

Journée d'information et d'échanges :

« La gestion piscicole en Dyle-Gette : état des lieux & perspectives »

Mécanismes du transport sédimentaire des cours d'eau et effets sur l'hydro-morphologie



**Alexandre Peeters, Jean Van Campenhout, François Petit,
Geoffrey Houbrechts**

Laboratoire d'Hydrographie et de Géomorphologie Fluviale

Université de Liège

- I. Généralités sur le transport sédimentaire en rivière**
- II. Transport sédimentaire dans les bassins : Dyle et Gette**
- III. Transport sédimentaire et hydro-morphologie**
- IV. Dysfonctionnements et effets sur l'hydro-morphologie**

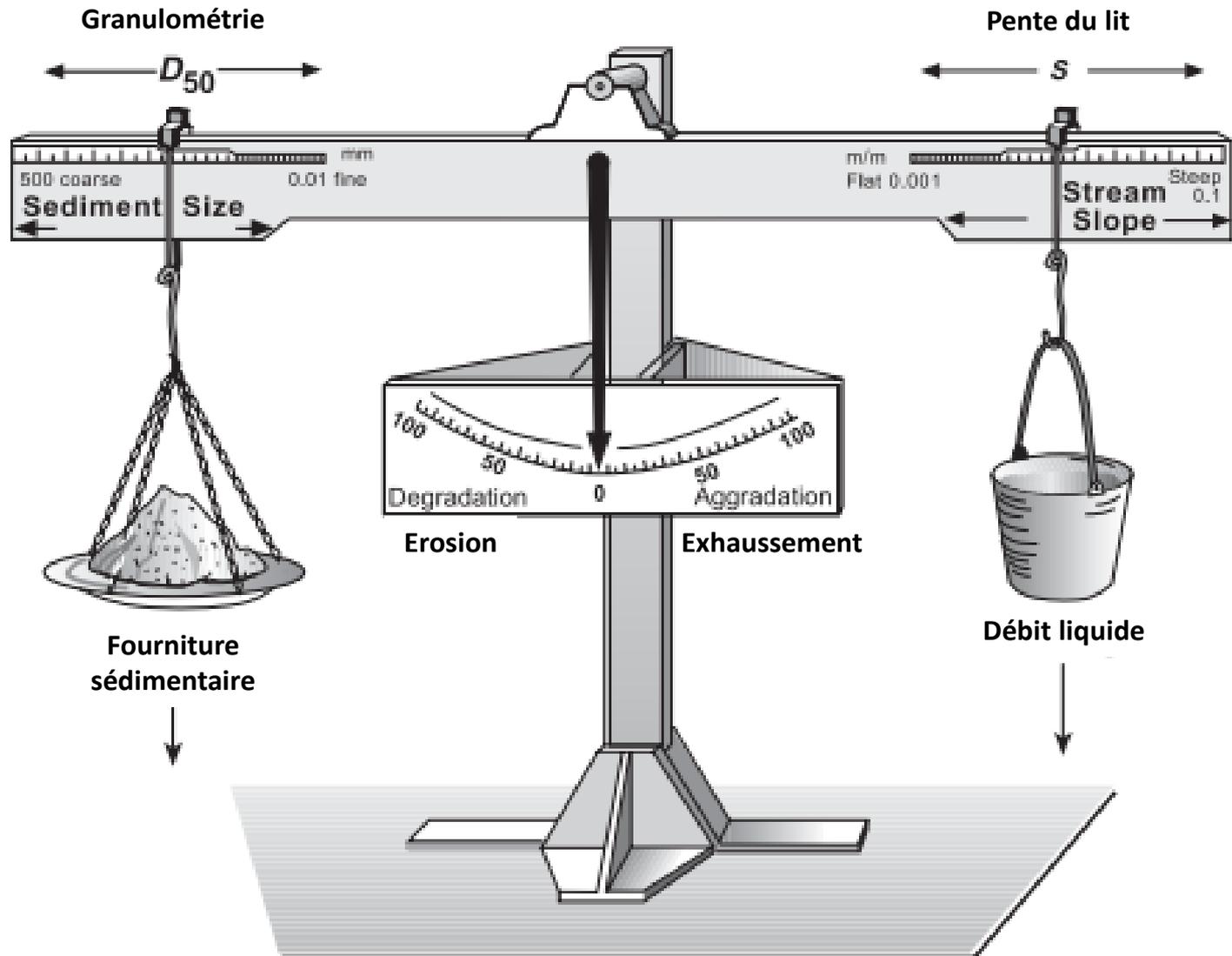
A) Notion d'équilibre dynamique

En conditions naturelles, les rivières tendent à établir une combinaison « dynamiquement stable » entre 2 types de variables (Schumm, 1977) :

- 1) **Des variables de contrôle** (dont dépend l'évolution physique du cours d'eau)
 - **Le débit liquide (Q)**
 - **Le débit solide (Qs)**
 - Pente et géométrie de la vallée
 - Caractéristiques sédimentologiques du fond du lit et des berges + végétation des berges (érodabilité)

- 2) **Des variables de réponse** (qui permettent au cours d'eau de s'ajuster aux mutations des variables de contrôle)
 - Largeur et profondeur du lit mineur
 - Pente moyenne du lit mineur
 - Sinuosité

I. Généralités sur le transport sédimentaire en rivière



B) Notion de puissance spécifique (ω , en W/m^2)

