

Éléments de réflexion pour l'établissement de principes généraux d'aide à l'élaboration d'un plan de gestion du transport solide

Norbert LANDON

Université de Lyon, CNRS,

Université Lumière – Lyon 2, UMR5600 EVS



24 novembre 2011 - Vierzon (18)



UNIVERSITÉ
LUMIÈRE
LYON 2
UNIVERSITÉ DE LYON

Quelques éléments de réflexion...

- Plan de gestion du transport solide = une définition « réglementée » ?
- Pourquoi un plan de gestion et pour quel(s) objectif(s) ? Quelle durée ? Doit-il être systématisé ?
- « Unité hydrographique cohérente » = unité fonctionnelle pertinente ?
- Emboîtement d'échelle = oui mais laquelle utilisée ?
- Définir un plan de gestion ; une méthodologie , plus qu'un catalogue de recettes...

Plan de gestion du transport solide = une définition « réglementée » ?

- Article L215-15 Version en vigueur au 8 octobre 2011, depuis le 31 décembre 2006, Modifié par Loi n°2006-1772 du 30 décembre 2006 - art. 8 () JORF 31 décembre 2006

*I.-Les **opérations groupées d'entretien régulier** d'un cours d'eau, canal ou plan d'eau et celles qu'impose en montagne la sécurisation des torrents sont menées dans le cadre d'un **plan de gestion** établi à l'échelle d'une **unité hydrographique cohérente et compatible avec les objectifs du SAGE** lorsqu'il existe. L'autorisation d'exécution de ce plan de gestion au titre des articles L. 214-1 à L. 214-6 a une **validité pluriannuelle**.*

... peut faire l'objet d'adaptation, ... interventions ponctuelles

*...II.- ... peut com prendre une phase **de restauration**... prévoyant ... **le curage**... pour entre autres :*

... remédier à un dysfonctionnement du transport naturel des sédiments...



**Élément à démontrer puisqu'il justifierait
l'intervention...**

Pourquoi un plan de gestion du transport solide et pour quel(s) objectif(s) ?

- La DCE intègre l'**hydromorphologie** en tant que soutien aux éléments de qualité biologique sur lesquels est évalué le **bon état**. Les éléments de qualité hydromorphologique (régime, continuité, morphologie) sont même directement pris en compte pour définir le **Très Bon Etat** (TBE)
 - Rappel : les états des lieux de 2004 (districts des agences) indiquent que 50 % des masses d'eau risquent de ne pas atteindre le bon état écologique en raison, notamment, d'un mauvais fonctionnement hydromorphologique.
 - Objectif SDAGE Loire-Bretagne 2010-2015 : 61 % en bon état en 2015 contre moins de 30 % en début de SDAGE (l'hydromorpho. compte parmi les facteurs déclassants)

Mais qu'est-ce qu'un bon fonctionnement hydromorphologique ?



Élément à définir puisqu'il justifierait en cas de perturbation la mise en place du plan de gestion...

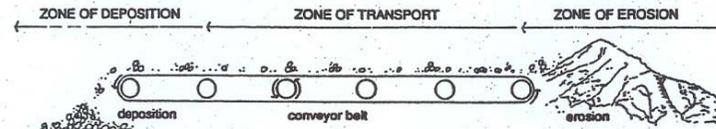
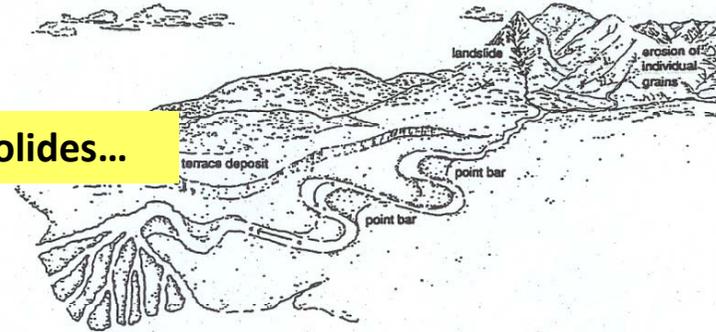
→ Un bon fonctionnement reposerait sur un système complexe de flux à fonctionnement dynamique et aléatoire...

Des flux d'eau bi-directionnels ...



