



SYNDICAT MIXTE DES BASSINS DE L'ESCOUTAY ET DU FRAYOL

Phase 2
Rapport

ÉTUDE DU FONCTIONNEMENT HYDROMORPHOLOGIQUE DU BASSIN VERSANT DE L'ESCOUTAY ET ÉLABORATION D'UN PLAN DE GESTION PHYSIQUE DES COURS D'EAU

Phase 2 : Orientations et plan de gestion



ARI-16-021
HYDRETUDES
Juin 2017

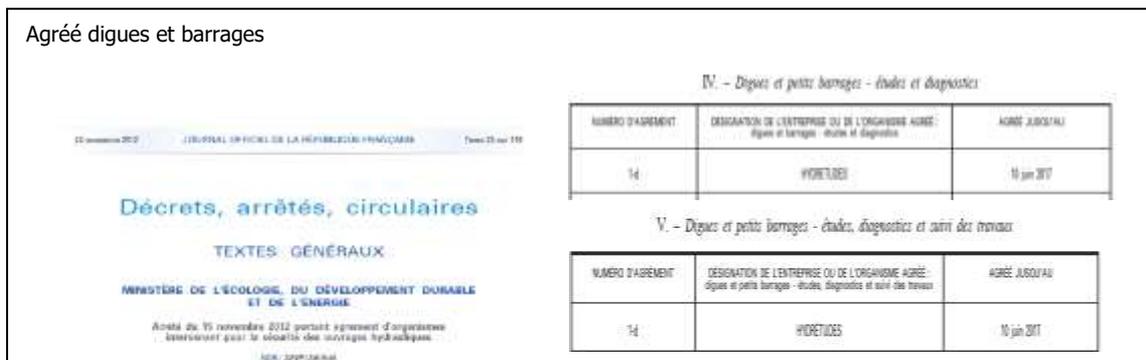
Émetteur

HYDRETTUDES

815 route de champ Farçon
74 370 ARGONAY
Tél. : 04.50.27.17.26
Fax : 04.50.27.25.64



Agréé digues et barrages



Réf. affaire : ARI-16-021

Titre : Étude du fonctionnement hydromorphologique du bassin versant de l'Escoutay et élaboration d'un plan de gestion physique des cours d'eau

Indice	Date	Description	Statut	Établi par	Vérifié par	Approuvé par
01	23/05/2017	Première diffusion	<input checked="" type="checkbox"/> Provisoire <input type="checkbox"/> Définitif	JMD-CM	BC	BC
02	31/05/2017	Prise en compte des remarques du SMBEF du 24/05/2017. À finaliser : le portefeuille de fiches-action pour la semaine 23	<input checked="" type="checkbox"/> Provisoire <input type="checkbox"/> Définitif	JMD-CM	BC	BC
03	09/06/2017	Ajout du portefeuille de fiches-action	<input checked="" type="checkbox"/> Provisoire <input type="checkbox"/> Définitif	JMD-CM	BC	BC
04	21/06/2017	Prise en compte des remarques du SMBEF du 15/06/2017	<input checked="" type="checkbox"/> Provisoire <input type="checkbox"/> Définitif	CM	JMD	BC

Directeur de projet : Benoit Chapon

Chef de projet : Jean-Manuel Deleuze

Maître d'Ouvrage : Syndicat Mixte des Bassins de l'Escoutay et du Frayol (SMBEF)

Document protégé, propriété exclusive d'HYDRETTUDES. Ne peut être utilisé ou communiqué à des tiers à des fins autres que l'objet de l'étude commandé