➔ **Indicateur permettant de quantifier la capacité de travail des cours d'eau**

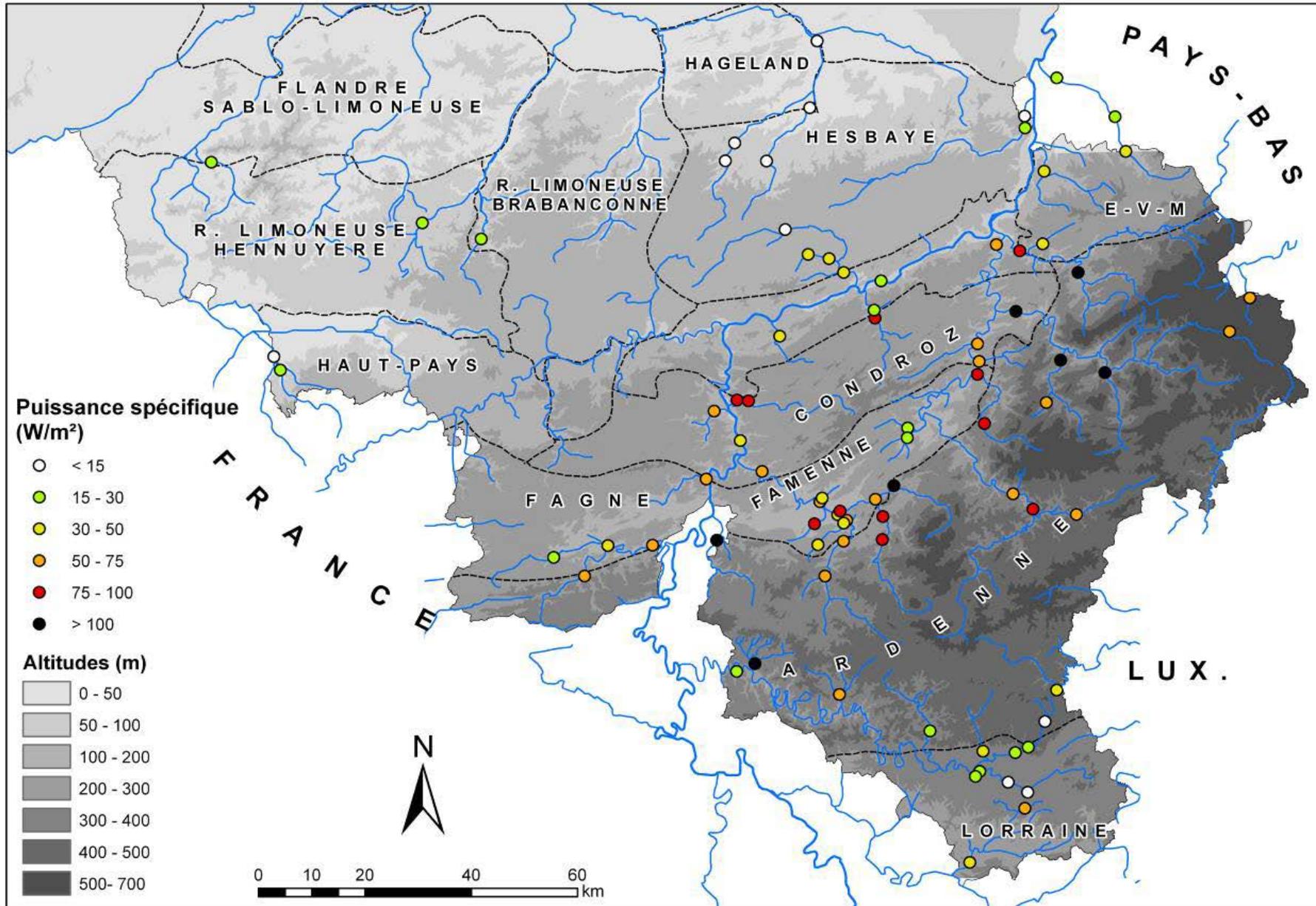
$$\omega = (g \cdot \rho \cdot Q \cdot S) / w$$

- g : l'accélération de la pesanteur (en m/s^2)
- ρ : la masse volumique du fluide (en kg/m^3)
- Q : le débit (en m^3/s)
- S la pente longitudinale (en m/m)
- w la largeur du lit (en m)

Valeurs « seuils » des puissances spécifiques pour le débit à pleins bords (Petit et al., 2008)

Inférieure à $15 W/m^2$	Chenaux inactifs Méandres libres figés	Brookes (1988)
Inférieure à $35 W/m^2$	Rivières incapables d'auto-ajustement	Brookes (1988)
Supérieure à $30 W/m^2$	Méandres actifs	Ferguson (1991)
Supérieure à $50 W/m^2$ Entre 80 et $100 W/m^2$	Tendance au tressage « Cycle » de la méandration de l'ordre d'une vingtaine d'années	Ferguson (1987) Bravard (1991)
Supérieure à $100 W/m^2$	Tressage	Richards (1982)
Supérieure à $200 W/m^2$	<i>Step pool system</i> Marche cuvette	Gintz et al. (1996)

I. Généralités sur le transport sédimentaire en rivière



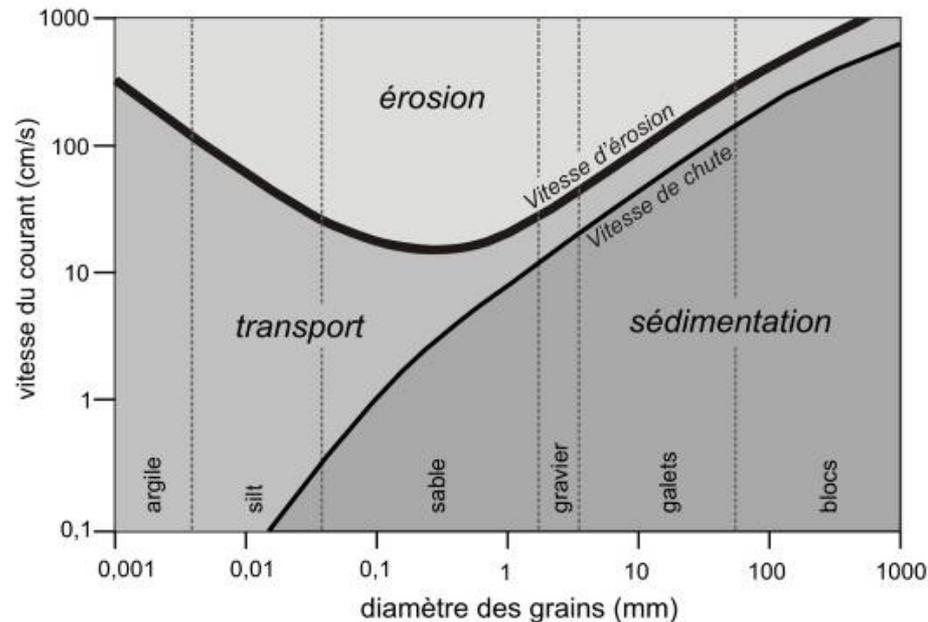
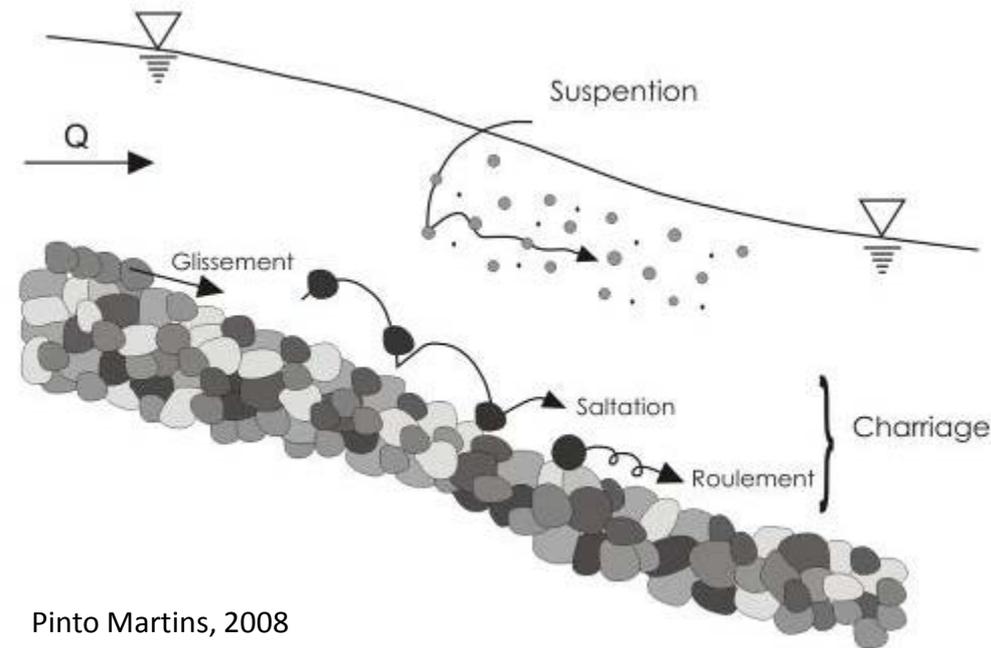
C) Notion de débit solide (transport sédimentaire)

