

TRANSPORT SOLIDE ET RECHARGE SÉDIMENTAIRE



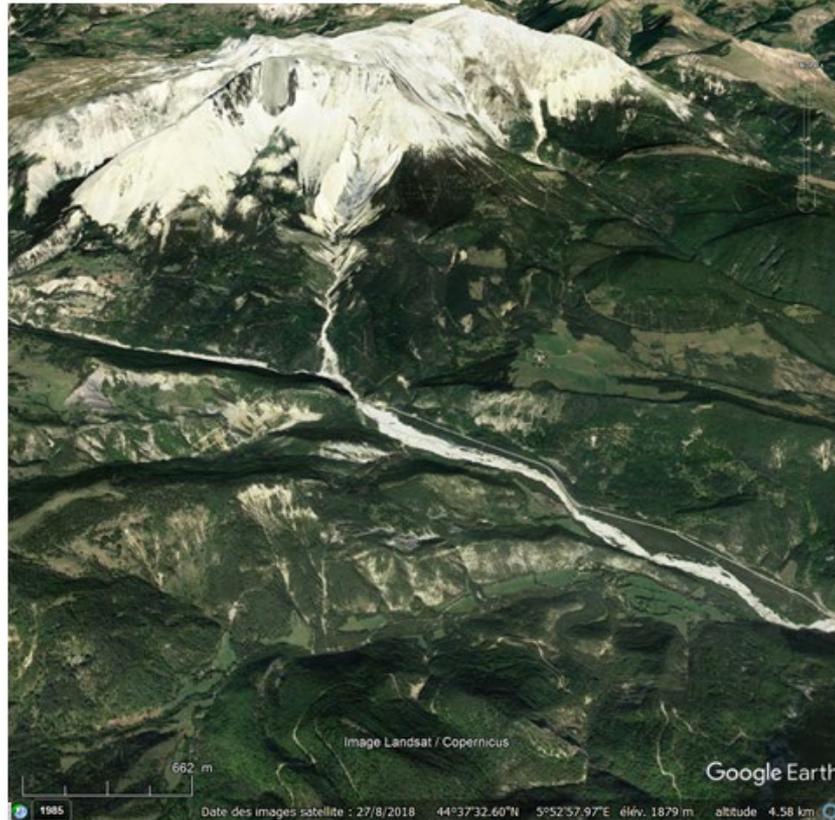
Journée technique d'information et d'échanges
Mardi 8 novembre 2022 à Pinay (42)



Dans la rivière la recharge !!



Guide technique du SDAGE



à paraître au
1^{er} semestre
2023

ELABORER ET METTRE EN ŒUVRE UN PLAN DE GESTION SEDIMENTAIRE

BASSIN RHÔNE-MÉDITERRANÉE



**SAUVONS
L'EAU!**

SOMMAIRE

1. POURQUOI METTRE EN ŒUVRE UN PLAN DE GESTION SEDIMENTAIRE ?	5
1.1. LES PRINCIPAUX ENJEUX ET PRESSIONS EN LIEN AVEC LES SEDIMENTS	5
1.2. LES PRINCIPAUX DYSFONCTIONNEMENTS HYDROMORPHOLOGIQUES ET ECOLOGIQUES EN LIEN AVEC LES SEDIMENTS	8
1.3. LOGIGRAMME D'ELABORATION ET DE MISE EN ŒUVRE D'UN PGS	9
2. METHODOLOGIES ET OUTILS DE MISE EN ŒUVRE DES ETAPES DU LOGIGRAMME	12
2.1. ETAPE 1 : BILAN DES ENJEUX, DES PRESSIONS ET DES FONCTIONNEMENTS HYDROMORPHOLOGIQUE ET ECOLOGIQUE	13
2.2. ETAPE 2 : DETERMINATION DE L'EMPRISE SPATIALE DU PGS ET DE SES OBJECTIFS	23
2.3. ETAPE 3 : ELABORATION DU PGS. CHOIX ET DIMENSIONNEMENT DES ACTIONS. INTEGRATION DES CONTRAINTES ET DES COUTS	30
2.4. ETAPE 4 : CHIFFRAGE GLOBAL DU PGS	58
2.5. ETAPE 5 : MISE EN ŒUVRE DU PGS	59
2.6. ETAPE 6 : MONITORING	59
2.7. ETAPE 7 : BILAN DU PGS	65
3. ORGANISATION DES ETAPES DE CONCERTATION / VALIDATION	68
4. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	70
5. ANNEXE 1 : LA DCE, LE SDAGE, LES CONCEPTS UTILISES	71
6. ANNEXE 2 : TABLEAU DES ENJEUX/OBJECTIFS/MOYENS/ACTIONS	76
7. ANNEXE 3 : BASES CONCEPTUELLES ET TECHNIQUES	77
7.1. LES PROCESSUS HYDROSEDIMENTAIRES	77
7.2. CARACTERISATION DE LA GRANULOMETRIE DES LITS FLUVIAUX	111
7.3. LES LIENS ENTRE MORPHOLOGIE, SEDIMENTS, FONCTIONNEMENT ECOLOGIQUE ET BON ETAT DES EAUX	126

BASES CONCEPTUELLES ET TECHNIQUES

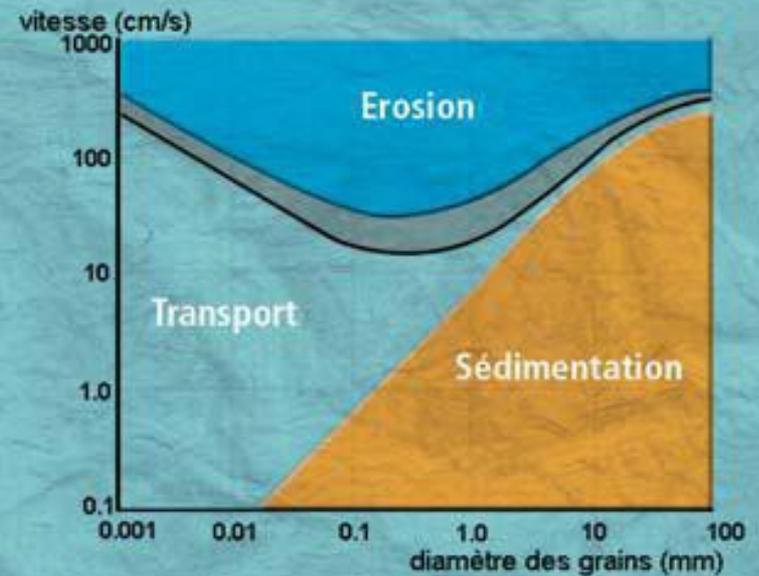
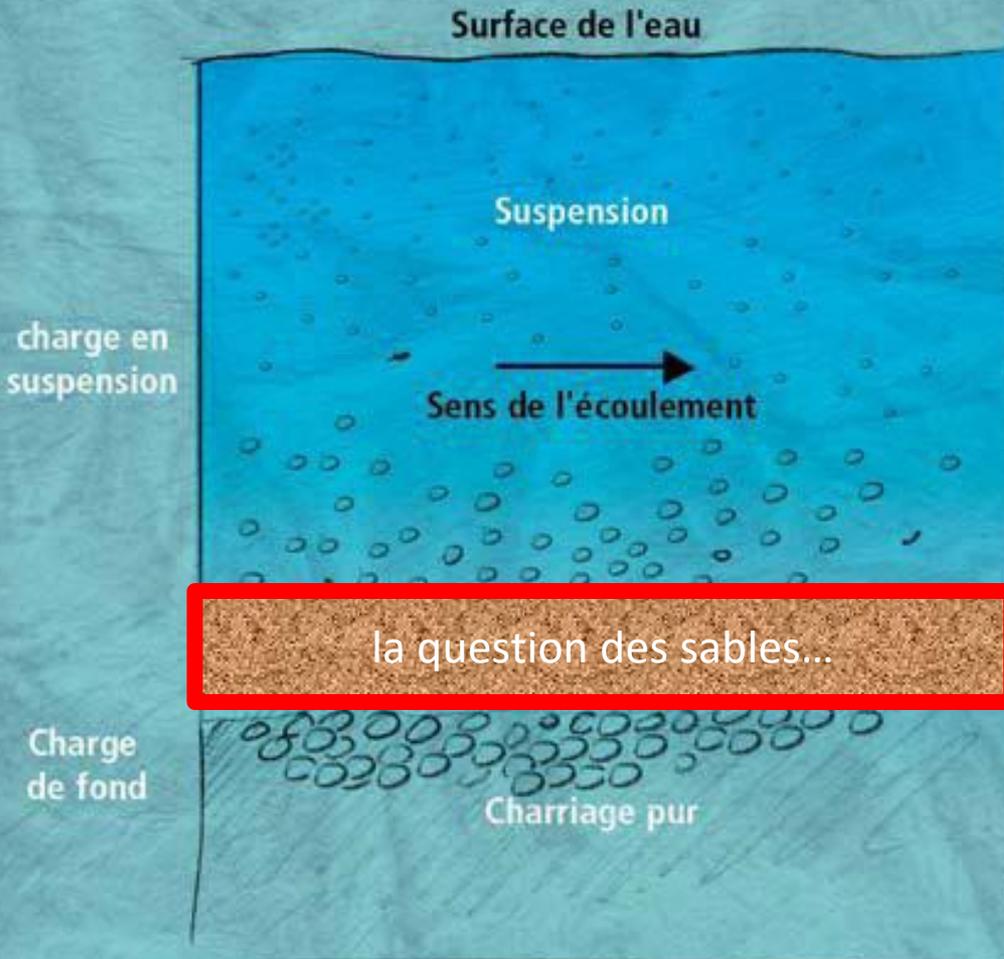
3 POINTS CLÉS

1. DICHOTOMIE CHARGE GROSSIÈRE/FINE

2. ÉQUILIBRE DYNAMIQUE

**3. FONCTIONNEMENT ÉCOLOGIQUE
TRÈS LIÉ AUX SUBSTRAT ALLUVIAUX**

1. DICHOTOMIE CHARGE GROSSIÈRE/FINE pas qu'un problème de transport... habitat biocénoses, phy-chi, réglementation (L2)



2. LES RIVIÈRES SONT EN ÉQUILIBRE **DYNAMIQUE** entre 2 variables de contrôle majeures :

- leur **charge solide grossière**
(volume et granulométrie)
 - et leur **puissance** (pente x débit)
- 