Amoros et Pette, 1993

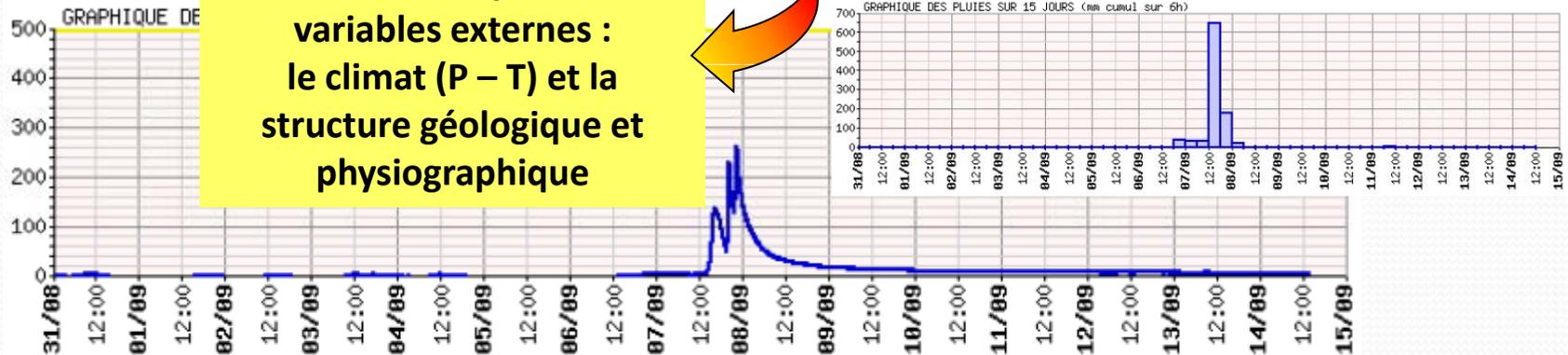
... mais également des flux solides...



2. Zones of erosion, transport, and deposition, and the river channel as conveyor belt for sediment. (Reprinted from 1994, with kind permission of Elsevier Science-NL.)

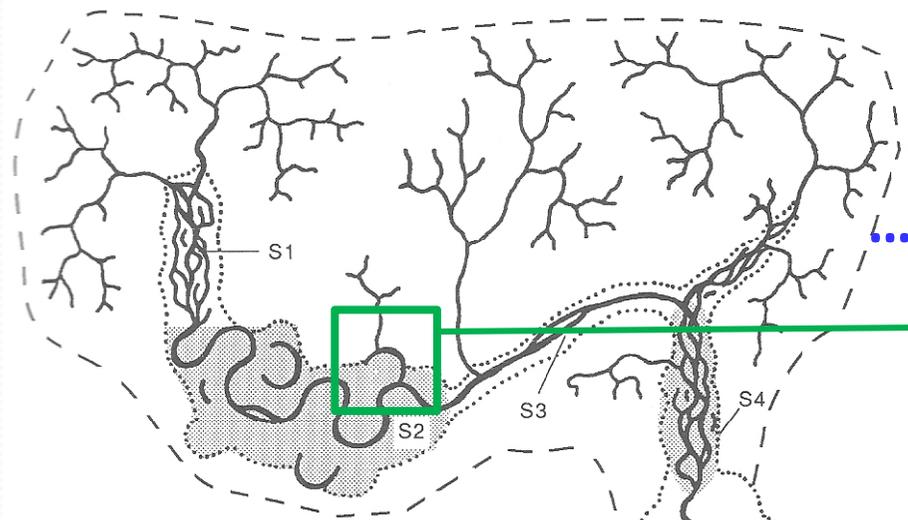
... aux volumes et vitesses variables dans le temps...

... contrôlés par des variables externes : le climat (P - T) et la structure géologique et physiographique

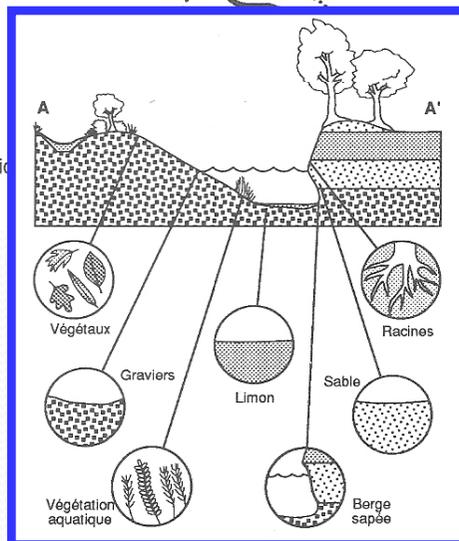


→ Favorisant...

La multiplication des secteurs fonctionnels...