SOMMAIRE

1	Préambule.....	6
1.1	Un contexte particulier pour un plan de gestion	6
1.2	Un plan de gestion à divers niveaux.....	6
1.3	Du diagnostic au plan de gestion	7
2	Éléments de connaissance du bassin versant de l'Escoutay.....	8
2.1	Les enseignements de la Phase 1	8
2.2	Les points forts du diagnostic hydromorphologique.....	8
3	Identification des secteurs sensibles	10
3.1	Définition	10
3.2	Les secteurs sensibles identifiés.....	10
4	Orientations de gestion	11
4.1	Grands axes et bases d'une stratégie de gestion.....	11
4.2	AXE 1 : Favoriser la recharge sédimentaire et limiter l'incision	13
4.3	AXE 2 : Accompagner le transit sédimentaire.....	16
4.4	AXE 3 : Protéger les secteurs sensibles	22
4.5	AXE 4 : Contrôler pour évaluer, évaluer pour évoluer	25
4.6	AXE 5 : S'approprier les cours d'eau.....	28
5	Plan de gestion.....	31
5.1	Deux niveaux d'intervention	31
5.2	Des actions à long terme.....	31
5.3	Des fiches spécifiques	32
5.4	Portefeuille de fiches-action.....	34
6	Glossaire	36
7	Références bibliographiques	41

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Exemple de relevé et de classification d'embâcles sur le Verdon (Hydrétudes, 2017)	17
Figure 2 : Cartes postales anciennes du pont Romain montrant sa masse imposante.....	19
Figure 3 : Glacis de guidage d'un chenal aménagés dans la bande active du gave de Pau (Hydrétudes, 2013-2014).....	20
Figure 4 : Pont de la RD 86, radier généralisé aménagé pour lutter contre l'effet de l'incision du lit sur les appuis de l'ouvrage (piles et culées)	21
Figure 5 : Vue générale du pont de la SNCF (à gauche) et érosion de berge au contact de la culée du pont côté rive gauche	21
Figure 6 : Passerelle de la Moutte, état des appuis déstructurés (semelle béton affouillée et partiellement ruinée, palée d'appuis tordue sur la photo de droite...). Des travaux de réparation ont été réalisés récemment.	21
Figure 7 : Érosion de berge en aval du pont de la Calade (flèche jaune) (à gauche) et érosion côté culée C5 (gros plan correspondant au cadre jaune de la photo de gauche) (à droite)	23
Figure 8 : Érosion de berge en aval du pont de la Calade suite à la crue de septembre 2015	23
Figure 9 : Vue du pont Romain depuis la rive gauche. On note l'érosion de berge et l'atterrissement favorisant le déport vers la berge de rive gauche.	24
Figure 10 : Vue du pont romain. L'érosion de rive gauche (flèche) et le méandrage sont bien visibles (l'axe du chenal est matérialisé par les tirets jaunes). A : partie de la bande active végétalisée et B : atterrissement de fort volume déportant le lit vers la culée C0. À noter également l'élargissement de section effectué pour compenser le « poids hydraulique » de l'ouvrage.	24
Figure 11 : Vue depuis l'aval du pont Marquet. Travaux de libération de la travée T3 (à gauche) et de retalutage de la berge (à droite).....	25
Figure 12 : Cartographie montrant la stratégie de réactivation du transport solide du bassin versant de l'Escoutay	30
Figure 13 : Modèles des trois types de fiche constituant le plan de gestion de l'Escoutay	33
Figure 14 : Hiérarchisation des actions selon le niveau de priorité d'intervention	35

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Secteurs sensibles de l'Escoutay	10
Tableau 2 : Orientations de gestion du bassin versant de l'Escoutay	12
Tableau 3 : État des ouvrages d'art présents dans la bande active de stockage de l'Escoutay à Viviers	22
Tableau 4 : Suivi dynamique préconisé pour l'Escoutay.....	27

LISTE DES ENCARTS

Encart 1 : La crise morphogénique	6
Encart 2 : Le niveau de base d'un cours d'eau.....	9
Encart 3 : L'intérêt général.....	10

Encart 4 : L'accompagnement dynamique	11
Encart 5 : La recharge sédimentaire	13
Encart 6 : Les embâcles	16
Encart 7 : Dépôt-obstruction-défluviation	18
Encart 8 : Glacis de guidage.....	19
Encart 9 : L'évolution de la bande active	20
Encart 10 : La codification des appuis des ponts.....	24
Encart 11 : Les pathologies du riverain	28

1 Préambule

1.1 Un contexte particulier pour un plan de gestion

Le Syndicat Mixte des Bassins de l'Escoutay et du Frayol souhaite définir un plan de gestion du transport solide et des espaces de bon fonctionnement de l'Escoutay. En effet, l'Escoutay a un fonctionnement particulier dit « cévenol » caractérisé par des étiages sévères, voire des assecs, et des crues aussi soudaines que violentes.