Mode de transport :

- par **charriage** (roulement, glissement et petits sauts sur le fond du lit)
 - ➔ sédi. grossiers (charge de fond)
- en **suspension**
 - ➔ sédi. fins (charge en suspension)

Origine : bassin versant

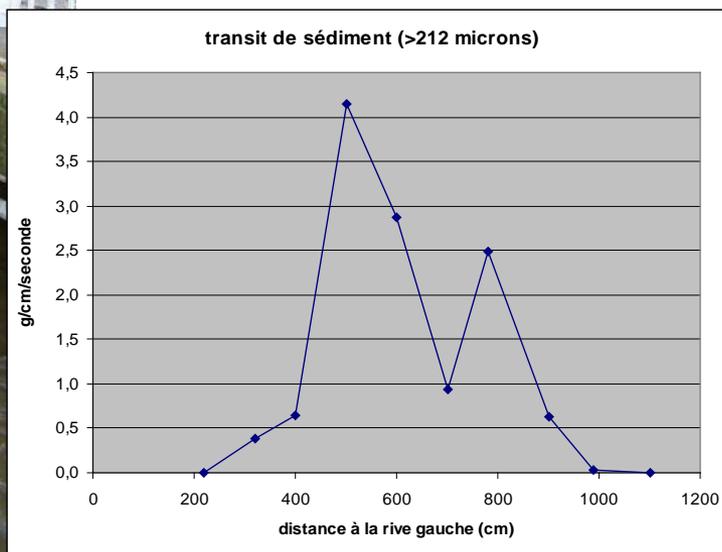
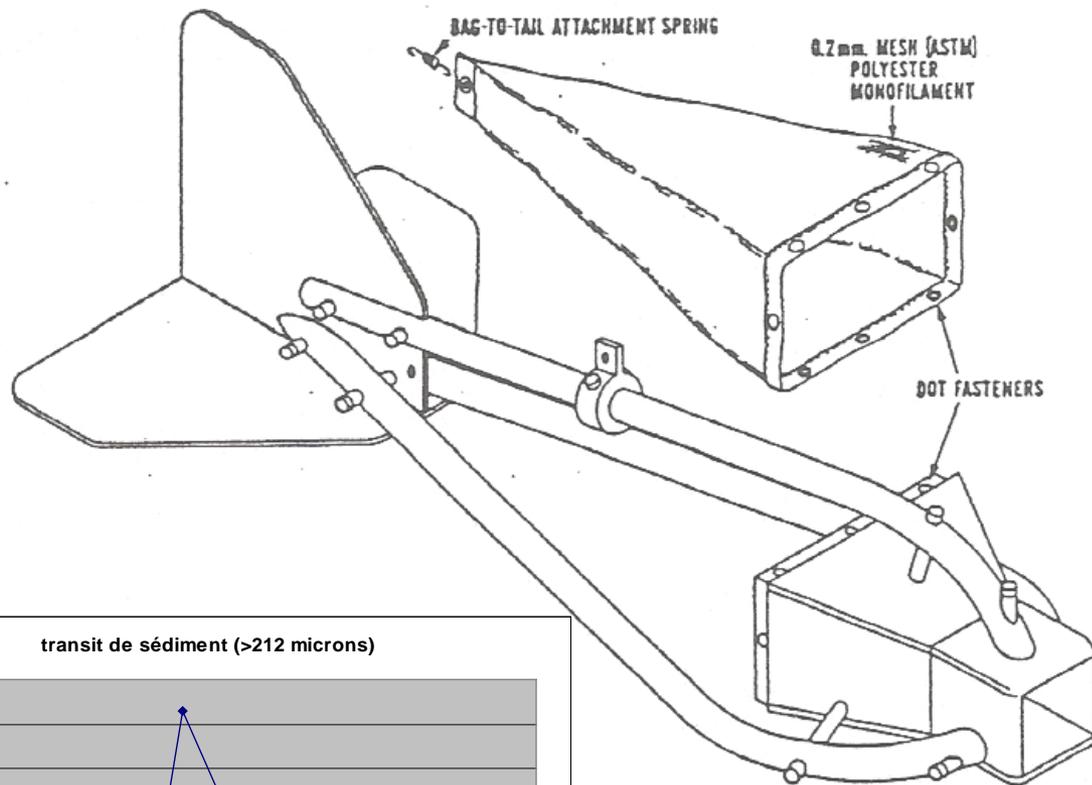
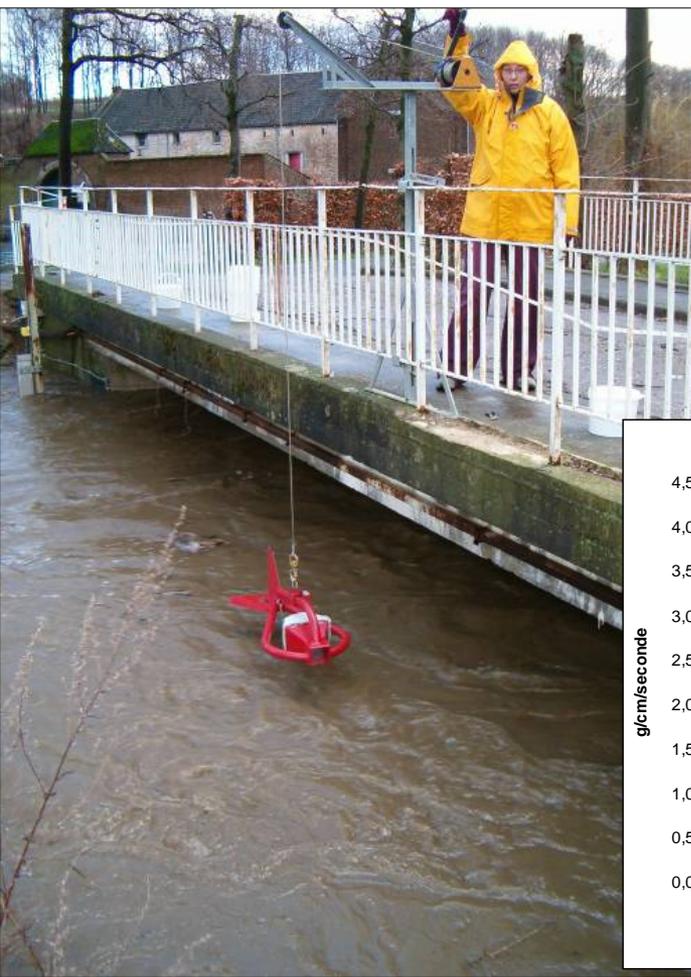
- Erosion des versants
- Erosion latérale des berges



Hjulström, 1936

D) Quantification du transport par charriage

1) Echantillonneur Helley-Smith



2) Evaluation des distances parcourues

- Différentes techniques (marquages, émetteurs, PIT Tags,...)