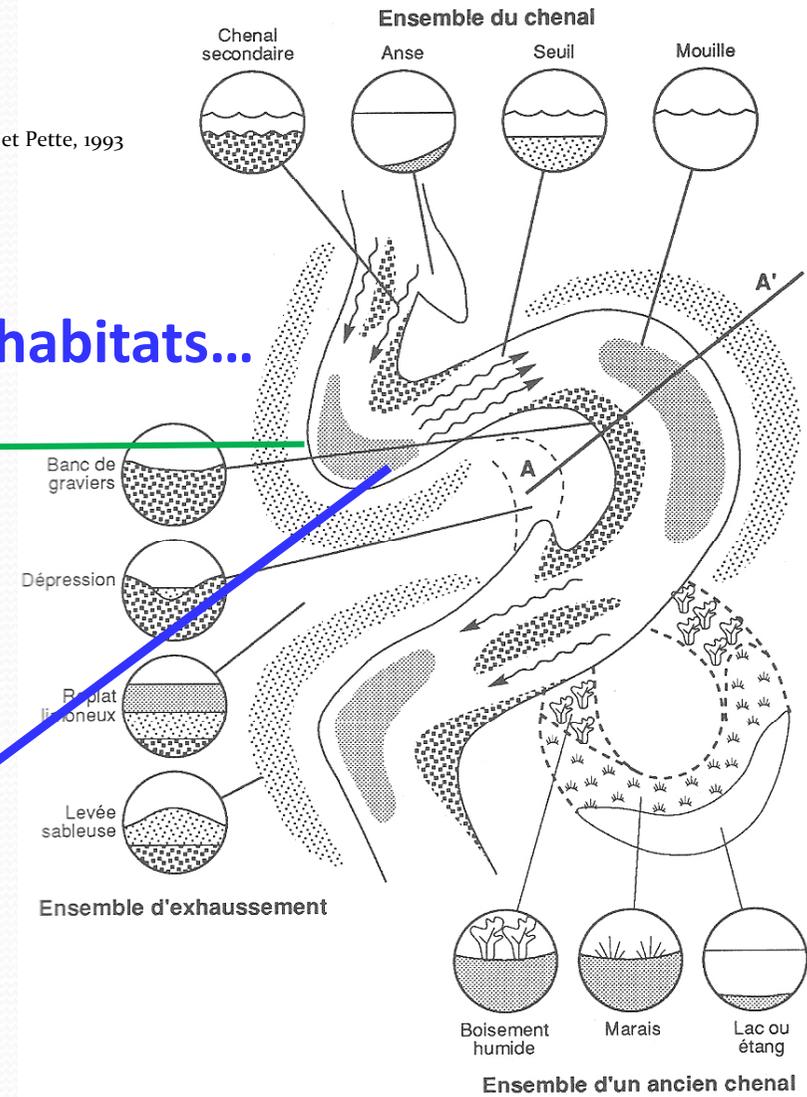


- - limite du bassin-versant
- - - limite de la plaine alluviale
- } S1 à S6 : secteurs fonctionnels



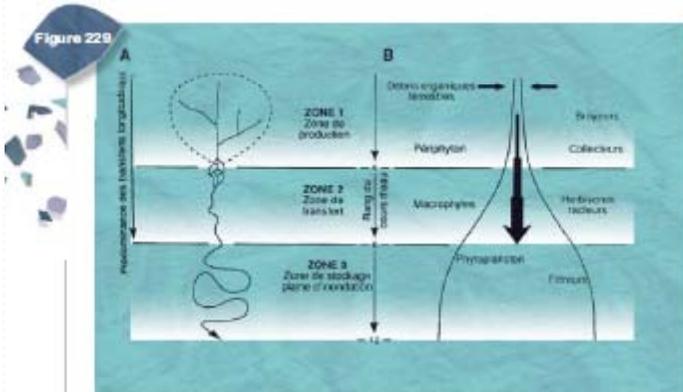
...des habitats...