La balance de Lane

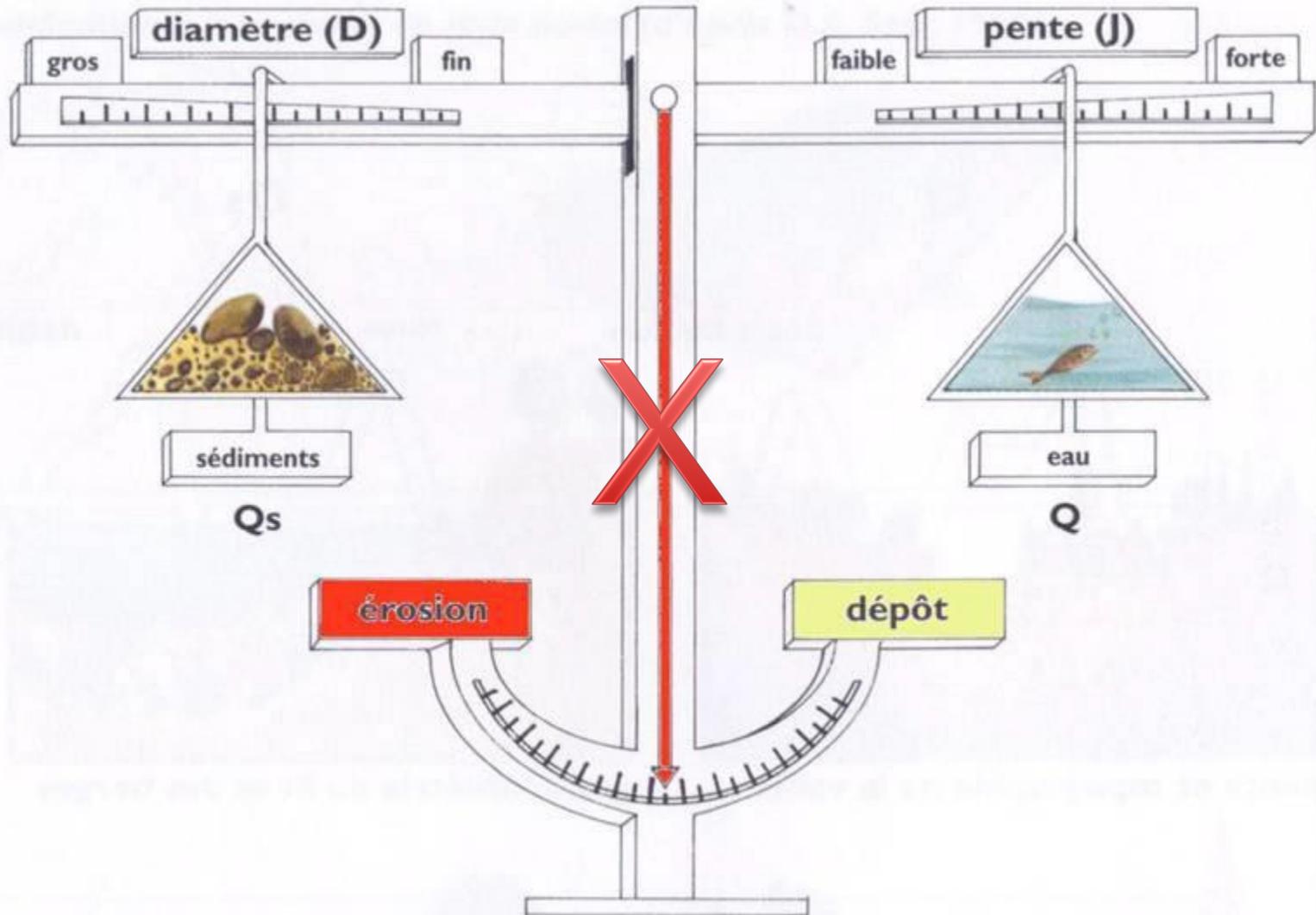
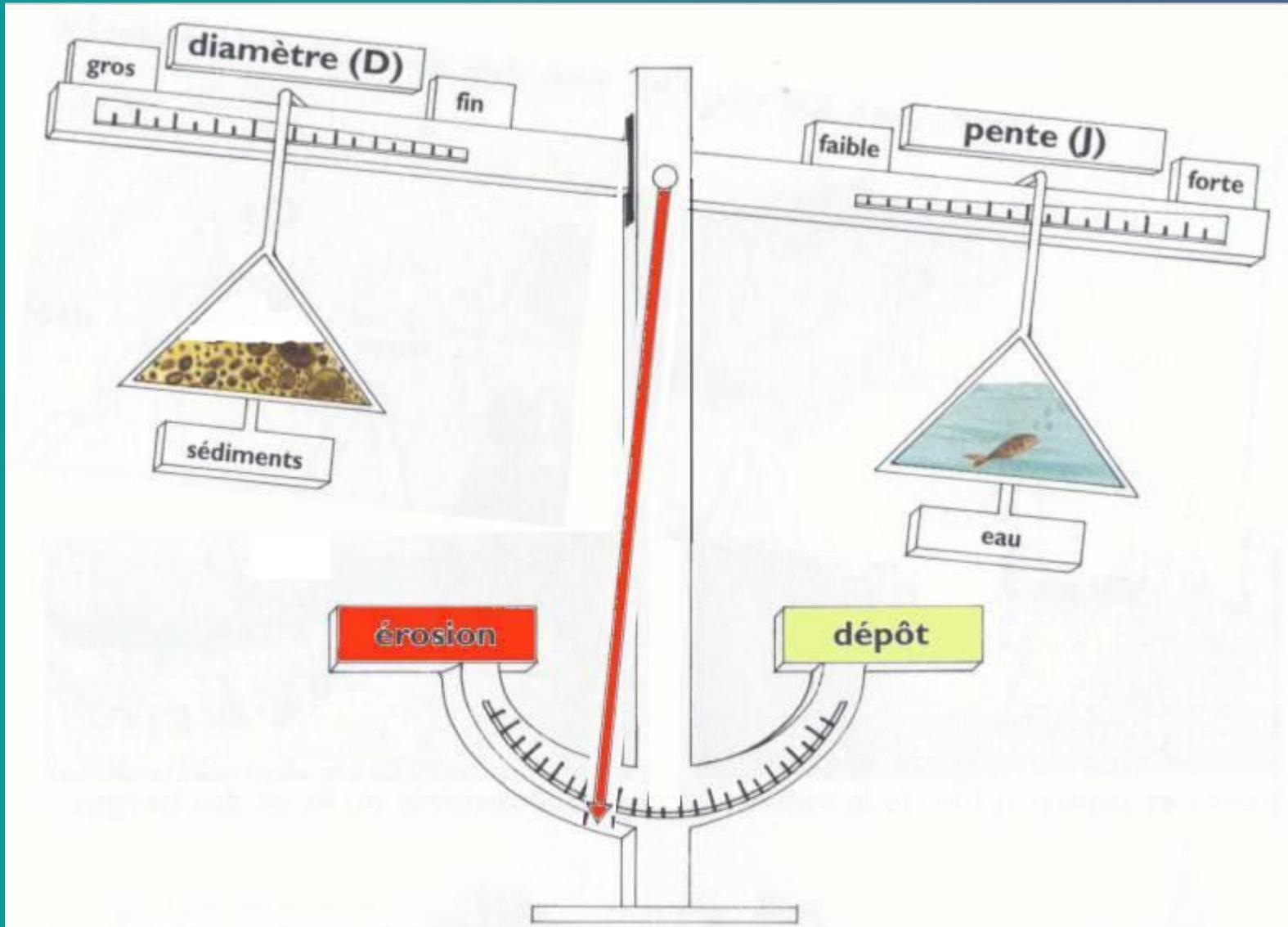
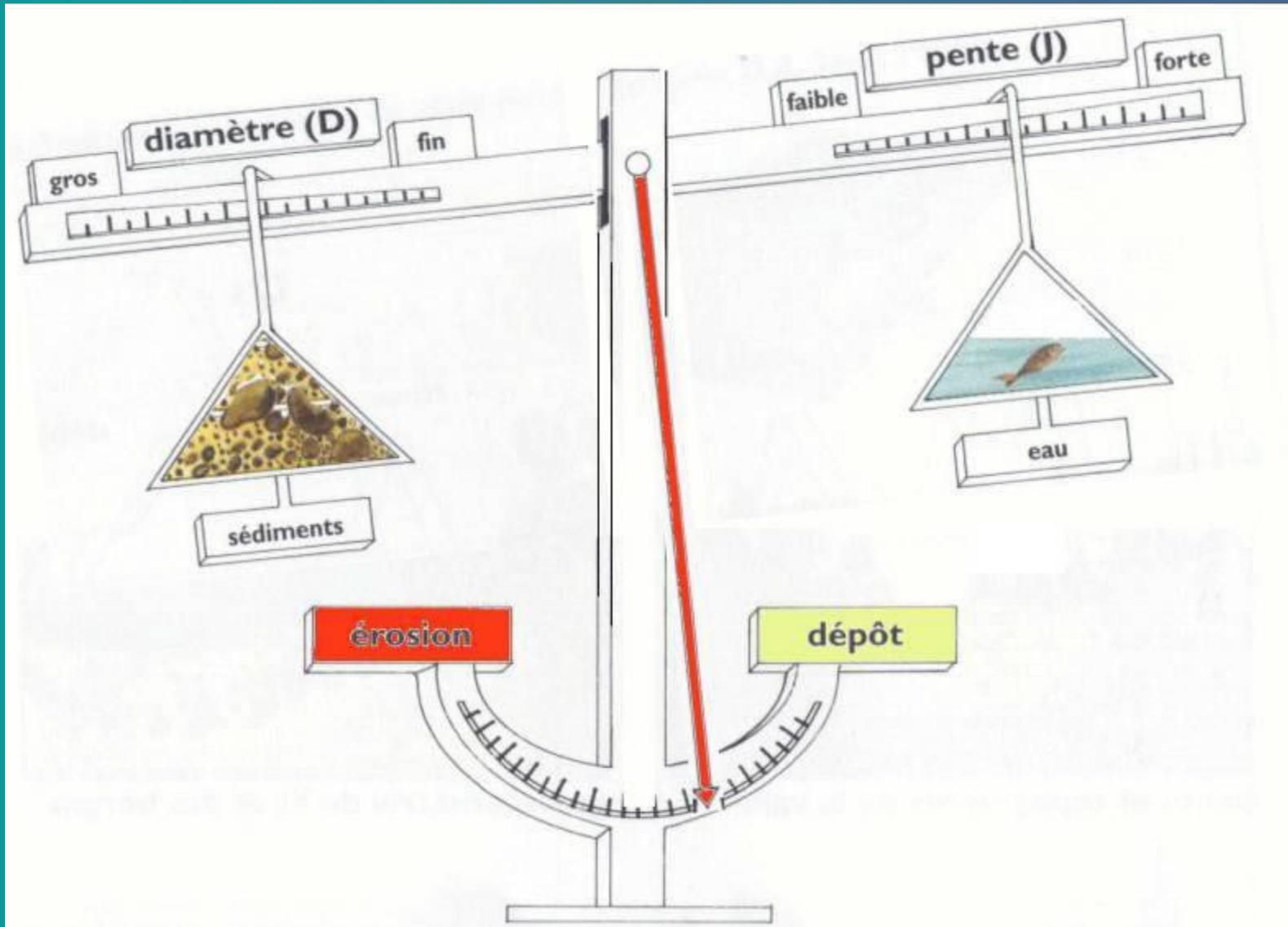


Figure 4. Principe de l'équilibre dynamique. D'après Lane, 1955.