L'élément moteur de la dynamique fluviale des cours d'eau est la **fourniture sédimentaire**. Cette fourniture sédimentaire et le bilan sédimentaire qui en découle, doivent être entendus dans un contexte de péjoration climatique conduisant à un tarissement sédimentaire qui est activé depuis le milieu du XIX^{ème} siècle.

Crise morphogénique

Les cours d'eau sont sous forçage climatique. Le forçage climatique influe directement sur deux variables de contrôle principales : le débit liquide et le débit solide.

Lorsque le climat change (réchauffement ou refroidissement), les cours d'eau se réajustent sur le long terme. Niveau de base, fournitures sédimentaires, végétation... varient sous l'effet du changement climatique générant une crise morphogénique qui constitue une période d'adaptation, c'est-à-dire de réajustements.

Actuellement, les cours d'eau vivent une crise morphogénique liée à la péjoration climatique post-Petit Âge Glaciaire et au tarissement sédimentaire qui en résulte. Cette crise se traduit notamment par la métamorphose fluviale (Bravard, 1989) et l'incision des lits fluviaux.

Elle est souvent accentuée par les activités humaines qui génèrent une métamorphose anthropique.

Encart 1 : La crise morphogénique

Le diagnostic hydromorphologique réalisé en Phase 1 de la mission a montré la **faiblesse du renouvellement du stock alluvial** de l'Escoutay, effet logique du tarissement sédimentaire conjoncturel. Ce tarissement a conduit notamment au déstockage du plancher alluvial dans la partie amont du bassin versant. *A contrario* l'aval du bassin (aval de Saint-Thomé) possède un stock de matériaux conséquent ($\approx 320\,000\text{ m}^3$) présent sous la forme d'une bande active de stockage, réceptacle des matériaux issus de l'amont compte tenu de sa faible pente.

En effet, le tarissement affecte d'abord les parties hautes puis par progradation il affecte les parties aval, moins pentues et donc plus favorables au stockage. L'Escoutay (comme beaucoup de cours d'eau) est en pleine **crise morphogénique** post-Petit Âge Glaciaire (*cf.* Encart 1).

On note ainsi sur le profil en long de l'Escoutay deux **points d'inflexion majeurs** : (1) l'aval d'Alba-la-Romaine, et (2) la confluence avec la Nègue où le stock alluvial évolue notablement ainsi que le style fluvial.

De plus, plusieurs endroits se trouvent affectés par une incision de l'ordre du mètre, stigmate du tarissement sédimentaire.

Le bassin versant de l'Escoutay constitue donc un bassin composite marqué par les effets du tarissement sédimentaire post-Petit Âge Glaciaire et la présence en aval d'une bande active de stockage.

C'est donc dans ce contexte particulier, et l'évolution qui en découlera, qu'il convient de construire le plan de gestion du bassin versant de l'Escoutay.

1.2 Un plan de gestion à divers niveaux

L'objectif principal est de proposer une gestion **sur le long terme** en **accompagnant la dynamique** de l'Escoutay, tout en intégrant la gestion des **secteurs sensibles** répertoriés, afin d'impacter la trajectoire géomorphologique de l'Escoutay et lisser les effets de la crise morphogénique en cours.

Le contexte particulier de l'Escoutay impose des interventions à différents niveaux pour que le plan de gestion soit réellement efficace dans l'espace (ensemble du bassin versant) et dans le temps (en s'inscrivant dans la durée).