Amoros et Pette, 1993



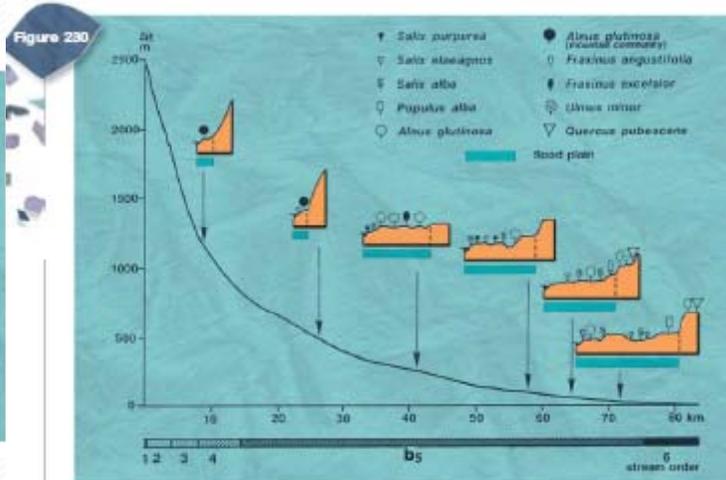
... des micro - habitats

→ Au bénéfice... des continuités et de la diversité

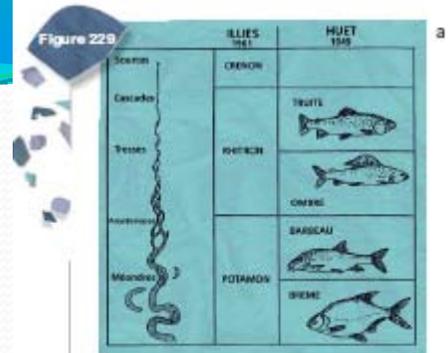


Zonation hydromorpho - Schumm (1977) et traits écologiques

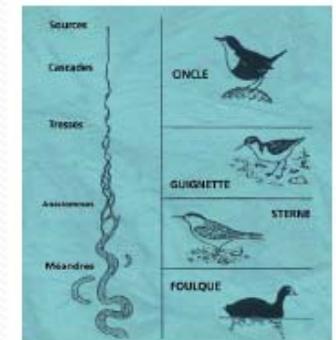
Végétaux aquatiques/Invertébrés - Vannote *et al.* (1990)



Végétation - Pinay *et al.* (1990)



Poissons – Huet (1949) – Illies (1961)



Oiseaux – Roche (1986)

1/ Dynamique ++ = X Habitats (nombre et diversité)
= mosaïque d'habitats ou d'unités structurales

2/ Habitats ++ = X Espèces

3/ Secteurs fonctionnels ++ et +/- connectés

Diversité écologique

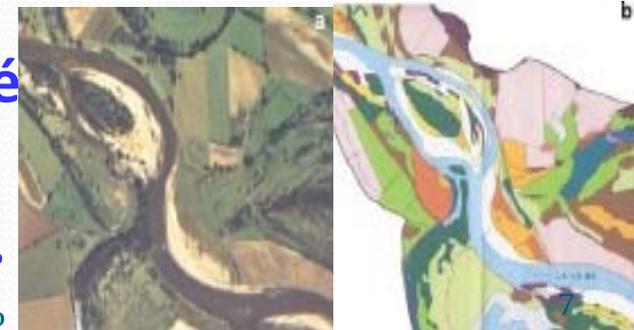
Diversité spécifique

Diversité génétique

Σ = mosaïque de paysage et de biodiversité

+ Services rendus aux sociétés riveraines...

In ONEMA, 2010



Quelle temporalité ? Doit-il être systématisé ?

- **Durée du plan de gestion**

Le R215-5 CE – « *Durée d'au minimum 5 ans* » ;

→ Quelle signification en terme de transport solide ? A quelle vitesse transit la charge dans un système à fonds mobiles ?

- **Systematisation ? Quand doit-on envisager le plan de gestion pluriannuel du transport solide ?**

→ Outre l'obligation faite aux collectivités qui se regroupent pour prendre en charge l'entretien...

... lorsque le transport naturel des sédiments est avéré et/ou perturbé

**A minima avant de se lancer dans l'élaboration d'un plan de gestion, il semble nécessaire de définir quel est le potentiel naturel du cours d'eau en terme de bon fonctionnement physique, de définir les caractéristiques de la dynamique alluvionnaire, d'identifier les facteurs de perturbation
= diagnostic hydrosédimentaire**

→ Mais tous nos cours d'eau ont-ils naturellement un comportement dynamique du point de vue transport solide induisant ce bon fonctionnement ?

→ L'absence de dynamisme sédimentaire ne peut-elle pas être un paramètre naturel sans pour autant nuire au bon fonctionnement ?



Sources : <http://www.mauleon.fr>

La Sèvre nantaise...



<http://www.vendee-guide.com>

« Unité Hydrographique Cohérente » - UHC = unité fonctionnelle pertinente ?

→ L'UHC doit permettre d'aborder à la fois la cause des perturbations et les « remèdes » ; en fonction des facteurs explicatifs des perturbations, il conviendra de définir l'échelle spatiale la plus appropriée pour déterminer les interventions les plus adaptées.