<http://www.ti-rfid.com>



3) Mesure de l'épaisseur de la couche active de charriage

- Techniques des repères d'érosion



Quantification du transport en suspension

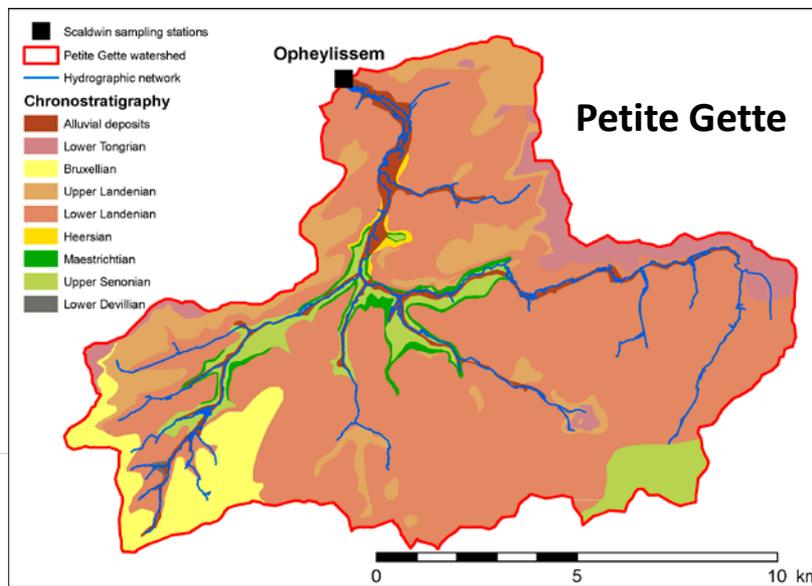
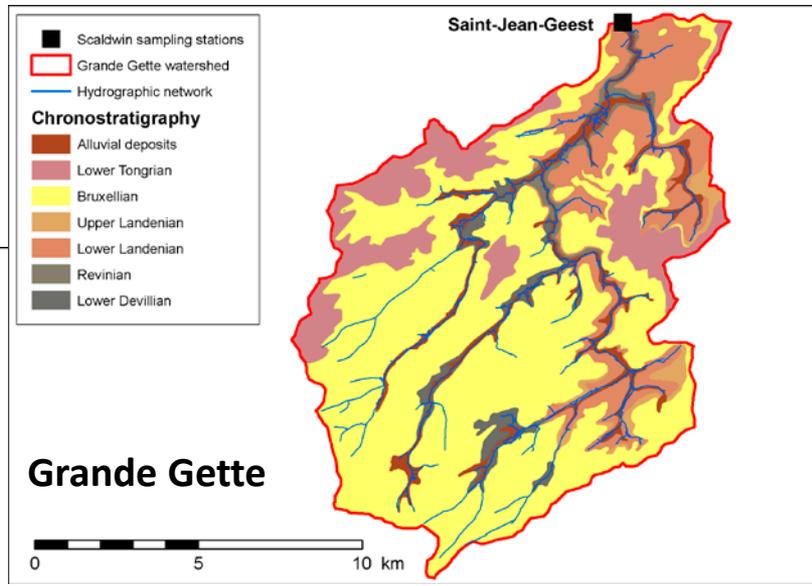
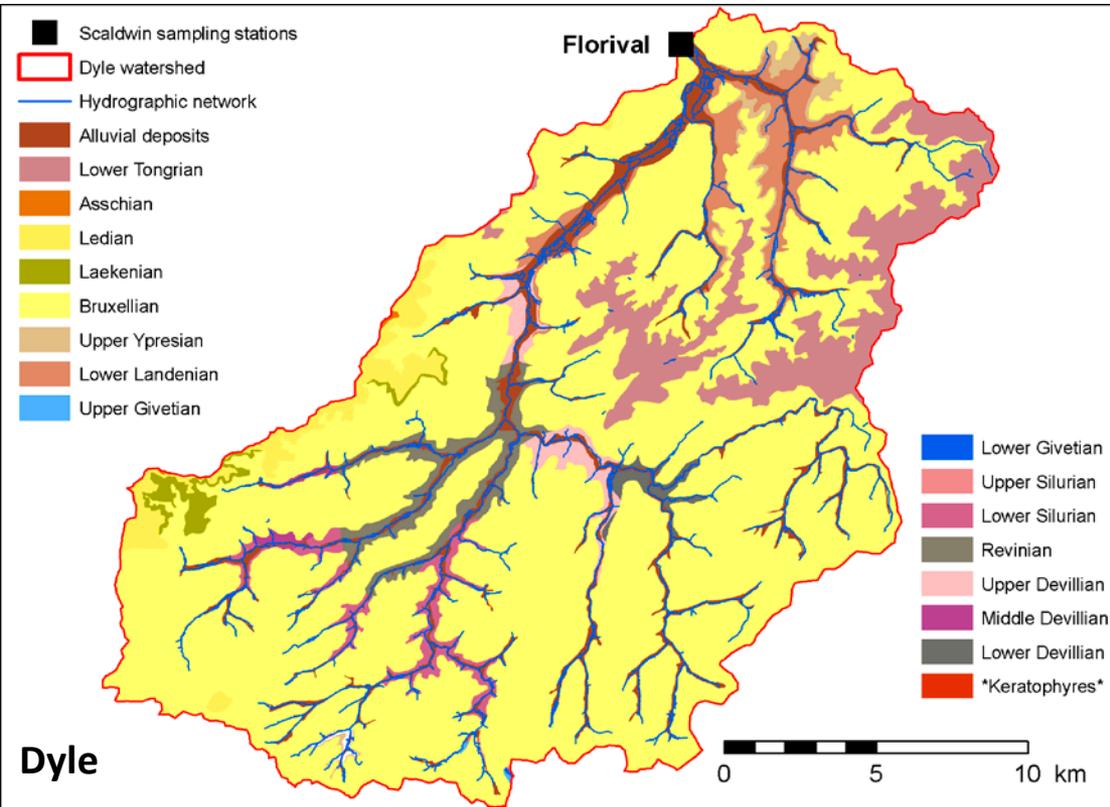
1) Echantillonnage manuel



2) Echantillonneur automatique



a) Contexte lithologique



Geological Service of Belgium, 1890-1919

b) Charge de fond

Transport par charge de fond (kg/h) sur la Grande Gette à Jodoigne (crue du 7/01/2011)