Ainsi, le plan de gestion du bassin versant de l'Escoutay intégrera des actions à plusieurs niveaux dans le temps : des **actions à impact immédiat ou à court terme** (*i.e.* les années à venir) et des **actions « de fond », à moyen voire long terme** (*i.e.* à échelle de plusieurs décennies, voire séculaire).

Par ailleurs, lorsque l'on traitera de la protection des enjeux, on favorisera autant que faire se peut, les actions **hydromorphologiquement positives ou neutres**. C'est-à-dire les actions qui permettent d'améliorer la trajectoire géomorphologique de l'Escoutay ou pour le moins qui ne l'impactent pas. Les actions nécessaires (au regard des enjeux de sécurité publique et d'intérêt général) risquant de péjorer le fonctionnement dynamique, et donc l'évolution dynamique, seront ainsi réservées aux enjeux majeurs.

1.3 Du diagnostic au plan de gestion

Le présent rapport a pour objet de présenter les orientations et le plan de gestion de l'Escoutay qui s'inscrivent dans la suite du diagnostic hydromorphologique établi lors de la Phase 1 de la mission. Le rapport s'organise de la manière suivante :

- Rappel des éléments essentiels du diagnostic issus de la Phase 1 de la mission ;
- Identification des secteurs sensibles (enjeux *versus* hydromorphologie) dans le contexte de la crise morphogénique ;
- Définition des orientations de gestion, support de base au plan de gestion ;
- Élaboration du plan de gestion sous la forme de fiches détaillées et opérationnelles.

2 Éléments de connaissance du bassin versant de l'Escoutay

2.1 Les enseignements de la Phase 1

La Phase 1 de la mission a permis d'élaborer un diagnostic de l'Escoutay intégrant et précisant les éléments suivants :

- L'**hydrologie** du bassin versant (qui n'était pas connue) ;
- La **trajectoire géomorphologique** de l'Escoutay (héritage géomorphologique, fonctionnement et évolution dynamiques) ;
- Les **Espaces de Bon Fonctionnement** (EBF).

Ainsi, le diagnostic a permis de mettre en exergue l'impact des évolutions climatiques actuelles et des activités humaines sur la trajectoire géomorphologique de l'Escoutay.

Il a également donné des éléments d'évolution future de l'Escoutay dans un contexte de crise morphogénique (cf. Encart 1) lié au déficit d'apports sédimentaires, déjà visible au niveau du déstockage du plancher alluvial (tronçon ESC_2) et de l'incision en cours sur un linéaire important du profil en long.

Cette crise morphogénique qui impacte durablement le transport solide (moteur de la construction et de l'évolution des lits fluviaux) est **sous contrôle direct climatique** et impacté par les activités humaines.

2.2 Les points forts du diagnostic hydromorphologique

Le diagnostic hydromorphologique a ainsi mis en avant les points suivants :

- Le potentiel de recharge sédimentaire de l'Escoutay ne peut compter sur une respiration latérale qui est limitée et un couplage sédimentaire (au sens de Harvey, 2001) entre les versants et le lit qui est faible (source sédimentaire normalement principale pour un cours d'eau). De plus, cette recharge est discriminée spatialement par la pente et la géologie :
 - o En amont d'Alba-la-Romaine, les trois contributeurs (Ribeyras, Vernet et Téoulemale) apportent peu de matériaux, le lit s'écoule sur le plancher rocheux débarrassé des alluvions et est contraint de loin en loin par des falaises calcaires ;
 - o En aval de la confluence avec le Salauzon, la recharge est effectuée par ce contributeur et surtout la Nègue, le lit se transforme en bande active de stockage large qui regroupe plus de la moitié du stock alluvial.
- Malgré cette situation, le stock alluvial (stock alluvial hérité) est important, environ 615 000 m³ de matériaux ;
- L'incision affecte 60% du linéaire total.