Le Solnan (Bresse – cliché N. Landon)

Pour un cours d'eau de plaine à faible charge solide
= tronçon géomorphologique homogène



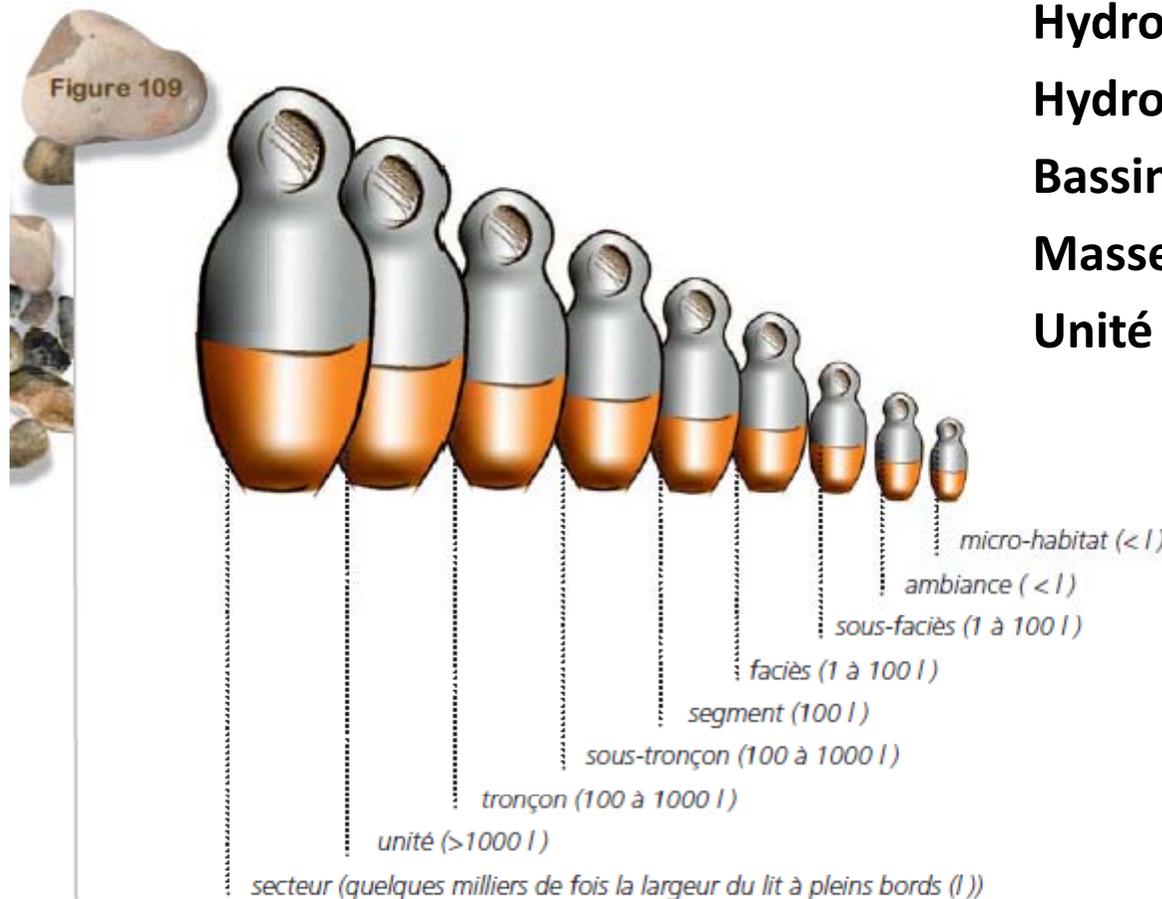
Le Coriançon
(bv de l'Aygue – cliché N. Landon)

Pour un cours d'eau à fort potentiel en charge solide mais
déficientaire (incisé) = bassin versant



La Béoux (bv de la Drôme – cliché N. Landon)

Emboîtement d'échelle = oui mais laquelle utilisée ?



Hydroécorégions de niv.
Hydroécorégions de niv. 2
Bassin versant
Masses d'eau de surface
Unité Homogène Cohérente...

L'UHC = *A minima*, succession de tronçons hydrogéomorphologiques homogènes au sein d'une même hydroécorégion

Dans l'idéal, pour des cours d'eau de taille moyenne (x 10 km), l'ensemble de son réseau est à prendre en compte.

En surf. BV, cela peut correspondre à la limite supérieure préconisée pour les SAGE (1 000 - 2 000 km²)

L'emboîtement des entités hydromorphologiques au sein d'un bassin hydrographique.

NB : Sur les petits cours d'eau (rang inférieur à 3), le niveau d'emboîtement commence généralement au tronçon (Malavoi et Area, 2000).

Définition du plan de gestion ; une approche méthodologique , plus qu'un catalogue de recettes...

Une réflexion déjà avancée... le cas de la MISE 74 (Fiche technique n°1, mai 2009)

Un descriptif de l'état initial du cours d'eau précisant :

- le bilan sédimentaire faisant ressortir les déséquilibres ;
- le diagnostic de l'état initial ;
- le report des principales zones de frayères ;
- le descriptif hydromorphologique du secteur comprenant une délimitation des principales zones d'érosion et de dépôt de sédiments ;
- le descriptif des désordres apparents dans le fonctionnement hydromorphologique du cours d'eau ;
- l'analyse de la qualité des sédiments ;
- la faisabilité de la remise dans le cours des matériaux extraits.