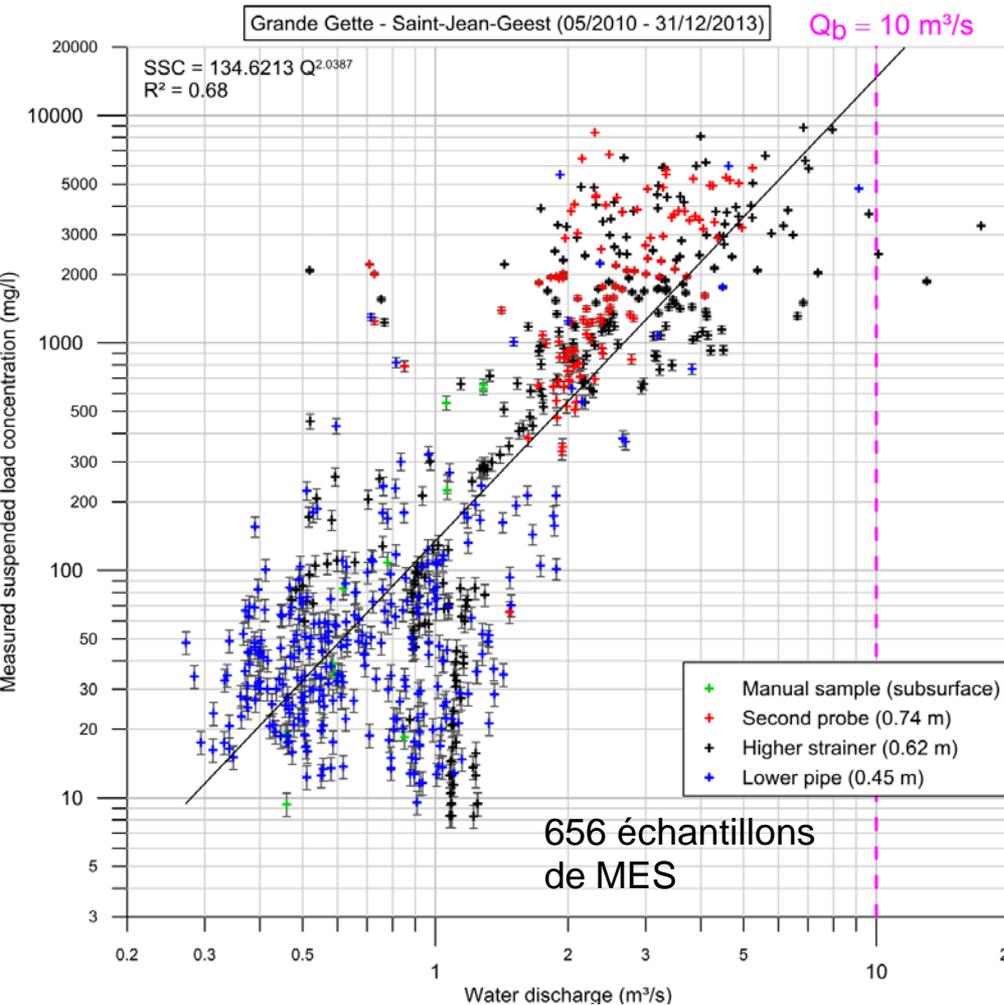
Bed load sediment transport, in kg/h

Particle size classes (μm)	Right bank	Central axis	Left bank
> 2,360	0.00	0.00	0.00
1,770-2,360	0.00	0.05	0.00
1,180-1,770	0.00	0.02	0.00
850-1,180	0.00	0.03	0.00
600-850	0.00	0.04	0.00
425-600	0.01	0.07	0.00
300-425	0.03	0.20	0.12
212-300	0.12	0.49	0.11
150-212	0.10	0.36	0.09
<150	0.11	0.29	0.11
Sum	0.38	1.56	0.44