On peut donc résumer ce bilan en indiquant que :

- Le **tarissement sédimentaire** a affecté la partie en amont d'Alba-la-Romaine et s'est concrétisé par un **décapage du plancher alluvial** (144 affleurements constatés dans ce secteur), il s'agit d'une incision généralisée du lit qui est actuellement contrôlée par la géologie ;
- Dans la partie intermédiaire (d'Alba-la-Romaine à Saint-Thomé), le lit montre des **traces d'incision**, mais il possède encore un stock alluvial relativement important ;
- Dans la partie aval du bassin versant (aval de Saint-Thomé), le lit possède un **stock alluvial conséquent** sous la forme d'une **bande active de stockage**, mais présente également des signes d'incision.

Tout semble donc indiquer que les manifestations du tarissement sédimentaires (déstockage, incision...) s'effectuent par **progradation** (le « déblaiement » des matériaux par l'Escoutay évoluant de l'amont vers l'aval, et progressant ainsi insidieusement au gré des crues) sur un rythme difficilement évaluable en termes de calendrier (compte tenu de la longueur de profil affectée, on peut à plusieurs décennies malgré les crues cévenoles). C'est pour cela que des actions à long terme doivent être engagées.

Il s'agit donc d'une crise morphogénique modifiant substantiellement la morphologie du lit sous contrôle climatique.

Toutefois, la partie amont du tronçon ESC_2 (amont d'Alba-la-Romaine) a déjà subi le déstockage de son plancher alluvial. Ce déstockage a certainement démarré à partir de 1850, (*i.e.* la fin du Petit Âge Glaciaire, soit pratiquement 170 ans). C'est le moment où le bilan sédimentaire de ce tronçon est devenu négatif suite au début du tarissement sédimentaire (apports inférieurs au volume de matériaux déstockés vers l'aval par transport solide). Les matériaux vont ainsi migrer vers l'aval, migration qui continuera probablement à se produire.

Le niveau de base d'un cours d'eau

Le profil en long d'un cours d'eau est contrôlé par son point le plus bas qu'on appelle le niveau de base. Ce peut être ainsi la mer ou la confluence avec un autre cours d'eau dont il est affluent.

En effet, si ce niveau de base se modifie (en s'exhaussant ou en s'incisant), le profil en long du cours d'eau va se réajuster.

Suivant l'ampleur du mouvement affectant le niveau de base, la séquence de réajustement affectera une longueur plus ou moins importante du linéaire de profil en long et aura une durée plus ou moins longue.

Si le niveau de base s'est élevé, le lit aura alors tendance à s'exhausser, le cours d'eau ayant des difficultés à évacuer son transport solide.

A contrario, si le niveau de base s'est enfoncé, une séquence d'érosion régressive va s'engager et le lit s'incisera.

Il est à noter qu'un niveau de base local peut apparaître sur le profil en long d'un cours d'eau bien en amont de son exutoire. Par exemple, un éboulement massif peut remplir une vallée et créer un niveau de base local modifiant le profil en long en amont sur plusieurs kilomètres.

En complément, il convient d'ajouter un point important. Le profil en long de l'Escoutay dans le tronçon ESC_4 (bande active de stockage) est contrôlé par son exutoire dans le Rhône. En effet, cet exutoire est le **niveau de base** de l'Escoutay (*cf.* Encart 2).

Ce niveau de base est ainsi contrôlé par deux éléments : (1) le piège à sédiments installé par la Compagnie Nationale du Rhône et actuellement rempli et inopérant, et (2) surtout le niveau du fond du Rhône qui est fluctuant. Par le passé, ce dernier était d'ailleurs régulièrement curé, afin que les bateaux puissent accéder à la cimenterie Lafarge.

Ce double point de contrôle facilite ou limite ainsi le transfert par charriage des matériaux vers le Rhône et pourra certainement être utilisé pour accentuer, équilibrer ou limiter le transit sédimentaire dans le futur.