Un programme annuel des travaux d'entretien précisant :

- les secteurs concernés par les opérations d'entretien ;
- la nature et la fréquence des interventions ;
- les techniques employées et les moyens matériels développés ;
- les profils de référence à respecter ;
- le suivi mis en place après les interventions ;
- les conséquences sur l'environnement.

Un plan de financement



Intéressant ...
mais des limites



Un descriptif de l'état initial

- Considère-t-on la démarche avec un T_0 correspondant au moment du diagnostic par le bureau d'étude ?
- Comment définir un état optimal pouvant permettre l'atteinte du bon état ou son maintien ?
- Comment le transport solide suffisant est-il pris en compte ?

Un programme annuel des travaux d'entretien précisant :

- les secteurs concernés par les opérations d'entretien ;
- secteurs ou sectorisation par tronçon homogène du point de vue hydrogéomorphologique ?
- les profils de référence à respecter ;
- Etat de référence = état initial à T_0 ; la restauration est-elle possible pour concourir à l'atteinte du bon état ?
- Comment choisir l'état de référence ; définition d'un profil optimal « raisonnable » ?

Une réflexion qui évolue (ONEMA, 2011) – 3 grandes étapes

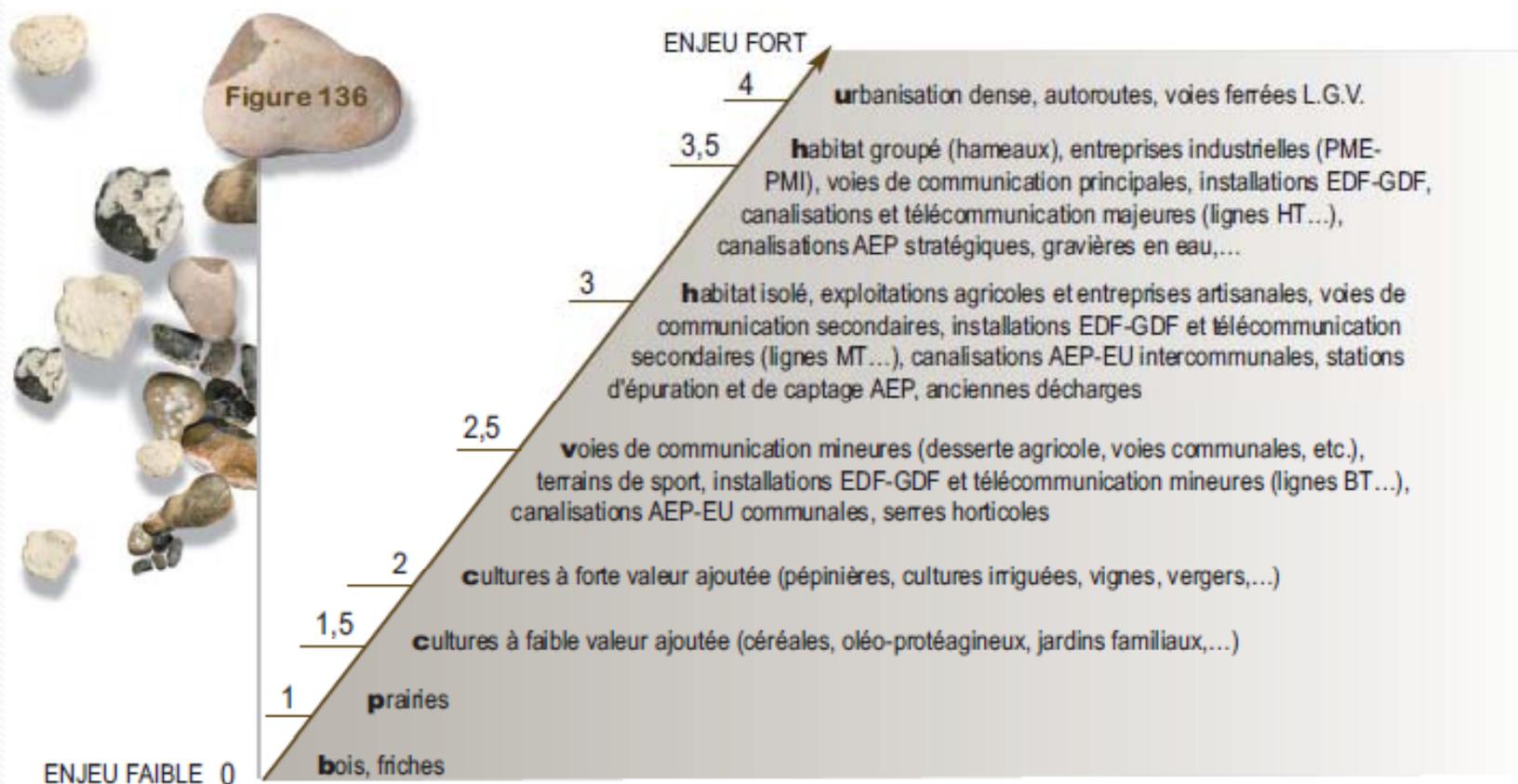
Tableau 16

Proposition d'un schéma de synthèse des étapes à suivre dans le cadre de l'élaboration d'un plan de gestion du transport solide. In ONEMA, 2010