L'équilibre est **dynamique**



L'équilibre est **dynamique**



Il y a **dysfonctionnement** si

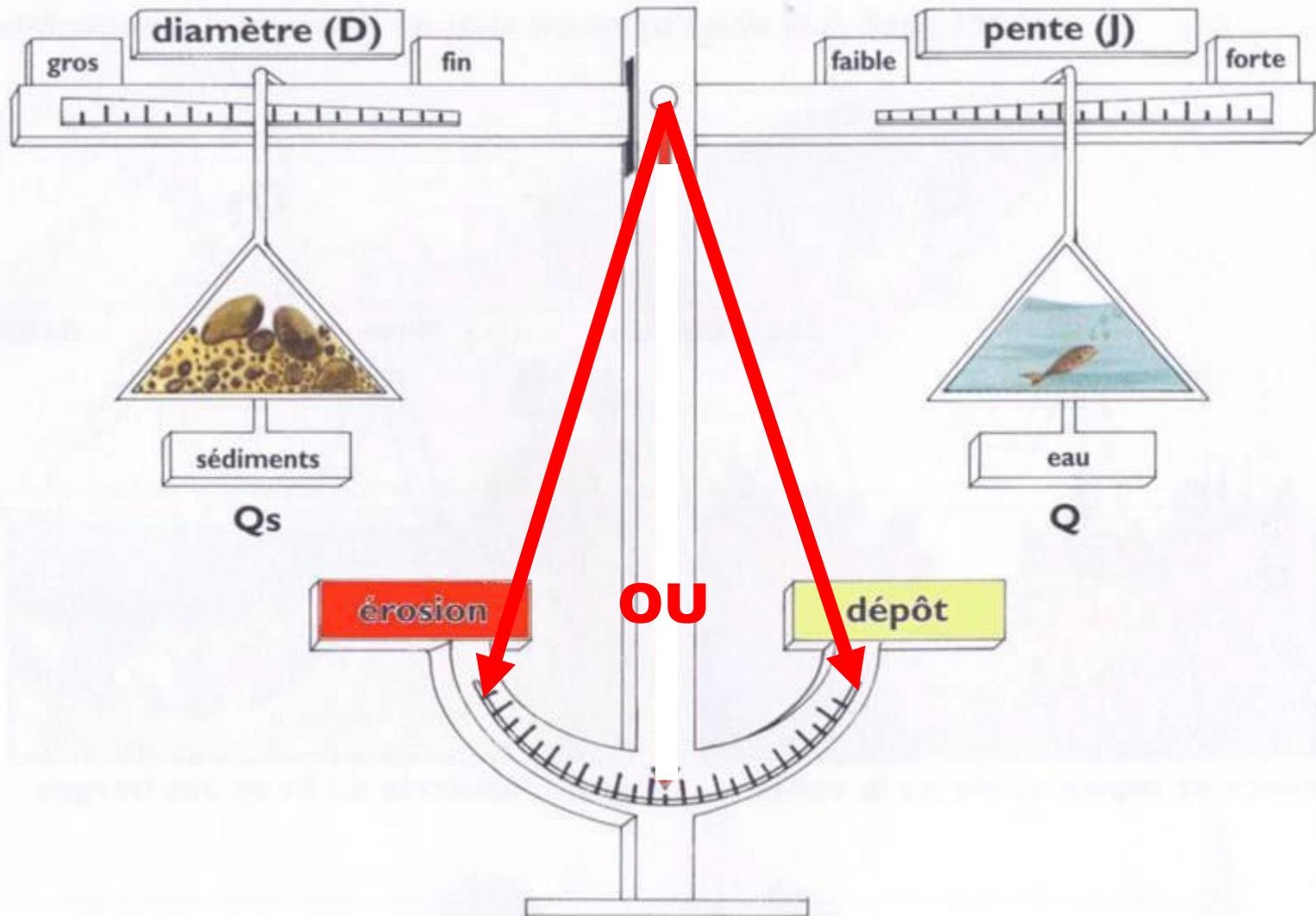


Figure 4. Principe de l'équilibre dynamique. D'après Lane, 1955.

ORIGINE ET PROPAGATION DE LA CHARGE SOLIDE
(notamment GROSSIERE)

A decorative graphic element consisting of a thick, wavy line in shades of teal and blue, curving from the bottom right towards the center of the slide.

LES SOURCES

apports externes

apports internes

A decorative wavy line in shades of teal and blue, starting from the bottom right and curving upwards and to the left, ending near the center of the page.

APPORTS EXTERNES

Apports primaires



Apport secondaires

apports des affluents, constitués eux-mêmes d'apports externes et internes

Ex. d'apports externes secondaires



APPORTS INTERNES

Stock en lit mineur

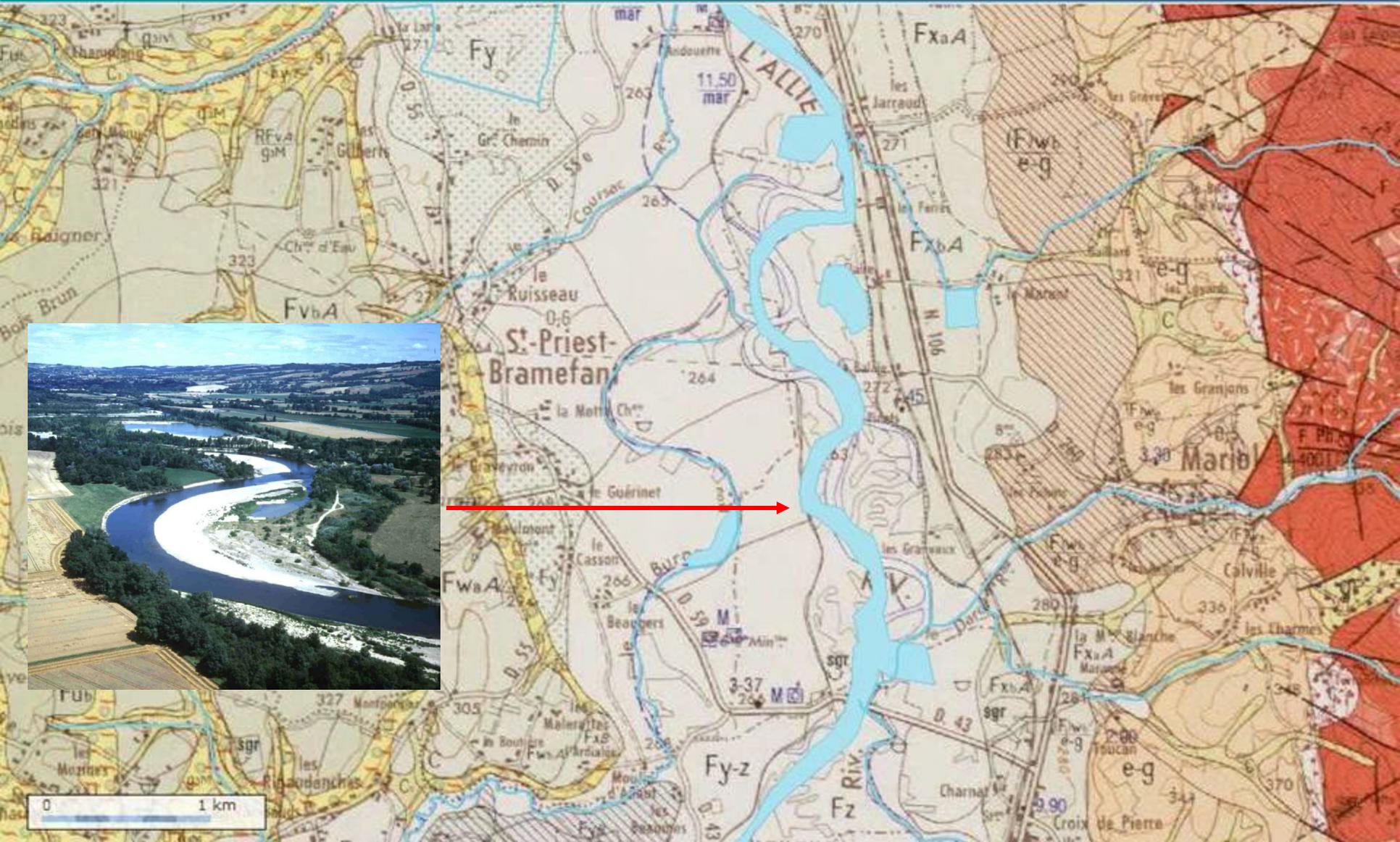
Stock en lit « majeur » : holocène + terrasses

STOCK EN LIT MINEUR

Macroformes alluviales (bancs/dunes) et fond du lit



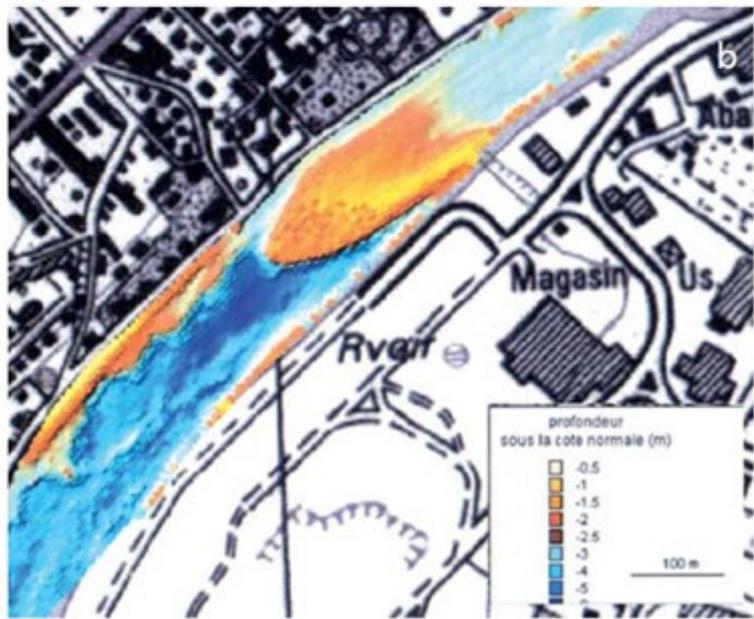
STOCK DU LIT MAJEUR HOLOCÈNE ET DES TERRASSES



injection de plusieurs milliers de m³/an



Mode de propagation de la charge grossière : banc (ou dune)



VITESSE DE PROPAGATION DE LA CHARGE GROSSIÈRE mal connue : domaine de la recherche

rivières à sable :

Loire : 1 à 2 km/an

Vienne : 2 à 2.5 km/an

rivières à graviers : 50 à 500 m/an

Hérault : 200 m/an (Tricart & Vogt, 1967)