Encart 2 : Le niveau de base d'un cours d'eau

3 Identification des secteurs sensibles

3.1 Définition

L'intérêt général

L'intérêt général se décompose en trois éléments qui peuvent être éventuellement justificateurs d'interventions anthropiques dans le fonctionnement dynamique des cours d'eau :

L'intérêt public qui consiste à protéger les biens publics (*e.g.* routes, ponts, stations d'épuration...)

L'intérêt sécuritaire qui permet de protéger les populations (*e.g.* un lotissement, une maison...)

L'intérêt dynamique qui évite un dysfonctionnement majeur dans le fonctionnement dynamique du cours d'eau (*e.g.* avulsion importante)

On appelle « **secteur sensible** » un tronçon de cours d'eau ou un site ponctuel présentant des risques hydromorphologiques et/ou des enjeux anthropiques au regard de l'**intérêt général** (*cf.* Encart 3).

Lorsque l'on applique la notion d'intérêt général à un cours d'eau, on ne peut pas se limiter à l'intérêt public ou encore à la sécurité des personnes. En effet, il est nécessaire d'intégrer également l'**intérêt dynamique**.

On intègre ainsi des tronçons ou sites ponctuels nécessitant des interventions pour favoriser le fonctionnement et l'évolution dynamiques du cours d'eau. Si on n'intervenait pas sur ces points, la trajectoire géomorphologique du cours d'eau pourrait être impactée et péjorée à plus ou moins long terme.

Encart 3 : L'intérêt général

3.2 Les secteurs sensibles identifiés

Les principaux secteurs sensibles recensés dans le bassin versant de l'Escoutay sont présentés dans Tableau 1 en fonction de leur intérêt général.

LES SECTEURS SENSIBLES DE L'ESCOUTAY					
Tronçon	Localisation	Intérêt général			Observations
		Public	Sécuritaire	Dynamique	
ESC_1	Néant				
ESC_2	Alba-la-Romaine	X	X	X	
ESC_3	Aval du pont La Vergne		X	X	Érosion en rive gauche menaçant à moyen terme la route départementale
ESC_4	Confluence avec la Nègue			X	
	Pont Marquet	X		X	Submersible
	Saint-Alban		X	X	Bande active de stockage
	Viviers	X	X	X	En particulier les ouvrages d'art dans la bande active de stockage (pont romain, pont D86, pont SNCF, passerelle de la Moutte)
	Confluence avec le Rhône	X	X	X	
Dardaillon	Lieu-dit Dardaillon à Saint-Thomé			X	
Nègue	Passerelle de Valgayette à Larnas	X	X	X	Engrèvement
	Passerelle de Basse-Valgayette à Saint-Thomé	X	X	X	Engrèvement

Tableau 1 : Secteurs sensibles de l'Escoutay

4 Orientations de gestion

4.1 Grands axes et bases d'une stratégie de gestion

Au vu du diagnostic hydromorphologique et des secteurs sensibles recensés, il convient dans un premier temps de définir les orientations de gestion du bassin versant de l'Escoutay. Il s'agit de détailler les principaux axes de gestion (grands axes), puis pour chacun d'entre eux les actions et sous-actions découlant du diagnostic.

Les orientations de gestion déclinent donc les grands axes du futur plan de gestion du bassin versant de l'Escoutay et préfigurent ainsi les fiches-actions qui le constitueront.

La problématique essentielle à laquelle les orientations de gestion, et donc le plan de gestion, doivent répondre est la suivante : **comment réamorcer la pompe sédimentaire pour améliorer la trajectoire géomorphologique de l'Escoutay ?**

A Développer une stratégie adaptée à la crise morphogénique et évolutive

L'accompagnement dynamique

La notion d'accompagnement dynamique consiste sur un cours dysfonctionnant (métamorphose climatique et/ou anthropique au sens de Bravard, 1989), à intervenir par des travaux plus ou moins lourds pour favoriser le bon fonctionnement du transit sédimentaire et modifier ainsi sa trajectoire géomorphologique (au sens de Wiederkehr *et al.*, 2008), c'est-à-dire son évolution dynamique.