	Phases	Livrables	
1/3 Diagnostic hydrogéomorpho	Quelles sont les échelles de gestion ?	Détermination des unités cohérentes de gestion (UHC)	Bilans Etat de réf. Potentiel bon fonctionnement Transport solide suffisant ?
	Quels sont les apports solides ?		
	Quels sont les dysfonctionnements hydrosédimentaires ?		
2/3 Diagnostic des enjeux	Quels sont les enjeux de gestion par UHC ?	Synthèse du fonctionnement par UHC et par BV	
	Quelles sont les grandes orientations de gestion par UHC ?	Elaboration de cartes de synthèse par UHC	
	Quantification et qualification plus fine des enjeux par site	Approche qualitative des caractéristiques physiques (section, cote de profil en long) qui sont nécessaires au bon fonctionnement des enjeux structurants	
	Elaboration des aléas et des modalités de gestion par site en fonction des enjeux sélectionnés		
3/3 Orientations de gestion	Détermination des profils au droit des sites d'intervention et des modalités de gestion	Profils ou section par site avec ses modalités de gestion	Coûts
	Compilation des modalités de gestion par site par UHC et rebouclage en inter UHC	Plan de gestion finalisé	

Diagnostic des enjeux (étape 2/3)

- **Les enjeux socio-économiques liés à un excédent** (en rapport avec les risques d'inondations – érosion)



Exemple de grille de détermination du niveau d'enjeu socio-économique susceptible d'être menacé par des risques d'inondation/érosion liés au transport solide.



➤ **Les enjeux liés à un déficit**

- ✓ Baisse de productivité des captages,
- ✓ Atteinte à la stabilité des ouvrages,
- ✓ Dysfonctionnement des écluses (manque de tirant d'eau),
- ✓ Cavitation des turbines
- ✓ Atteintes aux milieux naturels (lit mineur = disparition de la diversité des substrats – lit majeur = déconnexion, assèchement)

→ Ces enjeux peuvent nécessiter des actions de **restauration du transport solide et parfois de production de sédiments**

➤ **Les enjeux liés aux facteurs de fonctionnement/dysfonctionnement hydrosédimentaire**

- ✓ Franchissabilité des ouvrages hydrauliques - Effacement d'ouvrages – décroissement
- ✓ Restauration des substrats et/ou diversification des écoulements
- ✓ Espace de liberté, mobilité (dynamique latérale) – maîtrise foncière – qualité des sédiments
- ✓ Déstabilisation des ouvrages RTM, atteintes à la stabilité des versants
- ✓ Maintien des connexions avec les versants,
- ✓ Maintien de la mobilité des alluvions (essartage, scarification, etc)
- ✓ ...