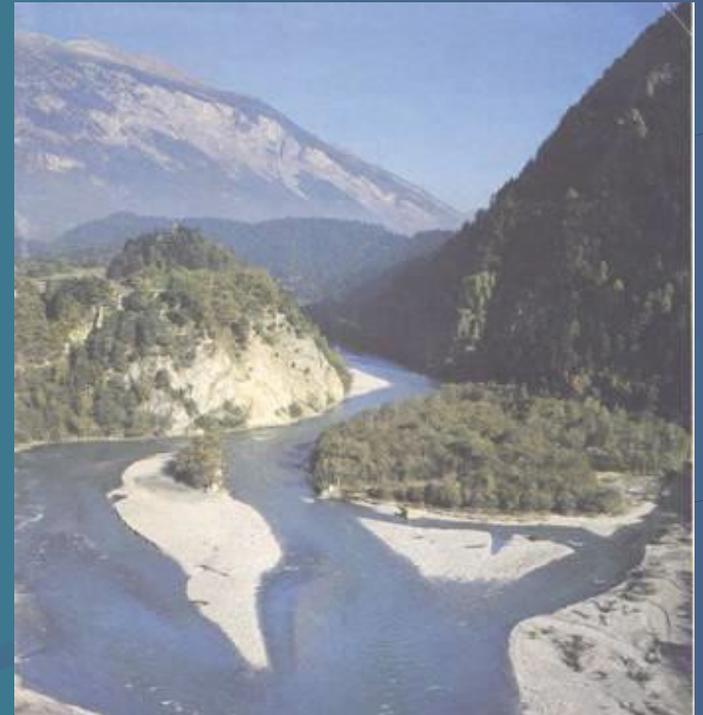
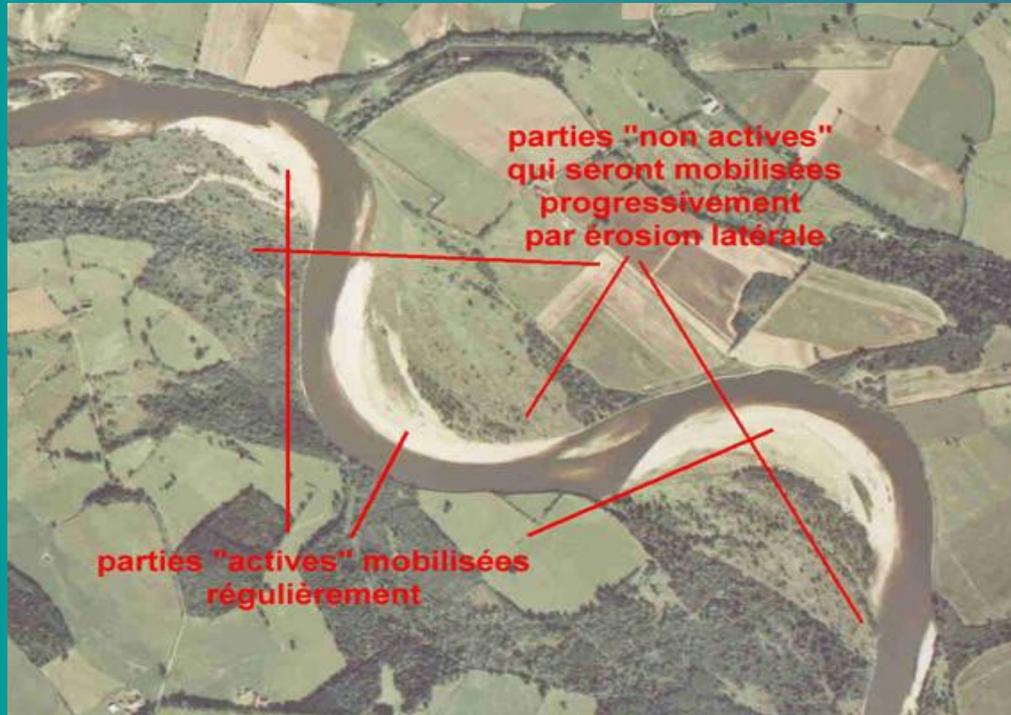
Isère : 100 m/an (Salvador, 1991)

Riv. des Ardennes : 30 m/an (Petit, 1997)

LES ZONES DE STOCKAGE SEDIMENTAIRE (GROSSIER)



Stockage naturel



NB : rôle majeur de la végétalisation des bancs alluviaux (warning quand on mesure la bande active...tenir compte de l'hydrologie récente)



2002-2010

gave de Pau avant/après crue 2013

stockage « artificiel »



seuils



ponts

anciennes extractions en lit mineur

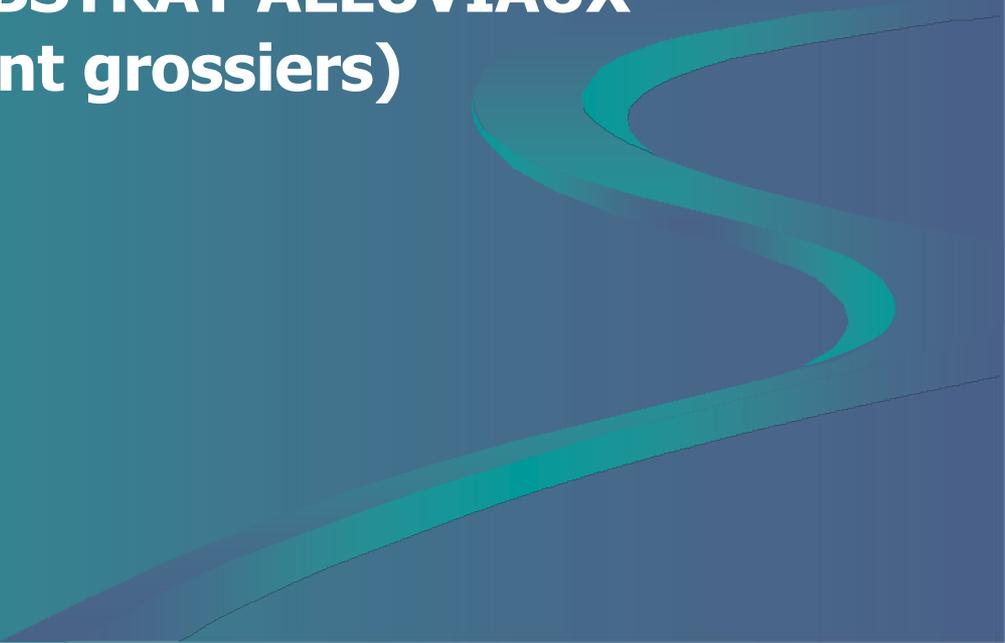


Si le stockage devient quasi définitif,
on parle alors de **PUITS**

**Barrage du
Chastang**



**3. FONCTIONNEMENT ÉCOLOGIQUE
TRÈS LIÉ AUX SUBSTRAT ALLUVIAUX
(notamment grossiers)**

A decorative graphic element consisting of a thick, wavy line in shades of teal and blue, curving from the bottom right towards the center of the slide.

Habitat de nombreuses biocénoses aquatiques

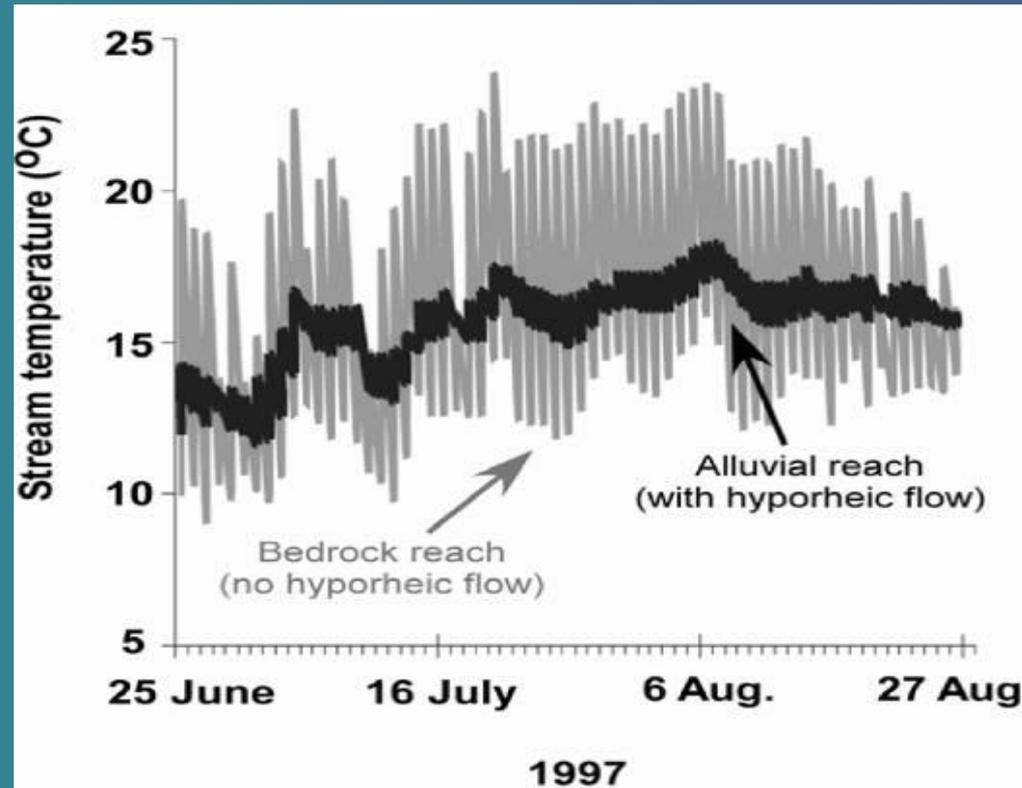
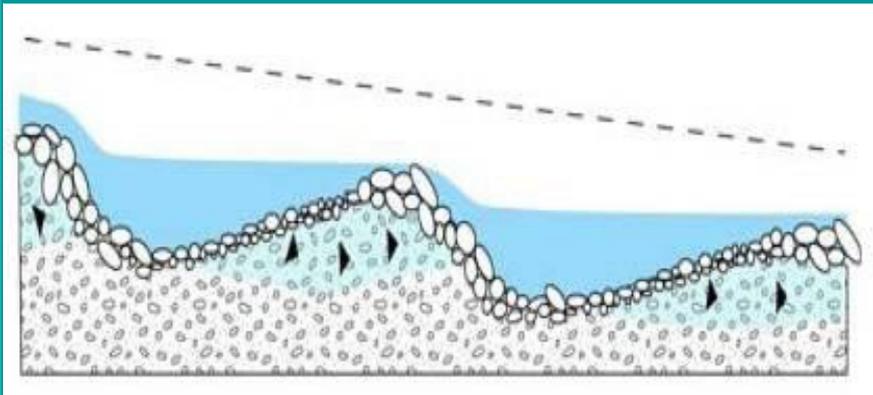


Biocénoses rivulaires



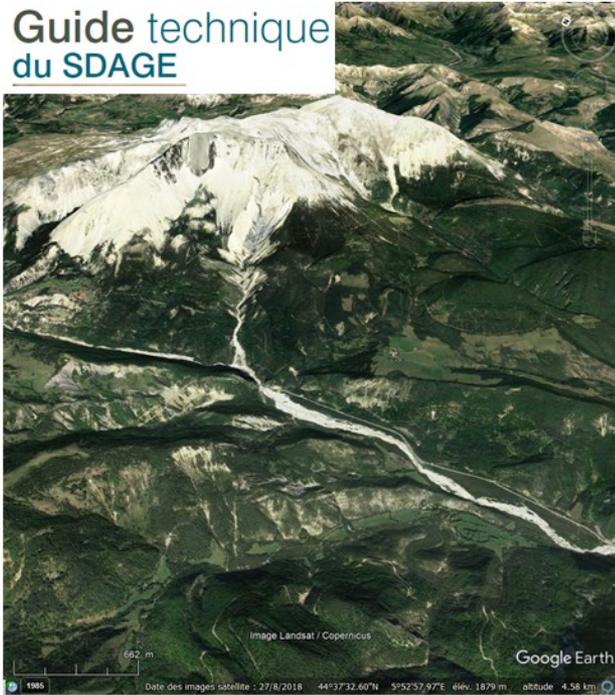
rôle important dans certains
processus physico-chimiques

notamment autoépuration et
régulation thermique



Burkholder 2007

Guide technique du SDAGE



POURQUOI ELABORER ET METTRE EN ŒUVRE UN PLAN DE GESTION SÉDIMENTAIRE ?