Favoriser le bon fonctionnement du transit sédimentaire impose de mettre en œuvre plusieurs actions interagissant, concernant la recharge sédimentaire, l'assistance au transit sédimentaire, la limitation de l'incision, la gestion de la bande active...

Encart 4 : L'accompagnement dynamique

Le diagnostic hydromorphologique mené en Phase 1 de la mission a montré que le transit sédimentaire de l'Escoutay est perturbé. En effet, sur le tronçon ESC_2, le plancher alluvial hérité est décapé, le cours d'eau s'écoulant sur la roche en place (des marnes essentiellement), tandis qu'en aval de Saint-Thomé, une bande active de stockage regroupe un volume important de matériaux déstockés depuis l'amont. Entre Alba-la-Romaine et Saint-Thomé, les structures alluvionnaires sont présentes mais semblent être plutôt en cours de fixation compte tenu de leur stade d'évolution fluvio-sylvigénétique.

Il est donc nécessaire de bâtir une stratégie de gestion adaptée qui accompagne notamment le transit sédimentaire et évite ainsi la fixation d'une partie de la charge solide. C'est une stratégie d'**accompagnement dynamique** (cf. Encart 4).

Cet accompagnement passe par plusieurs éléments coordonnés :

- Favoriser la recharge sédimentaire et limiter l'incision ;
- Accompagner le transit sédimentaire et gérer la bande active de stockage ;
- Protéger les secteurs à enjeux ;
- Contrôler pour évaluer et évoluer.

B Assurer un suivi pour s'adapter aux évolutions et ne pas les subir

Cette stratégie doit se développer dans le temps pour impacter positivement l'évolution dynamique de l'Escoutay et donc sa trajectoire géomorphologique.

Il est essentiel d'avoir des éléments de **contrôle** et d'**évaluation** (mesures, indices...) qui permettront d'affiner le plan de gestion et de le faire **évoluer** dans le cadre du processus-réponse liés aux réajustements suite aux crues morphogènes. Les actions de ce plan de gestion constitueront donc des **forçages anthropiques volontaires** pour accompagner la trajectoire géomorphologique de l'Escoutay.

C Synthèse

Les grands axes de gestion proposés, les actions et sous-actions sont synthétisés dans le Tableau 2. Chacun des grands axes de gestion fait l'objet d'une description détaillée dans les paragraphes suivants.

ORIENTATIONS DE GESTION – ACTIONS ET SOUS-ACTIONS DU PLAN DE GESTION		
Axes	Actions	Sous-actions
1. Favoriser la recharge sédimentaire et limiter l'incision	1.1 Favoriser la remobilisation des structures alluvionnaires	Maintenir mobiles les structures alluvionnaires de stades 1 et 2
		Travailler les structures alluvionnaires de stade 3 entre Alba-la-Romaine et Saint-Thomé
	1.2 Favoriser la contribution sédimentaire par les affluents	Travailler les structures alluvionnaires de la Nègue et du Dardaillon
		Maintenir les cônes alluviaux de la Nègue et du Salauzon fonctionnels
		Opérations ciblées de couplage sédimentaire par reconnexion versant-lit
1.3 Limiter les problèmes d'incision	Réactiver le Téoulemale en travaillant les perturbateurs anthropiques (seuils)	
		Gérer le profil en long
2. Accompagner le transit sédimentaire	2.1 Éviter la fixation de la charge solide	Limiter les embâcles en lit favorisant les accrétions
		Plan de gestion des structures alluvionnaires
	2.2 Accompagner la bande active de stockage	Favoriser un chenal préférentiel dans la bande active de stockage
		Limiter la rétraction de la bande active de stockage
		Gérer les sources sédimentaires exceptionnellement mobilisables
	Gérer les ponts de la bande active de stockage	
3. Protéger les secteurs sensibles	3.1 Faciliter les écoulements liquides et solides, limiter l'érosion, lisser l'incision	Focus sur Alba-la-Romaine
		Focus sur le pont romain à Viviers
		Focus sur le méandre de Saint-Alban
		Focus sur la RD107 en aval du pont de La Vergne
	3.2 Éviter le contournement d'un ouvrage d'art	Focus sur le pont Marquet à Saint-Thomé
4. Contrôler pour évaluer, évaluer pour évoluer	4.1 Continuer l'exploration du bassin versant de l'Escoutay	Rechercher des réservoirs sédimentaires à activer
		Suivi du débit liquide de l'Escoutay (jaugeage)
	4.2 Mettre en place un suivi dynamique	Suivi du transport solide
		Suivi de l'incision
		Suivi de la bande active de stockage
	Suivi de la recharge sédimentaire	
5. S'approprier les cours d'eau	5.1 Une meilleure appropriation par la connaissance	Formation du personnel du SMBEF
		Conférence de l'eau
	5.2 S'approprier la gestion des cours d'eau	Réaliser une plaquette de communication à destination des riverains