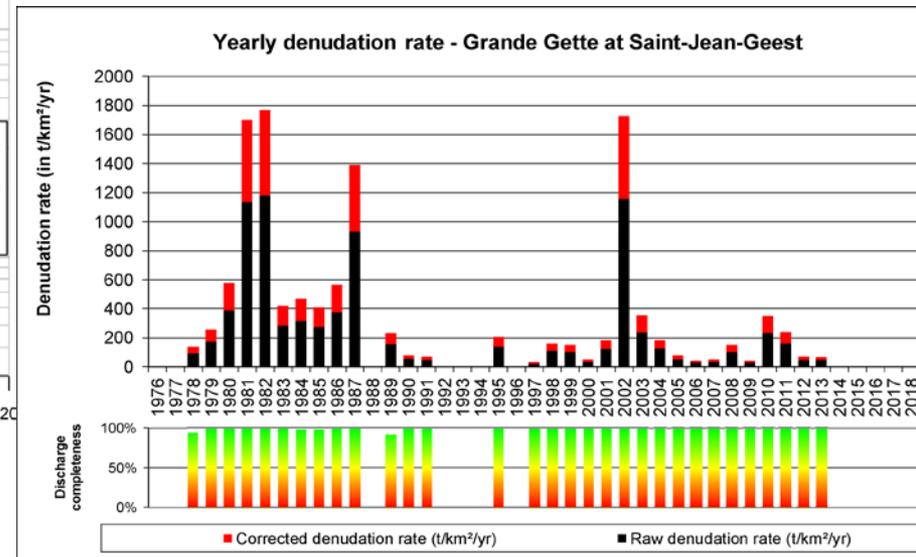


➔ **Transport par charge de fond négligeable**

c) Charge en suspension

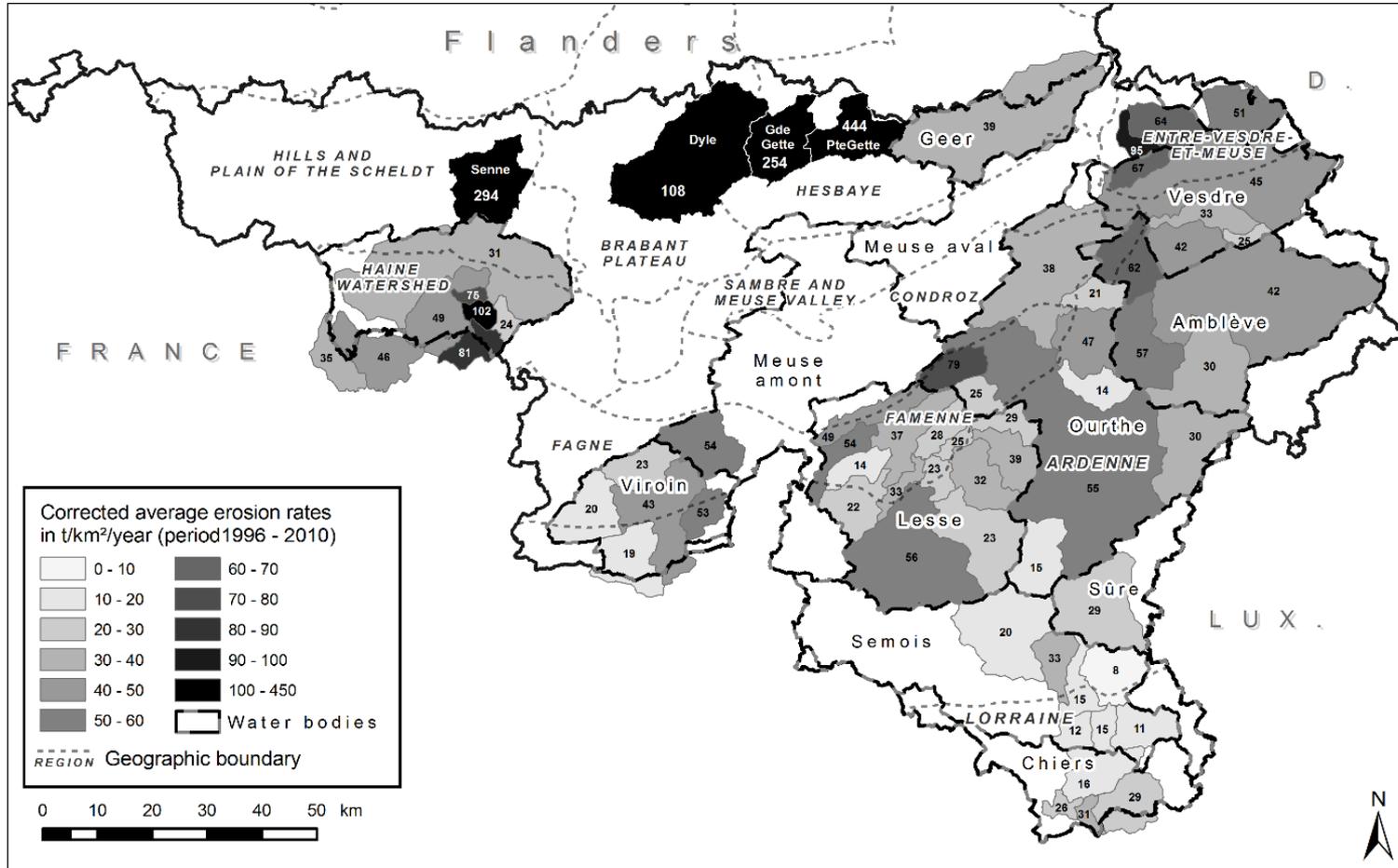


- Interpolation des valeurs de MES (mg/l) pour chaque valeur de débit (m^3/s)
- Extrapolation des données sur l'ensemble de la série de débits disponibles durant la période d'étude
- Détermination du taux de dénudation (exprimé en $\text{t} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{an}^{-1}$)
- Bilan sur une période donnée



➔ Transport en suspension important

c) Charge en suspension



Taux d'érosion durant la période 1996-2010 (adapté depuis Van Campenhout et al., 2013)



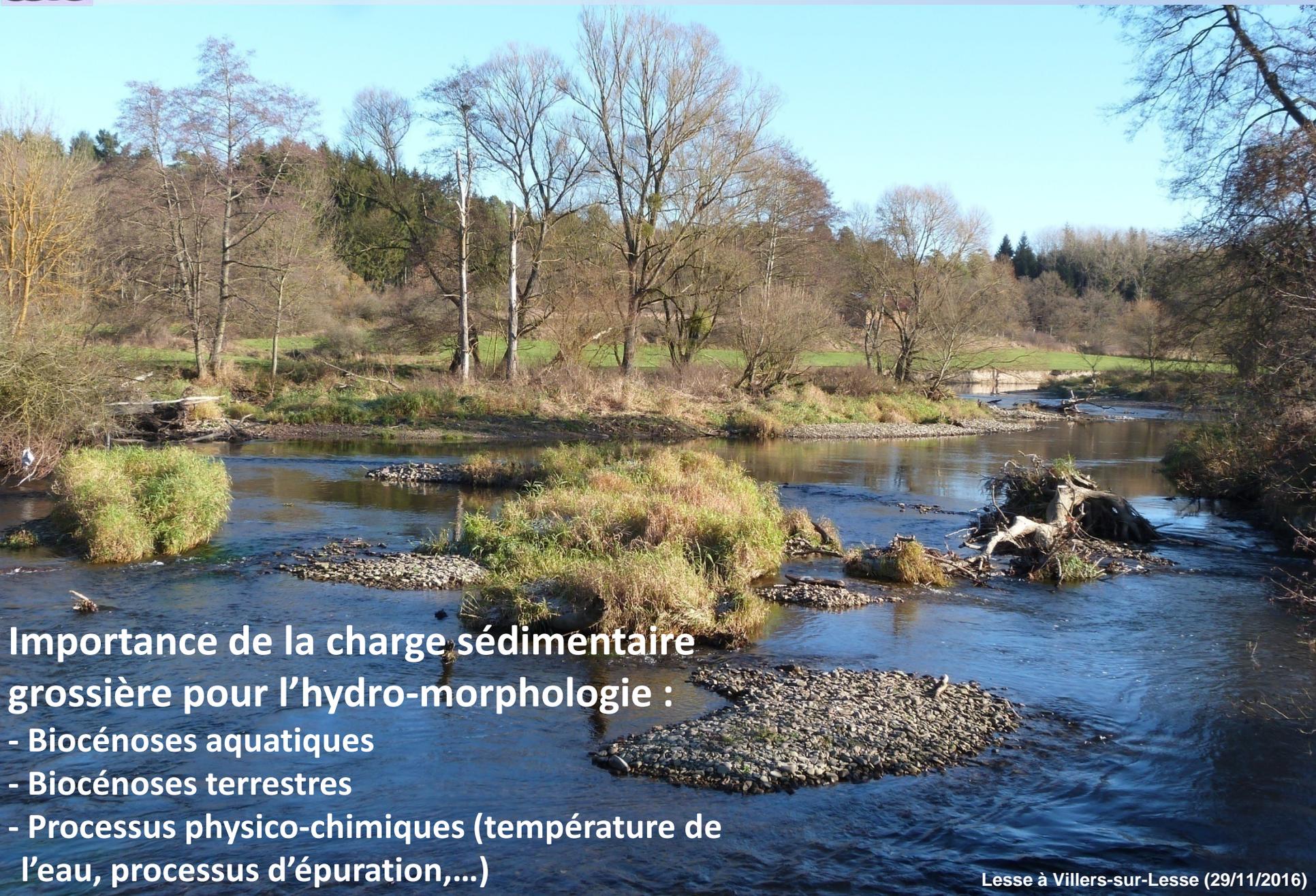
Bonne qualité hydro-morphologique :

- Bonne diversité des faciès d'écoulement
- Bonne diversité des habitats
- Berges non contraintes, diversifiées et bien végétalisées
- Etc.



Qualité hydro-morphologique médiocre

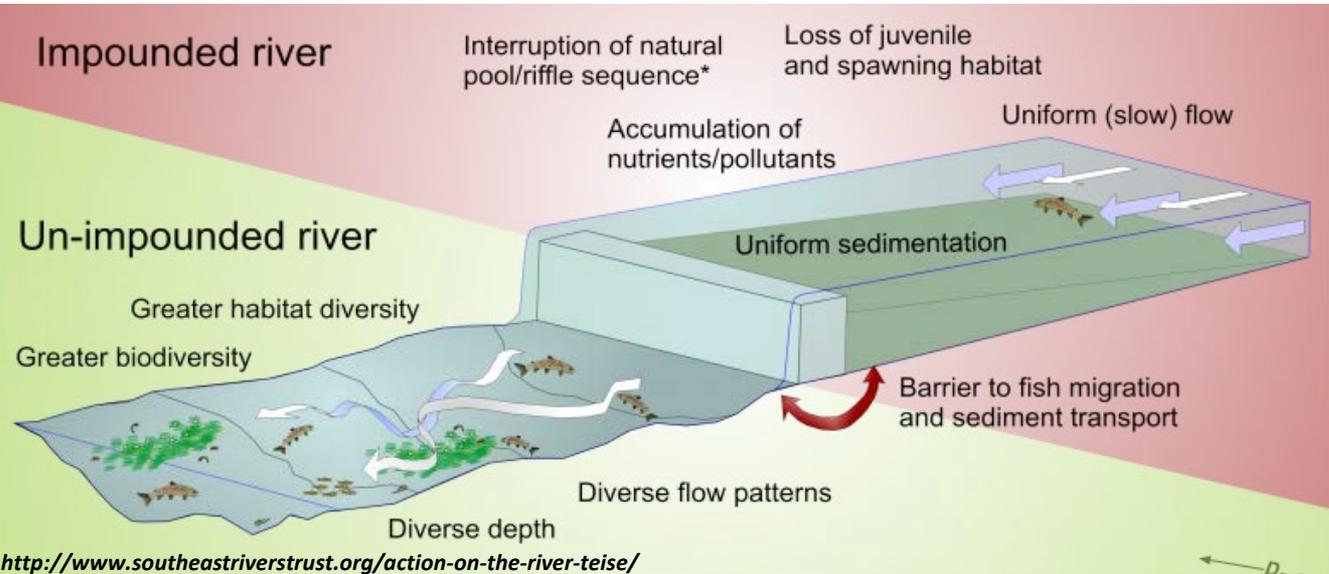
- Tracé rectifié
- Faible diversité des faciès d'écoulement
- Faible diversité des habitats
- Berges stabilisées
- Fond envasé
- Etc.



