caen.
- 10h30-11h00 : **P a u s e.**
- 11h00-11h30 : **Le rôle de la végétation de pré salé dans la dynamique des schorres.**
- Jacques-Édouard Levasseur, Recherche Biologie Environnementale, Bât 14A, 263, Av. du Gal Leclerc, CS74205, 35042 Rennes cedex.
- 11h30-12h00 : **Le rôle de la macrofaune dans la dynamique sédimentaire des vasières intertidales.**
- Pierre-Guy Sauriau, CREMA, Place du Séminaire, B.P. 5, 17137 L'Hourmeau.
- 12h00-12h30 : **La dynamique des bancs de vase. Exemple des côtes de la Guyane française.**
- Jean-Marie Froidefond, UMR-EPOC (CNRS), Université Bordeaux I, 33405 Talence cedex.

. Embouchures

- 12h30-13h00 : **Evolution morphosédimentaire de systèmes estuariens contrastés sur une côte microtidale dominée par la houle, le golfe du Bénin : vers un modèle conceptuel.**
- Edward Anthony, Université du Littoral Côte d'Opale, Département de Géographie, 2, chemin des Darses, 59140 Dunkerque.
- 14h00-14h30 : **Modélisation de l'hydrodynamique sédimentaire en estuaire.**
- Isabelle Brenon, Centre Littoral de Géophysique, Université de La Rochelle, avenue Crépeau, 17042 La Rochelle.
- 14h30-15h00 : **Observation et modélisation en estuaire macrotidal (Seine et Gironde).**
- Aldo Sottolichio, D.G.O., Université de Bordeaux I, Avenue des Facultés, 33405 Talence.
- 15h00-15h30 : **Apports solides et mobilité historique des littoraux deltaïques.**
- Mireille Provansal, Université Aix-Marseille 1, CEREGE, Europôle de l'Arbois, 13545 Aix en Provence
- 15h30-16h00 : **Les embouchures tidales (tidal inlets) et leur delta : Description et fonctionnement.**
- Yann Balouin, D.G.O., Université de Bordeaux I, avenue des Facultés, 33405 Talence.
- 16h00-16h30 : **P a u s e**
- 16h30-17h00 : **Exemple d'une embouchure lagunaire : le bassin d'Arcachon.**
- Denis Michel, D.G.O., Université de Bordeaux I, avenue des Facultés, 33405 Talence.

. Lagunes

- 17h00-17h30 : **Modélisation de l'hydrodynamique des lagunes : cas de l'étang de Thau.**
- Pascal Lazure, IFREMER, Centre de Brest, DEL/AO, B.P. 70, 29280 Plouzané.

. Cotes rocheuses

- 17h30-18h00 : **Érosion des falaises côtières.**
- Pierre Watremez, Antenne BRGM, Site IFREMER, B.P.70, 29280 Plouzané.