ELABORER ET METTRE EN ŒUVRE UN PLAN DE GESTION SEDIMENTAIRE

BASSIN RHÔNE-MÉDITERRANÉE



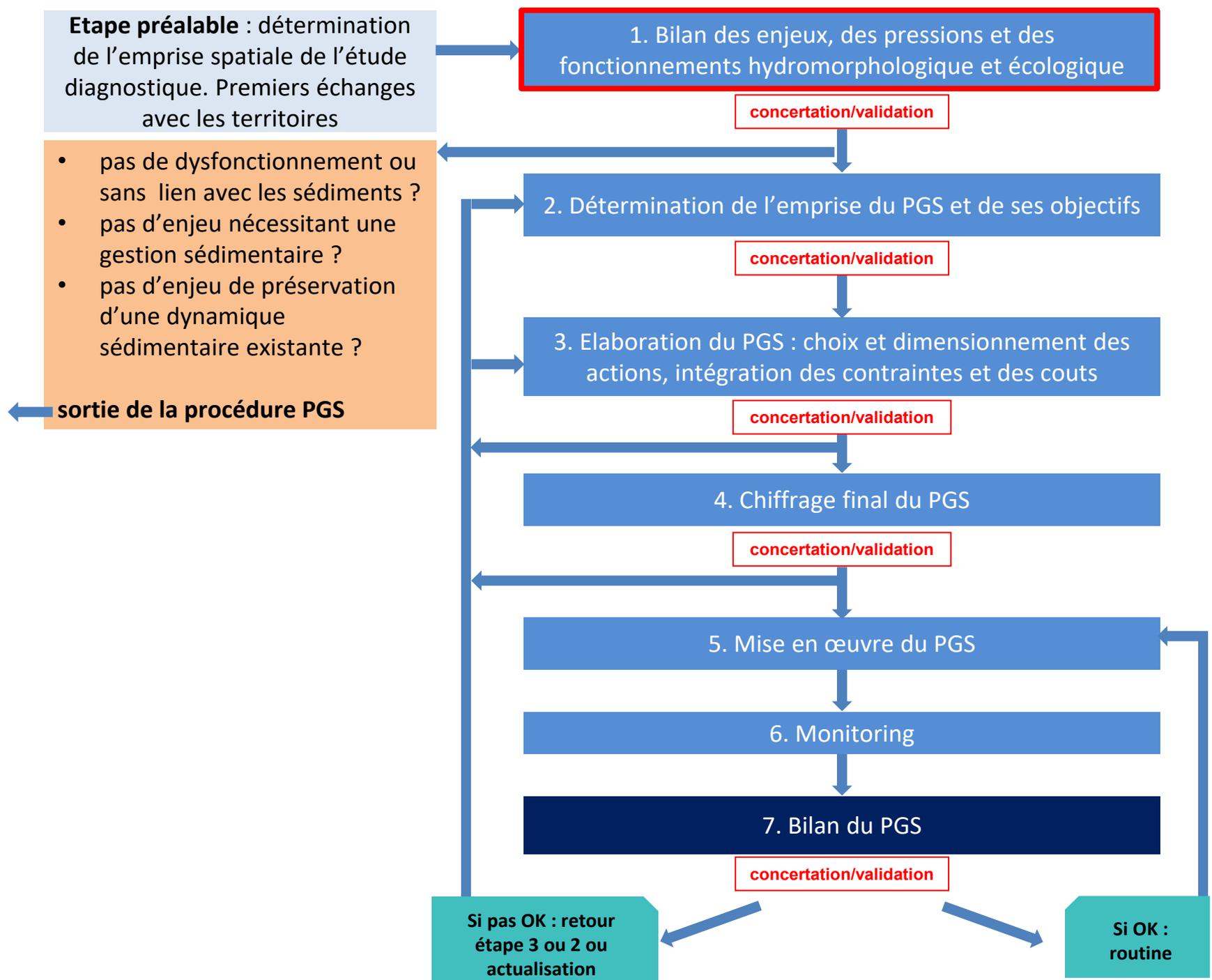
**SAUVONS
L'EAU!**

NÉCESSAIRE SI :

- des **dysfonctionnements** hydromorphologiques et écologiques liés aux processus hydrosédimentaires sont constatés ou pressentis (présence de fortes pressions) et font courir un risque de non atteinte du **bon état des eaux** (objectif principal du SDAGE)
- des **enjeux autres** que «l'état des eaux » nécessitent une gestion sédimentaire (protection des biens et des personnes, usages divers)

ELABORATION ET MISE EN ŒUVRE D'UN PGS EN 7 ÉTAPES

A decorative graphic element consisting of a thick, wavy line in shades of teal and blue, curving from the bottom right towards the center of the slide.



Etape 1. Bilan des enjeux, des pressions et des fonctionnements hydromorphologique et écologique

- **sectorisation** du cours d'eau : Tronçons Hydromorphologiques Homogènes (TGH) et Unités Hydrographiques Cohérentes (UHC) notamment.
- analyse des périmètres de gestion et de la **gouvernance** déjà en place sur le bassin
- recensement et analyse de risque des **enjeux socio-économiques** nécessitant une gestion sédimentaire
- recensement et analyse de l'intensité des **pressions** présentes, passées, voire futures, ayant un effet probable sur la dynamique sédimentaire du cours d'eau
- **diagnostic de fonctionnement hydromorphologique et écologique** des cours d'eau du périmètre d'étude.
- **bilan global** et prise de décision d'élaborer et de mettre en œuvre un plan de gestion sédimentaire.

PRINCIPAUX ENJEUX SOCIO-ÉCONOMIQUES POUVANT NÉCESSITER UNE GESTION SÉDIMENTAIRE

5 grands types d'enjeu :

- La **protection des biens et des personnes**
 - Les **usages agricoles** du lit majeur (et éventuellement des terrasses)
 - La **navigation fluviale**
 - Les **retenues d'eau** à usage hydroélectrique, AEP, loisirs
 - Les **captages en nappe**
- 

PRINCIPALES **PRESSIONS ANTHROPIQUES** ENGENDRANT DES DYSFONCTIONNEMENTS HYDROSÉDIMENTAIRES

1. Pressions à impacts potentiels sur les déficits en sédiments grossiers :

- extractions en lit mineur/lit moyen
 - barrages
 - travaux RTM
 - seuils
 - ouvrages de navigation : épis, dhuits, chevrettes
 - curages
 - protections de berges
 - tous travaux de chenalisation
 - extractions en lit majeur
- 

2. Pressions à impacts potentiels sur les excédents de sédiments fins (sables compris) :

- certaines pratiques agricoles (types de labours, saisonnalité des semis, etc.)
 - déforestation, création de routes et de chemins forestiers (beaucoup d'apports massifs sableux constatés de ce fait sur plusieurs cours d'eau du Massif Central)
 - drainage agricole,
 - urbanisation (pendant la période de construction puis à cause de l'augmentation du ruissellement),
 - gestion des barrages (chasses et vidanges mal contrôlées, raréfaction des débits morphogènes de « nettoyage »)
- 

3. Pressions à impacts potentiels sur les excédents (ou les dépôts excessifs) de sédiments grossiers :

- réduction des débits morphogènes (grands barrages écréteurs) -> peut empêcher la reprise de matériaux apportés par des affluents (torrents notamment) **et favoriser des exhaussements et une aggravation des inondations au droit des confluences.**
- remous solides en amont des retenues de seuils et de barrages
- élargissement du lit

4. Pressions à impacts potentiels sur la végétalisation excessive du lit moyen :

- réduction des débits morphogènes (grands barrages écréteurs) -> peut favoriser une végétalisation excessive des bandes actives
- modification de la saisonnalité des débits qui peut aussi favoriser une végétalisation excessive des bandes actives

**QUELQUES EXEMPLES DE PRESSIONS À L'ORIGINE
DE DYSFONCTIONNEMENTS HYDROSÉDIMENTAIRES
ET ÉCOLOGIQUES**



REDUCTION DES APPORTS EXTERNES PRIMAIRES

1) Facteur naturel : fin du Petit Age Glaciaire : les versants de montagne se reboisent dès le milieu du 19^{ème} siècle

2) **Facteurs anthropiques** :

* déprise agro-pastorale (dès début 19^{ème})

* stabilisation volontariste via travaux RTM (dès mi- 19^{ème})



REDUCTION DES APPORTS EXTERNES SECONDAIRES

Seuils de stabilisation et de piégeage de la charge solide



RÉDUCTION DES APPORTS INTERNES
lit mineur et lit majeur + terrasses

A decorative graphic element consisting of a thick, wavy line that curves from the bottom right towards the center of the slide. The line has a gradient, transitioning from a darker teal on the left to a lighter, almost white teal on the right.

LIT MINEUR

Extractions de granulats



LIT MINEUR

Curages et dragages



LIT MOYEN / MINEUR

seuils et barrages



LIT MAJEUR ET TERRASSES

Extractions de granulats

Mitage du lit majeur = perte de sources sédimentaires



voire puits
si capture



LIT MAJEUR ET TERRASSES

Protections de berges = perte de sources sédimentaires



même si génie végétal...

PRINCIPAUX DYSFONCTIONNEMENTS HYDROSÉDIMENTAIRES ET ECOLOGIQUES ASSOCIES AUX PRESSIONS PRECEDENTES

A. Dysfonctionnements **hydromorphologiques** :

- liés au **déficit en sédiments grossiers** : incision du lit, pavage, déficit de certaines fractions granulométriques, affleurement important du substratum, affaissement de la nappe alluviale d'accompagnement, végétalisation excessive de la bande active du fait de l'incision du lit,
- liés aux **excès de sédiments grossiers** : exhaussement du lit,
- liés aux **excès de sédiments fins** : colmatage, ensablement.