Importance de la charge sédimentaire
grossière pour l'hydro-morphologie :

- Biocénoses aquatiques
- Biocénoses terrestres
- Processus physico-chimiques (température de l'eau, processus d'épuration,...)

1. Impacts des ouvrages transversaux sur l'hydro-morphologie...



... et sur le transport sédimentaire

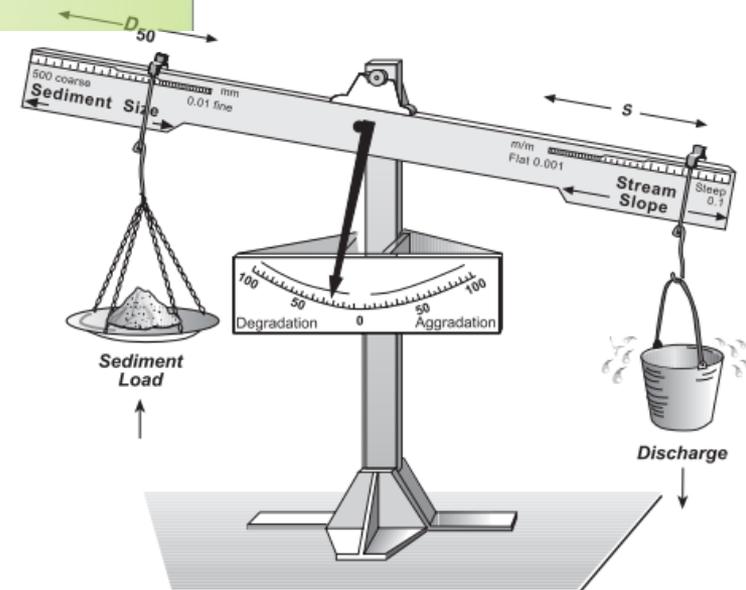
Ouvrage transversal = entrave au transport sédimentaire



Déséquilibre : incision et érosion des berges en aval de l'ouvrage



Destruction des habitats aquatiques



Lane (1955) in Fryirs & Brierley (2013), modifié

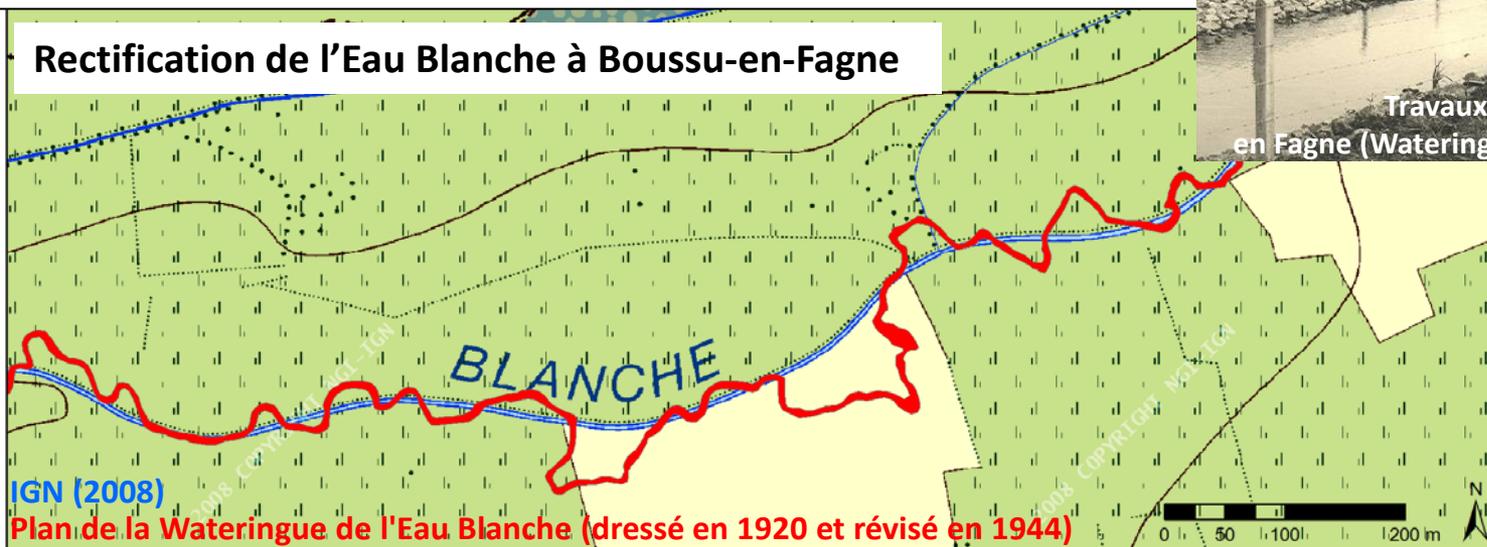
2. Travaux de rectification des cours d'eau (rectification de tracé et mise à gabarit du profil en travers)

	Avant rectification		Après rectification
	1883 (Atlas CE)	1944 (Plan Wateringue) 1956 (Atlas CE)	1993 (atlas CE) 2004 (IGN)
Indice de sinuosité	1,6	1,6	1,1
Pente moyenne (‰)	1,5	/	2,21
Largeur moyenne (m) + coef. var.	6,9 (11%)	8,5 (15%)	14,9 (10%)
Profondeur moy. (m) + coef. var.	1,5 (26%)	2,5 (18%)	2,7 (15%)
Largeur/prof. moy.	5,1	3,5	5,6

Peeters et al., 2013



Travaux de rectification de L'Eau Blanche en Fagne (Wateringue de l'Eau Blanche 1954 - 1970)



Effets sur l'hydro-morphologie :

- Banalisation des faciès d'écoulement
- Diminution des habitats aquatiques : vitesses, largeurs, profondeurs, substrats
- Déconnection du cours d'eau de sa plaine alluviale
- Plaine alluviale : zone humide ➡ zone drainée
- Secteur avec lit mineur soumis à l'incision (et érosion des berges)



3. Apports importants en sédiments fins

a) Différentes origines et causes :

- Erosion naturelle du bassin versant (présence de limon par ex.)
- Erosion liée à l'occupation du sol : prairies vs. cultures sarclées (maïs, betteraves, etc.)
- Destruction des zones humides en fond de vallée
- détérioration des cordons rivulaires et des bandes enherbées le long des cours d'eau
- Pratiques culturales favorisant l'érosion des terres (grandes parcelles, sens des sillons,...)
- Erosion des berges par le bétail
- Activités sylvicoles favorisant l'érosion des terres (ornières, coupe à blanc,...)