➤ Carte de synthèse

n° tronçon

Enjeux

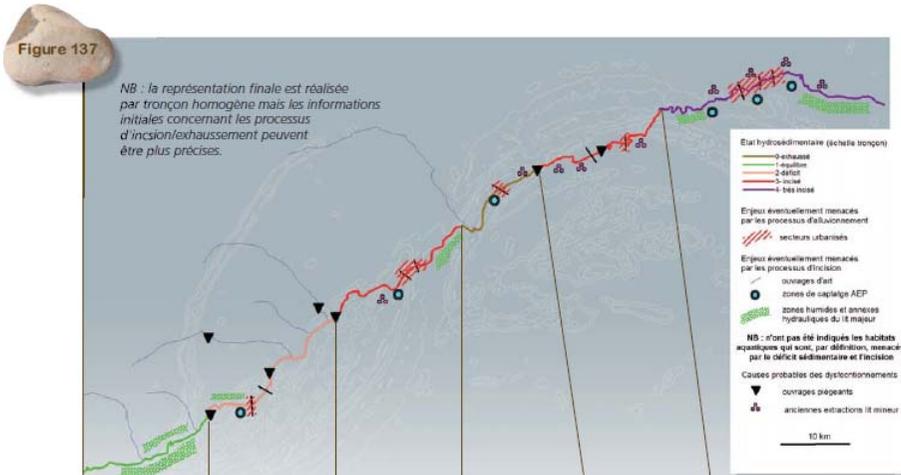
Bilan sédimentaire

Etat hydrosédimentaire

Fonctionnement écologique

Causes de dysfonctionnements

Orientations de gestion



Numéro de tronçon (T)	4	5	6	7	8	9
Enjeux menacés par alluvionnement		traversée urbaine	traversée urbaine	traversée urbaine	traversée urbaine + habitation localisée	traversée urbaine
Enjeux menacés par déficit/incision		puits AEP 500 hab - petite ZH	puits AEP 1000 hab - ZH - ponts		ponts - digue du village	puits AEP 5000 hab - ponts - digues - protections de berges - Zones humides et annexes hydrauliques
Bilan sédimentaire	Asa = 8-10000 m³ Asi = 8-9000 m³ Cc = 10-20000 m³	Asa = 5-6000 m³ Asi = 3-4000 m³ Cc = 10-20000 m³ bilan négatif	Asa = < 1000 m³ Asi = 7-8000 m³ Cc = 10-20000 m³ bilan très négatif	Asa = 8-10000 m³ Asi = 2-3000 m³ Cc = 5-10000 m³ bilan positif	Asa = < 1000 m³ Asi = 5 + 4000 m³ Cc = 10-20000 m³ bilan très négatif	Asa = 3-5000 m³ Asi = 6-8000 m³ Cc = 10-20000 m³ bilan très négatif
Etat hydrosédimentaire	bilan équilibré	déficit manifeste, pas d'incision notable actuellement mais probable à court terme	incision marquée (1 m en 20 ans)	léger exhaussement (0.3 m en 20 ans)	incision marquée (1 m en 20 ans)	incision marquée (2 m en 20 ans)
Fonctionnement écologique	Equilibre	Pas de dysfonctionnement notable	déficit en habitats sur substrat alluviaux grossiers - assèchement ZH aval en cours	Pas de dysfonctionnement notable	déficit en habitats sur sédiments grossiers - déficit en zones de reproduction sur substrats alluviaux grossiers	déficit en habitats sur sédiments grossiers - déficit en zones de reproduction sur substrats alluviaux grossiers - assèchement ZH amont - déconnexion annexes hydrauliques
Causes dysfonctionnements	Equilibre	1 ouvrage piegeant en amont du T - 1 petit seuil piegeant au milieu du T - 1 seuil piegeant sur 1 affluent - 2 ponts sous dimensionnés favorisant l'alluvionnement localisé	ouvrage piegeant en fin de T amont-ouvrage piegeant sur affluents - anciennes extractions	exhaussement dû à l'érosion progressive du T amont - apports de remous solide du seuil aval	ouvrage piegeant en fin de T amont-ouvrage piegeant en milieu de T - anciennes extractions	déficit cumulé des tronçons amont - nombreuses anciennes extractions en lit mineur
ORIENTATIONS DE GESTION	préservation Qs	Curage au droit de ouvrages de franchissement (ou redimensionnement) et réinjection dans le T en aval du seuil - dérasement éventuel du ouvrage amont	gestion de l'ouvrage pour améliorer transit sédimentaire - espace de mobilité - traitement localisé des atterrissements au droit des zones à enjeux	effacement du seuil aval - curages localisés au droit des zones à enjeux - réinjection dans T aval	effacement ouvrage amont - espace de mobilité	restaurer transit sédimentaire amont - espace de mobilité

Conclusion : le plan de gestion, une démarche en étapes

➤ Identifier :

- Le fonctionnement hydrogéomorphologique naturel ; un transport naturel des sédiments existe-t-il ou a-t-il existé ?
- Les dysfonctionnements (→ s'ils existent, nécessité de les qualifier voire de les quantifier) et qualifier les enjeux
- Les tronçons hydrogéomorphologiques homogènes et les UHC (adaptés/enjeux)

➤ Solutionner et évaluer :

- Des solutions techniques existent → nécessité d'évaluer leur faisabilité technique et financière
- Des solutions techniques sont encore à éprouver → nécessité de recherche-développement, de sites d'expérimentation, de suivis d'opérations

➤ Convaincre (les décisionnaires, les riverains, les propriétaires...) :

- Outil d'aide à la décision, comprendre pour mieux choisir...
- Présenter clairement les enjeux et solutions, communiquer...
- Hiérarchiser les priorités en terme d'actions, justifier les choix (ne pas agir = action)
- Adapter le pas de temps en fonction des processus (durée du plan de gestion 5 ans, 10 ans...)

Merci pour votre attention !



UNIVERSITÉ
LUMIÈRE
LYON 2
UNIVERSITÉ DE LYON