B. dysfonctionnements **morphoécologiques** :

- **modification/perte d'habitats aquatiques** : disparition des frayères des poissons lithophiles notamment, simplification des facies d'écoulement, colmatage/ensablement des habitats alluviaux grossiers,
- **modification/perte d'habitats du lit moyen et de sa bande active**: réduction de la quantité et de la fonctionnalité des bancs alluviaux, des chenaux secondaires
- **assèchements d'annexes hydrauliques et de zones humides** du lit majeur
- On peut y ajouter le **dysfonctionnement de certains processus physico-chimiques** : moindre régulation thermique et baisse des capacités auto-épuratoires du lit mineur alluvial

C. dysfonctionnements **écologiques** :

Les dysfonctionnements écologiques sont principalement dus à une **altération profonde des habitats alluviaux** :

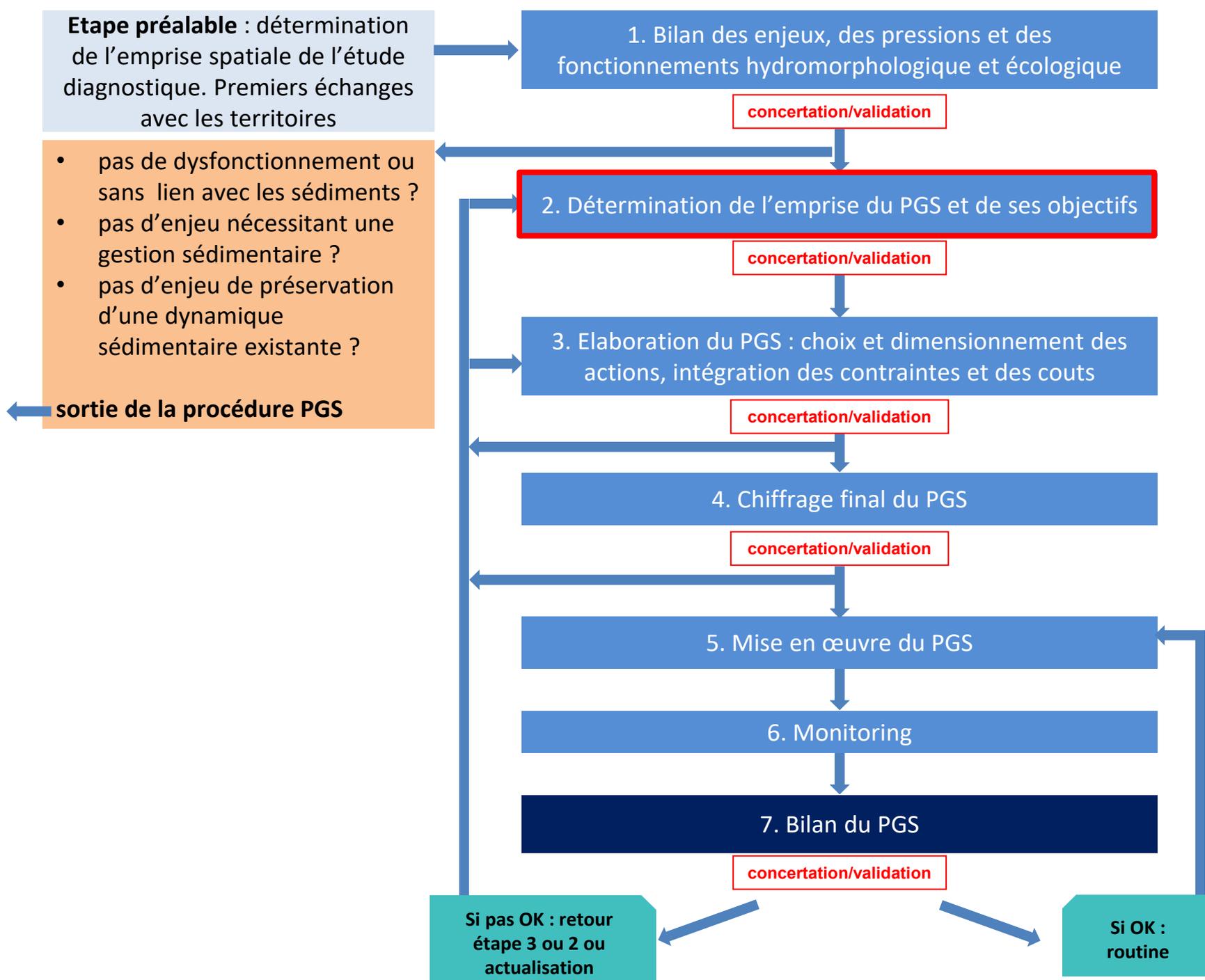
- dégradation de l'état des **biocénoses aquatiques** (composition, abondance, biomasse, structure des peuplements faunistiques et floristiques)
- dégradation de l'état des **biocénoses du lit moyen et de sa bande active** (composition, abondance, biomasse, structure des peuplements faunistiques et floristiques)
- dégradation de l'état des **biocénoses du lit majeur associées au cours d'eau** (celles des annexes hydrauliques et des zones humides notamment), ainsi que de la ripisylve et de la forêt alluviale)

DYSFONCTIONNEMENTS VIS-À-VIS DES AUTRES ENJEUX

- problèmes d'alimentation en eau potable ou pour l'irrigation du fait de l'incision du lit et de l'affaissement de la nappe
 - problèmes d'alimentation des captages gravitaires du fait de l'incision du lit
 - déchaussement d'ouvrages d'art du fait de l'incision du lit
 - aggravation des inondations
- 

En fin d'étape 1, une première phase majeure de **concertation et de validation** est indispensable, notamment pour **valider le diagnostic de fonctionnement** hydrosédimentaire et écologique du cours d'eau.

Si celui-ci n'est pas partagé par la majorité des parties prenantes, inutile de poursuivre la démarche...



2. Détermination de l'emprise du PGS et de ses objectifs

Principe d'emboîtement des EOMA Enjeux, Objectifs, Moyens d'action, Actions

Emboîtement Objectif/Moyens d'action/Actions							
Enjeu	Objectif	Sous-objectif niveau 1	Sous-objectif niveau 2	Moyen d'action	Action		
État écologique de l'hydrosystème	Restaurer le bon état écologique DCE ainsi que la biodiversité des rives et du lit majeur		Restaurer les SGF (Surfaces de Granulométrie Favorable) pour la reproduction	Augmenter les apports solides grossiers de taille adaptée	App. externes : dévégétaliser les versants, éboulis etc.		
					App. externes : reconnecter versants/lit		
					App. internes : activer l'érosion des berges		
					App. internes : améliorer structurellement la continuité amont/aval ouvrages		
					App. internes : améliorer la gestion de la continuité amont/aval ouvrages		
					App. internes : dévégétaliser les bancs		
							réinjection brute
							réinjection chirurgicale
						Mettre en place des micro-structures pour piéger une partie des sédiments	Implantation de petits seuils
							Implantation de déflecteurs divers
			Augmenter l'épaisseur alluviale (globale ou sur certains types de faciès)	Augmenter les apports solides grossiers			
				Mettre en place des micro-structures pour piéger une partie des sédiments			
				Elargir le lit mineur	Elargir le lit mineur		
		Restaurer les habitats du lit mineur	Stabiliser l'incision	Augmenter les apports solides grossiers			
				Mettre en place des rampes sous fluviales	Mettre en place des rampes sous fluviales		

nous avons un enjeu majeur (colonne 1)
« l'état écologique de l'hydrosystème »

Principe d'emboîtement des EOMA

Enjeux, Objectifs, Moyens d'action, Actions

Le **premier niveau d'objectif** (colonne 2) est quantifiable (ex: atteinte des valeurs des indicateurs de bon état DCE IPR+ et I2M2).

MAIS insuffisant pour choisir et surtout dimensionner l'action (probablement les actions) la plus adaptée pour l'atteindre.

ET difficile (voire impossible) d'évaluer la part et l'efficacité d'une action (colonne 6) dans l'atteinte ou non de cet objectif, donc de valider son intérêt et sa pérennisation dans le cadre d'un PGS.

Emboîtement Objectif/Moyens d'action/Actions

Enjeu	Objectif	Sous-objectif niveau 1	Sous-objectif niveau 2	Moyen d'action	Action
Etat écologique de l'hydrosystème	Restaurer le bon état écologique DCE ainsi que la biodiversité des rives et du lit majeur		Restaurer les SGF (Surfaces de Granulométrie Favorable) pour la reproduction	Augmenter les apports solides grossiers de taille adaptée	App. externes : dévégétaliser les versants, éboulis etc.
					App. externes : reconnecter versants/lit
					App. internes : activer l'érosion des berges
					App. internes : améliorer structurellement la continuité amont/aval ouvrages
					App. internes : améliorer la gestion de la continuité amont/aval ouvrages
			App. internes : dévégétaliser les bancs		
			réinjection brute		
			réinjection chirurgicale		
			Mettre en place des micro-structures pour piéger une partie des sédiments	Implantation de petits seuils	
			Implantation de déflecteurs divers		
Augmenter l'épaisseur alluviale (globale ou sur certains types de faciès)	Augmenter les apports solides grossiers				
	Mettre en place des micro-structures pour piéger une partie des sédiments				
	Elargir le lit mineur	Elargir le lit mineur			
Restaurer les habitats du lit mineur	Stabiliser l'incision	Augmenter les apports solides grossiers			
		Mettre en place des rampes sous fluviales	Mettre en place des rampes sous fluviales		

Principe d'emboîtement des EOMA

Enjeux, Objectifs, Moyens d'action, Actions

Pour améliorer les peuplements piscicoles, hors qualité de l'eau, il est couramment admis qu'il faut « **restaurer les habitats** », en particulier ceux du lit mineur. C'est alors un **sous-objectif de niveau 1** (colonne 3).

NB : premier niveau d'objectif de nature hydromorphologique, voire morphoécologique.

MAIS encore trop imprécis pour définir des objectifs quantifiés et donc pour choisir et dimensionner les actions adaptées.

Emboîtement Objectif/Moyens d'action/Actions

Enjeu	Objectif	Sous-objectif niveau 1	Sous-objectif niveau 2	Moyen d'action	Action
Etat écologique de l'hydrosystème	Restaurer le bon état écologique DCE ainsi que la biodiversité des rives et du lit majeur		Restaurer les SGF (Surfaces de Granulométrie Favorable) pour la reproduction	Augmenter les apports solides grossiers de taille adaptée	App. externes : dévégétaliser les versants, éboulis etc.
					App. externes : reconnecter versants/lit
					App. internes : activer l'érosion des berges
					App. internes : améliorer structurellement la continuité amont/aval ouvrages
					App. internes : améliorer la gestion de la continuité amont/aval ouvrages
					App. internes : dévégétaliser les bancs
				réinjection brute	
				réinjection chirurgicale	
				Mettre en place des micro-structures pour piéger une partie des sédiments	Implantation de petits seuils
					Implantation de déflecteurs divers
	Augmenter l'épaisseur alluviale (globale ou sur certains types de faciès)	Augmenter les apports solides grossiers			
		Mettre en place des micro-structures pour piéger une partie des sédiments			
		Elargir le lit mineur	Elargir le lit mineur		
		Augmenter les apports solides grossiers			
		Mettre en place des rampes sous fluviales	Mettre en place des rampes sous fluviales		
	Restaurer les habitats du lit mineur	Stabiliser l'incision			

Principe d'emboîtement des EOMA

Enjeux, Objectifs, Moyens d'action, Actions

Le niveau d'objectif décliné colonne 4 (**sous-objectif de niveau 2**), par exemple « augmenter les SGF » (Surface de Granulométries Favorables pour la reproduction des espèces de poissons lithophiles), est très intéressant car il précise l'objectif précédent à un niveau tel que **l'on peut le quantifier, choisir le ou les moyens d'action adaptés et dimensionner les actions correspondantes et vérifier, par un monitoring adapté, s'il est atteint ou non.**

Emboîtement Objectif/Moyens d'action/Actions

Enjeu	Objectif	Sous-objectif niveau 1	Sous-objectif niveau 2	Moyen d'action	Action	
Etat écologique de l'hydrosystème	Restaurer le bon état écologique DCE ainsi que la biodiversité des rives et du lit majeur		Restaurer les SGF (Surfaces de Granulométrie Favorable) pour la reproduction	Augmenter les apports solides grossiers de taille adaptée	App. externes : dévégétaliser les versants, éboulis etc.	
					App. externes : reconnecter versants/lit	
					App. internes : activer l'érosion des berges	
					App. internes : améliorer structurellement la continuité amont/aval ouvrages	
					App. internes : améliorer la gestion de la continuité amont/aval ouvrages	
					App. internes : dévégétaliser les bancs	
					réinjection brute	
					réinjection chirurgicale	
					Mettre en place des micro-structures pour piéger une partie des sédiments	Implantation de petits seuils
						Implantation de déflecteurs divers
	Augmenter les apports solides grossiers					
	Mettre en place des micro-structures pour piéger une partie des sédiments					
	Elargir le lit mineur	Elargir le lit mineur				
	Augmenter les apports solides grossiers					
	Mettre en place des rampes sous fluviales	Mettre en place des rampes sous fluviales				
	Restaurer les habitats du lit mineur	Stabiliser l'incision				

Une **douzaine d'objectifs N2** quantifiables semblent suffisants pour atteindre l'objectif global d'amélioration de l'état écologique du cours d'eau.