Rieu de Barges à Willemeau, 13/06/2006



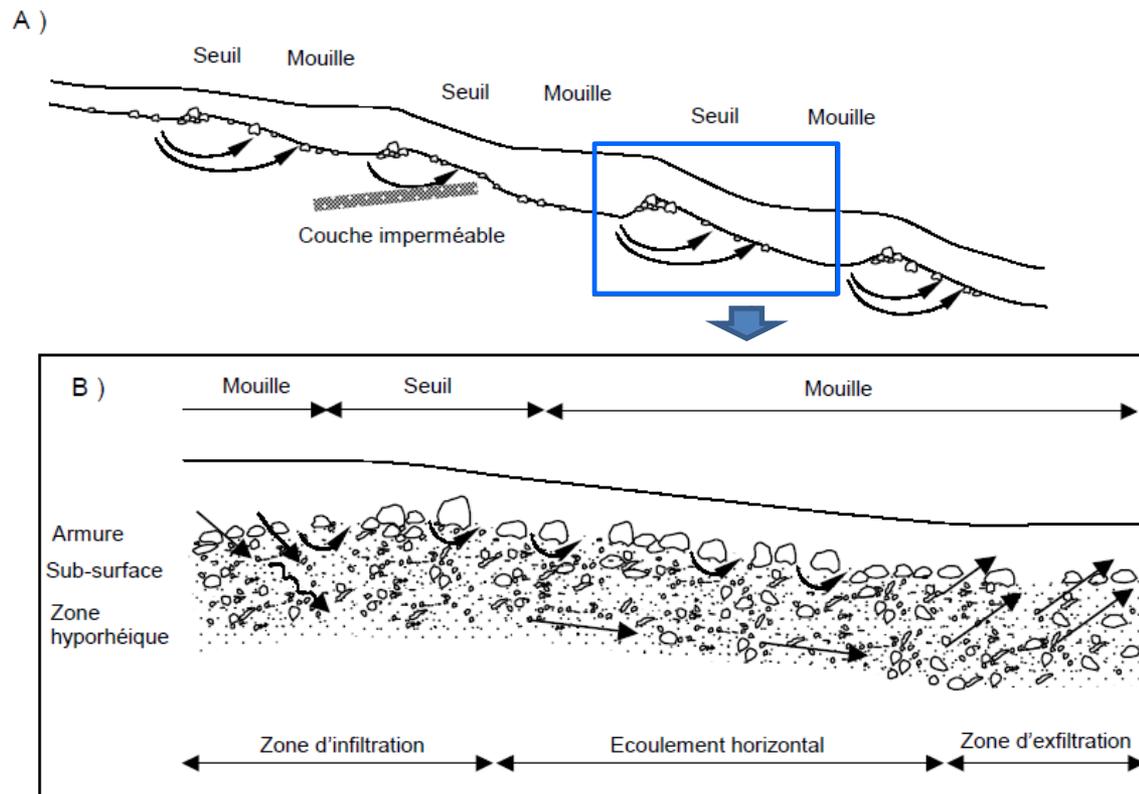
Champs de maïs dans la plaine alluviale de la Berwinne, après la crue du 1/06/2018



Rulles à Habay-la-Neuve :
Bétail dans le cours d'eau

b) Impacts de l'excès de sédiments fins :

- **Rivières à charge grossière (caillouteuse) : colmatage des fonds**
 - Infiltration des sédiments fins dans les interstices de la zone hyporhéique
 - Diminution des apports en O₂ (asphyxies du milieu)
 - Appauvrissement des habitats des macroinvertébrés, des moules et des poissons lithophyles)



Mouvements d'eau à plusieurs échelles entre la surface et la zone hyporhéique :
 A) Echanges hydriques induits par les discontinuités géomorphologiques et géologiques.

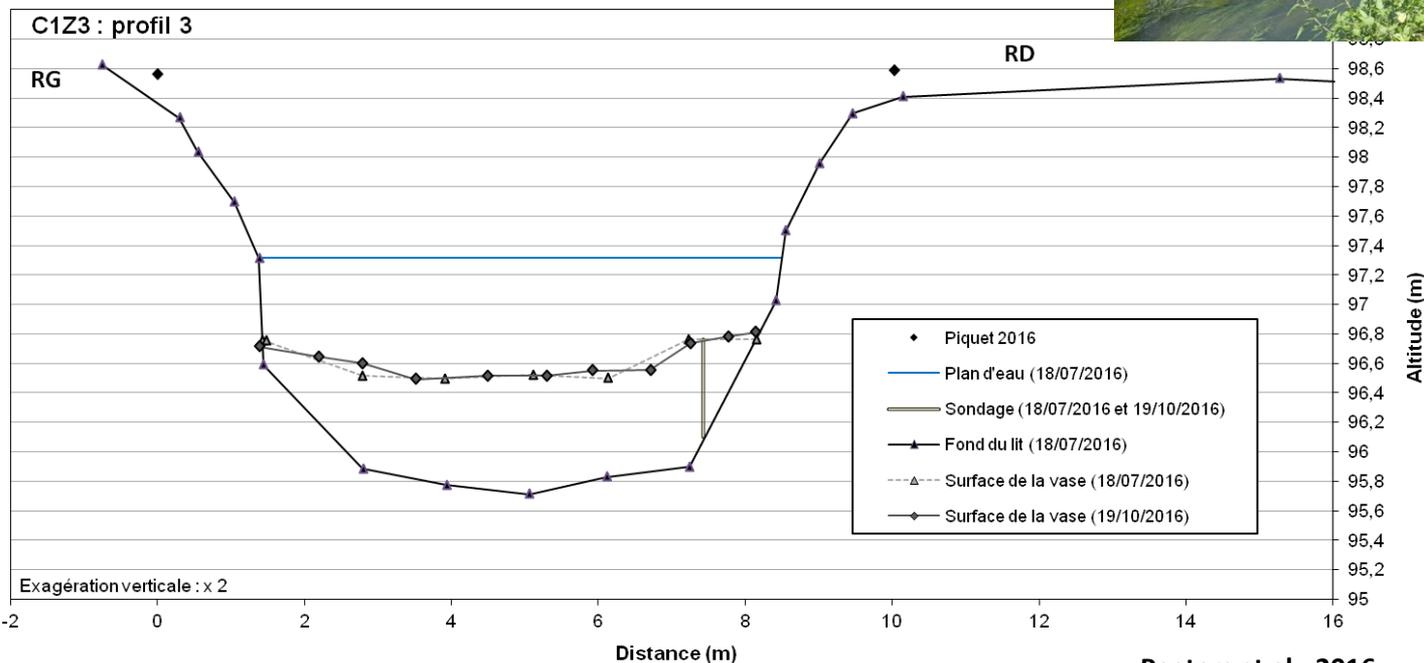
B) Détail des mouvements hydriques au sein d'une séquence mouille-seuil-mouille

b) Impacts de l'excès de sédiments fins :

- *Rivières à charge fine : accumulation de fines au fond du lit*
 - Habitats peu attractifs et peu diversifiés
 - Diminution de la section d'écoulement



Geer à Lantremange



Merci pour votre attention

**Alexandre Peeters, Jean Van Campenhout, François Petit,
Geoffrey Houbrechts**

**Laboratoire d'Hydrographie et de Géomorphologie Fluviale
Université de Liège**