Compartment lit mineur

- Restaurer les SGF (Surfaces de Granulométrie Favorable) pour la reproduction
- Augmenter l'épaisseur alluviale (globale ou sur certains types de faciès)
- Stabiliser l'incision
- Rehausser le fond alluvial (notamment pour restaurer les connexions rivière / nappe)
- Résorber/atténuer le pavage
- Résorber/atténuer les affleurements du substratum
- Résorber/atténuer le colmatage
- Augmenter la surface de faciès spécifiques

Compartiment **lit moyen végétalisé et bande active**

- Restaurer/augmenter la largeur de la bande active ou de la bande de tressage
- Restaurer/augmenter le nombre de chenaux secondaires

Compartiment **lit majeur**

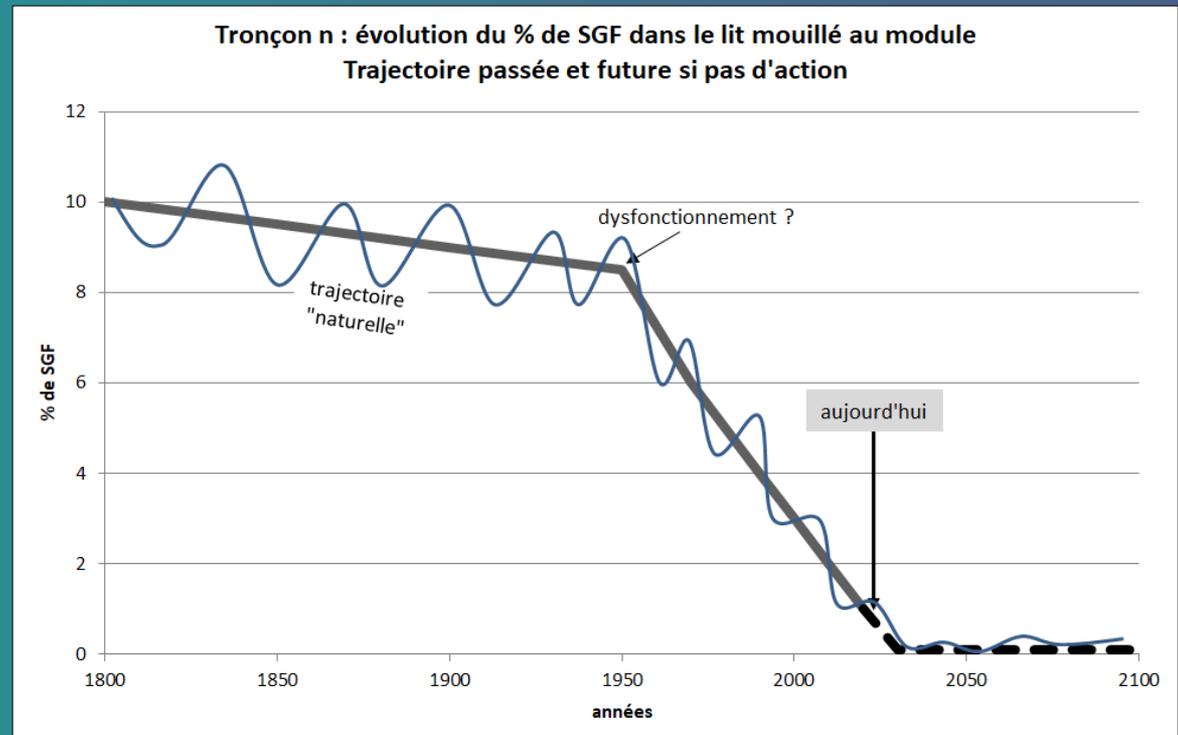
- Restaurer/augmenter la fréquence de débordement (pour améliorer les connexions avec le lit majeur et ses zones humides)
- Restaurer/augmenter le nombre de chenaux secondaires
- Restaurer/augmenter le nombre d'annexes hydrauliques

Pour ce qui concerne la **quantification des objectifs**, l'idéal est d'aller jusqu'à des « **plages cible d'objectif** », ce qui permettra :

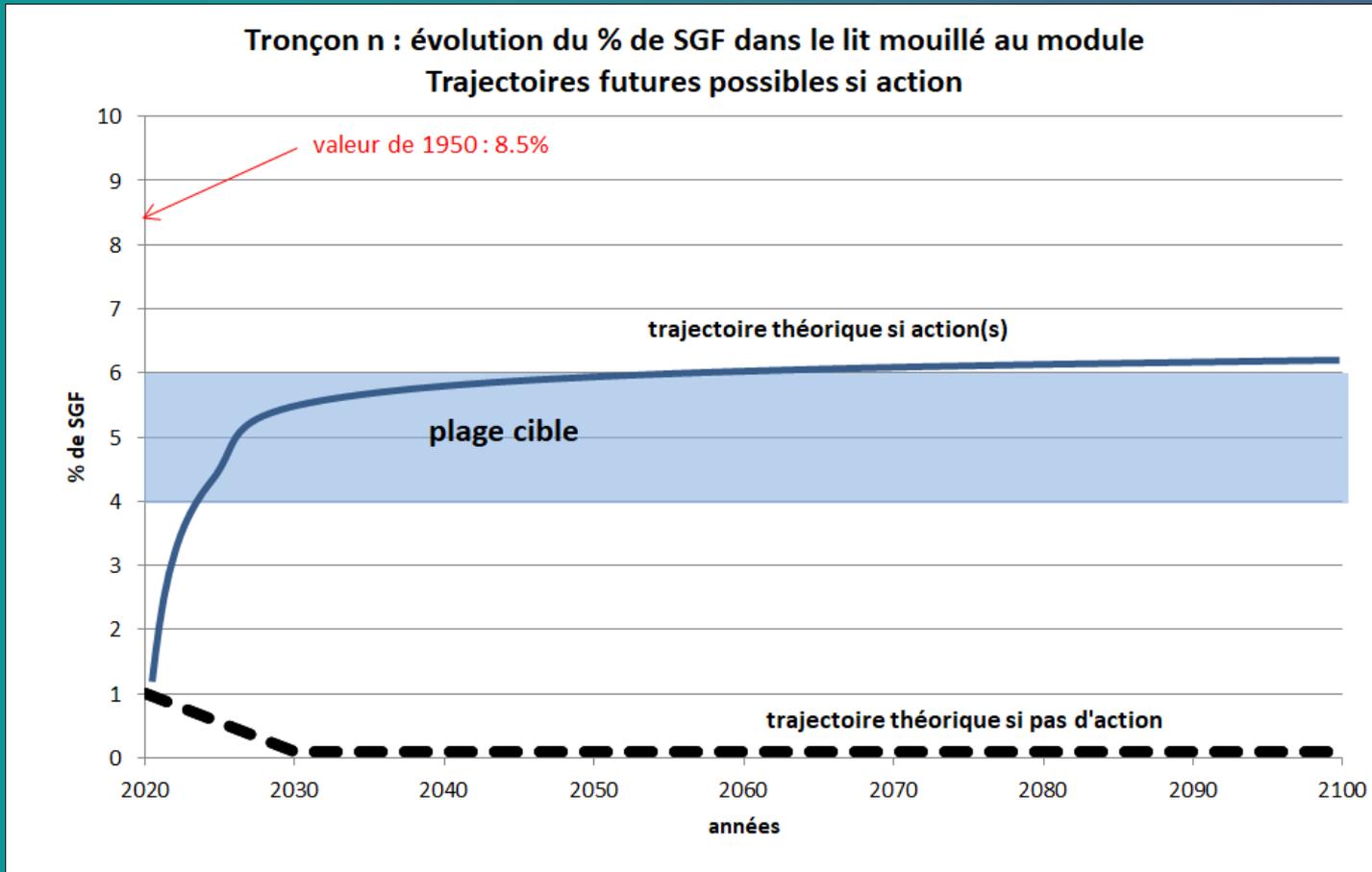
- d'avoir une vision claire des résultats attendus,
- de bien **choisir et dimensionner les actions** à mener
- de vérifier, par un monitoring adapté, que ces objectifs ont bien été atteints.

Exemple de résultat du diagnostic de fonctionnement réalisé lors de l'étape 1

Métrique SGF (Surface de Granulométrie Favorable) et sa trajectoire temporelle



et exemple de proposition d'une plage cible d'objectif



Principe d'emboîtement des EOMA

Enjeux, Objectifs, Moyens d'action, Actions

Emboîtement Objectif/Moyens d'action/Actions

Enjeu	Objectif	Sous-objectif niveau 1	Sous-objectif niveau 2	Moyen d'action	Action
Etat écologique de l'hydrosystème	Restaurer le bon état écologique DCE ainsi que la biodiversité des rives et du lit majeur		Restaurer les SGF (Surfaces de Granulométrie Favorable) pour la reproduction	Augmenter les apports solides grossiers de taille adaptée	App. externes : dévégétaliser les versants, éboulis etc.
					App. externes : reconnecter versants/lit
					App. internes : activer l'érosion des berges
					App. internes : améliorer structurellement la continuité amont/aval ouvrages
					App. internes : améliorer la gestion de la continuité amont/aval ouvrages
					App. internes : dévégétaliser les bancs
			réinjection brute		
			réinjection chirurgicale		
			Mettre en place des micro-structures pour piéger une partie des sédiments	Implantation de petits seuils	
				Implantation de déflecteurs divers	
			Augmenter l'épaisseur alluviale (globale ou sur certains types de faciès)	Augmenter les apports solides grossiers	
				Mettre en place des micro-structures pour piéger une partie des sédiments	
	Elargir le lit mineur	Elargir le lit mineur			
Restaurer les habitats du lit mineur	Stabiliser l'incision	Augmenter les apports solides grossiers			
		Mettre en place des rampes sous fluviales	Mettre en place des rampes sous fluviales		

pour atteindre le ou les sous-objectif(s) N2 quantifié(s) plusieurs **moyens d'action** sont envisageables et quantifiables (colonne 5).

Ils peuvent être combinés dans l'espace et/ou dans le temps.

LES MOYENS D'ACTION

10 PRINCIPAUX MOYENS D'ACTION VIS-À-VIS DE L'ENJEU « ÉTAT ÉCOLOGIQUE » (QUI PEUVENT ÊTRE CUMULÉS)

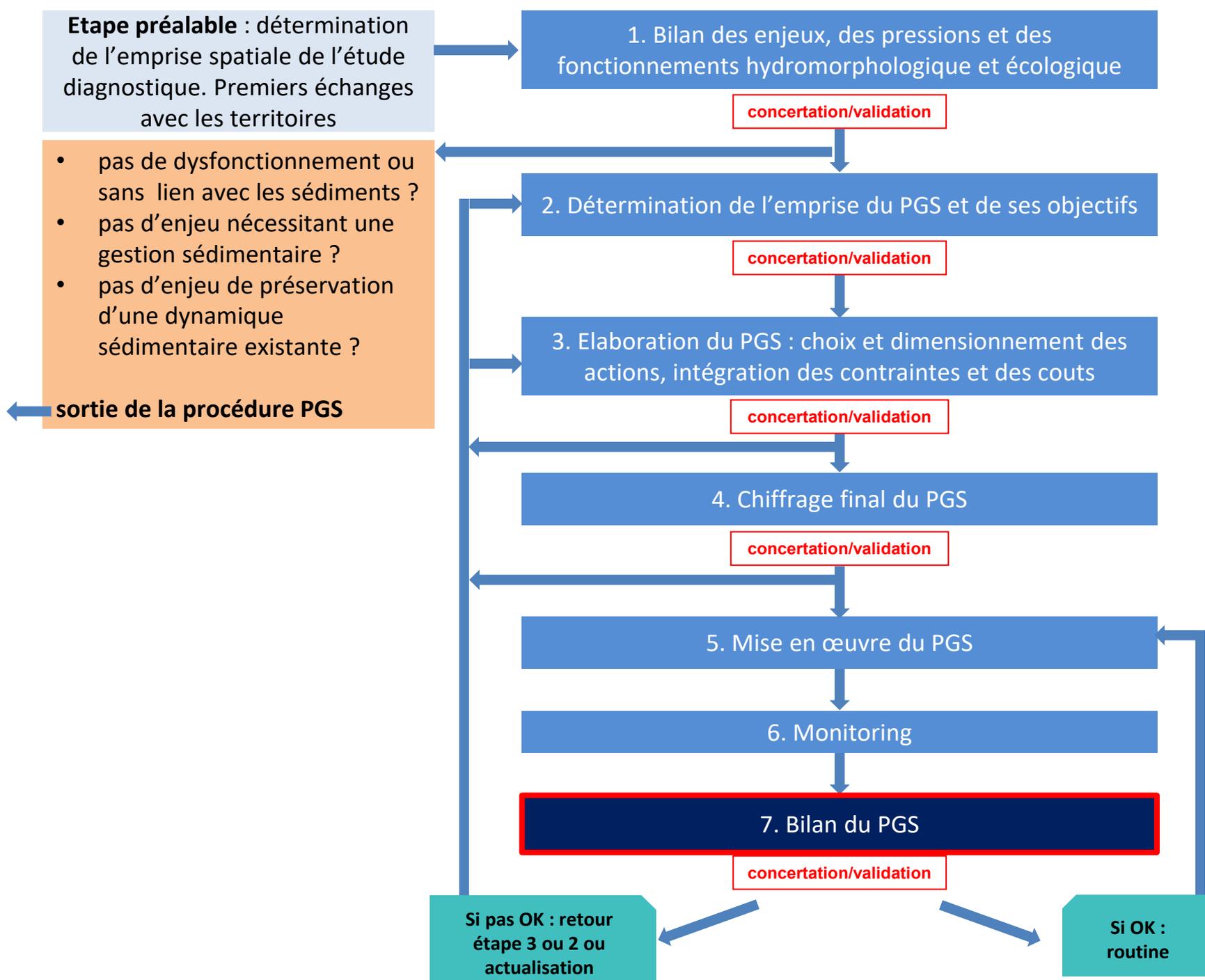
- Augmenter les apports solides grossiers
 - Mettre en place des micro-structures de piégeage
 - Elargir le lit moyen
 - Mettre en place des rampes sous fluviales
 - Limiter les apports de fines
 - Réaliser des lâchers morphogènes
 - Dévégétaliser mécaniquement la bande active
 - Favoriser la diversité des écoulements
 - Recreuser certains chenaux
 - Mettre en place des seuils hauts
- 

Plusieurs de ces **moyens d'action** peuvent être mis en œuvre de différentes façons, ce qui nécessite de les **décliner en actions**. D'autres sont déjà des actions.

Emboitement Objectif/Moyens d'action/Actions			Nature de l'effet			
Sous-objectif niveau 2	Moyen d'action	Action	Générique/spécifique	Global/local	Immédiat/long terme	Durable/temporaire
Restaurer les SGF (Surfaces de Granulométrie Favorable) pour la reproduction	Augmenter les apports solides grossiers	App. externes : dévégétaliser les versants, éboulis etc.	G	G	L	T
		App. externes : reconnecter versants/lit	G	G	I	D
		App. internes : activer l'érosion des berges	G	G	I	D
		App. internes : améliorer structurellement la continuité amont/aval ouvrages	G	G	I/L	D/T
		App. internes : améliorer la gestion de la continuité amont/aval ouvrages	G	G	I	T
		App. internes : dévégétaliser les bancs	G	G	I	T
		réinjection brute	G	G	I	T
		réinjection chirurgicale	S	L	I	T
	Mettre en place des micro-structures pour piéger une partie des sédiments	Implantation de petits seuils	S	L	I	D
		Implantation de déflecteurs divers	S	L	I	D
Augmenter l'épaisseur alluviale (globale ou sur certains types de faciès)	Augmenter les apports solides grossiers					
	Mettre en place des micro-structures pour piéger une partie des sédiments					
	Elargir le lit mineur	Elargir le lit mineur	G	L	I	D
Stabiliser l'incision	Augmenter les apports solides grossiers					
	Mettre en place des rampes sous fluviales	Mettre en place des rampes sous fluviales	S	G/L	I	D

En fin d'étape 2, une seconde phase majeure de **concertation et de validation** est indispensable, notamment pour **valider les objectifs à atteindre** (qualification ET quantification).

Si ceux-ci ne sont pas partagés par la majorité des parties prenantes, inutile de poursuivre la démarche...



7. Bilan du PGS

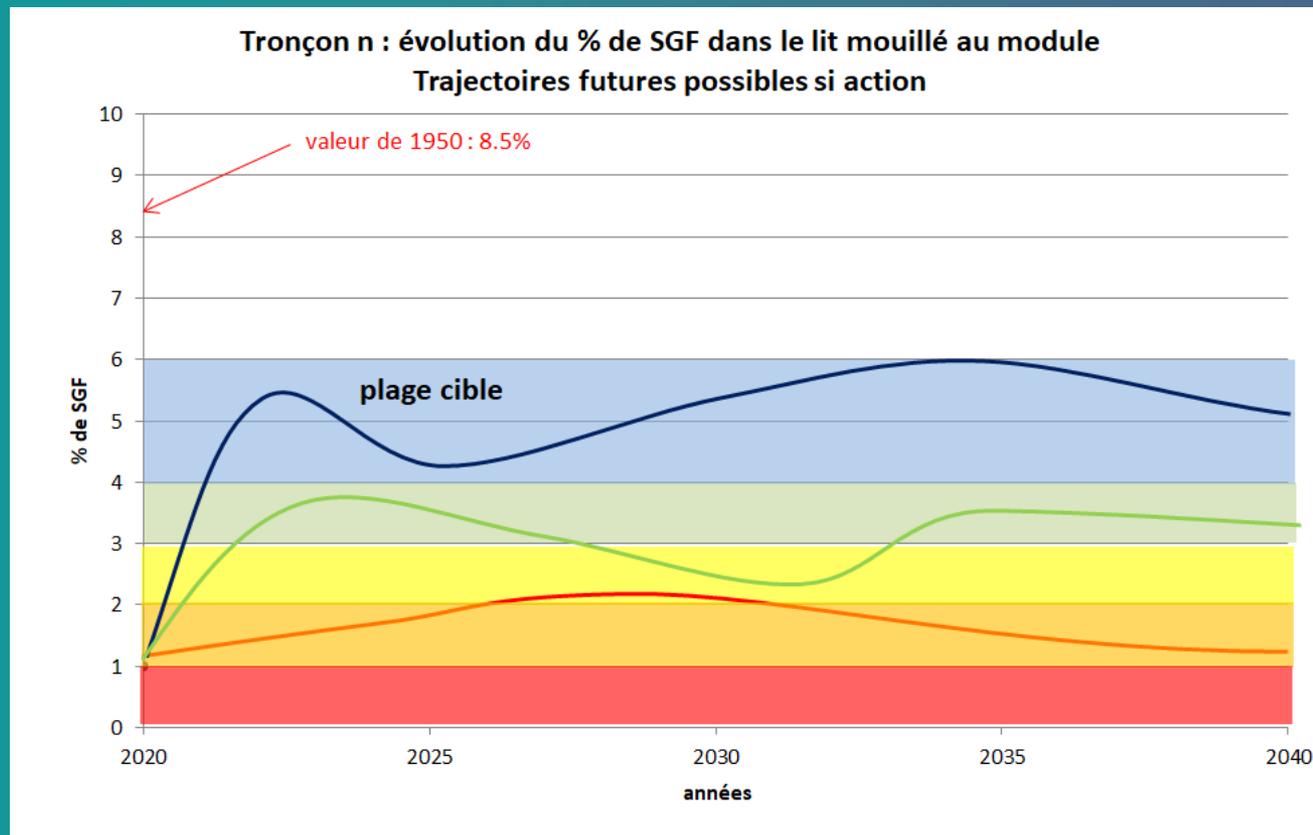
Le bilan du PGS est à réaliser au terme d'une période de mise en œuvre qui est à définir au cas par cas par les parties prenantes. Une durée de **10 ans** nous semble pertinente, même si des bilans intermédiaires partiels peuvent être réalisés dans le cadre de la phase de monitoring.

Ce bilan passe par :

- l'évaluation du **niveau d'atteinte des objectifs** fixés lors de l'étape 2 et éventuellement revus lors des étapes suivantes. Cette analyse doit permettre, en particulier si les plages cibles fixées ne sont pas atteintes, d'évaluer malgré tout un certain niveau de satisfaction (voir l'exemple ci-dessous). C'est la phase d'évaluation de **l'efficacité des actions**.

- l'évaluation, optionnelle, de la **contribution des différentes actions** mises en œuvre dans l'atteinte de ces objectifs
- l'analyse en parallèle, optionnelle elle aussi, de l'énergie dépensée par action (coût mais pas seulement) pour atteindre (ou non) ces objectifs. C'est la phase d'évaluation de **l'efficience des actions**.
- l'évaluation des **causes de non atteinte des plages cibles** pour tout ou partie des objectifs visés, si cette situation se présente

Exemple du suivi de la métrique SGF



Outre l'évaluation de l'atteinte de la plage cible, l'analyse de la trajectoire au moment du bilan d'efficacité des actions peut ainsi permettre, en concertation avec les différentes parties, d'estimer un « **degré de satisfaction** » par rapport à la plage cible initiale.

En fin d'étape 7, une dernière phase de concertation et de validation est prévue pour réaliser le bilan.

Cette étape de concertation finale doit aboutir à la décision de:

- **poursuivre en routine** (avec éventuellement quelques ajustements à la marge dans le cadre de la gestion adaptative) la mise en œuvre des actions du PGS,
- ou au contraire de **revenir à des étapes précédentes**, en premier lieu à l'étape 3 de choix et dimensionnement des actions, dans un deuxième temps si nécessaire à la redéfinition de tout ou partie des objectifs (étape 2).