Tableau 2 : Orientations de gestion du bassin versant de l'Escoutay

4.2 AXE 1 : Favoriser la recharge sédimentaire et limiter l'incision

Pour favoriser la recharge sédimentaire (au sens de Landon *et al.*, 1999) d'un bassin versant déficitaire, les actions consistent à :

La recharge sédimentaire

La recharge sédimentaire concerne les cours d'eau dysfonctionnant (métamorphose climatique et/ou anthropique au sens de Bravard, 1989) qui sont affectés par un tarissement sédimentaire se manifestant par une incision du lit plus ou moins prononcée.

Il s'agit ainsi de travailler le stock alluvial mais également le couplage sédimentaire (au sens d'Harvey, 2001) entre les versants et les lits fluviaux les contributeurs sédimentaires, ou encore la mobilité latérale du cours d'eau.

Ainsi, les sources sédimentaires « activables » sont les structures alluvionnaires, les transferts-réinjections de matériaux prélevés dans les tronçons de lit s'exhaussant, les matériaux stockés par des seuils, les érosions de berge, les éboulis de versant, l'érosion des versants non boisés, les affluents, des bras pouvant fournir des matériaux...

Certains apports exogènes peuvent compléter ces interventions (matériaux de déroctage, matériaux de carrière...).

Les techniques d'injection (ou de réinjection en lit) permettent d'effectuer de la recharge adaptée aux problématiques locales (incision, érosion...)

- **Récupérer des matériaux** dans des réservoirs sédimentaires qui deviennent alors des sources sédimentaires (ces réservoirs sédimentaires peuvent être naturels comme les structures alluvionnaires ou anthropiques comme les remous régressifs solides des seuils) ;

- **Apporter des matériaux** exogènes, comme des matériaux de déroctage (*e.g.* tunnel du Boulc, 30 000 m³ injectés dans le Bez (Landon, 2007), verse de Pierrellys, 10 000 m³ de matériaux de déroctage de falaise qui vont être injectés dans l'Aude suite à l'étude menée par HYDRETUDES en 2015 ou encore 10 000 m³ de matériaux de carrière dans le même cadre).

Ces actions tout-azimut, c'est-à-dire diverses et utilisant tous les moyens à notre disposition, ont pour but de mobiliser un maximum de matériaux et de les réinjecter (ou les injecter) en lit en amont ou directement dans les endroits les plus impactés par les dysfonctionnements de la fourniture sédimentaire (*cf.* Encart 5).

Encart 5 : La recharge sédimentaire

Dans le cas du bassin versant de l'Escoutay, les ressources sédimentaires à renforcer ou à mobiliser sont les suivantes :

- Les structures alluvionnaires présentes en lit (à favoriser) ;
- Les apports par les contributeurs sédimentaires (à favoriser) ;
- Éventuellement, des apports exogènes granulo-compatibles (*i.e.* dont la granulométrie est compatible avec les besoins de l'Escoutay pour satisfaire la charge grossière et la vie aquatique).

A ACTION 1 : FAVORISER LA REMOBILISATION DES STRUCTURES ALLUVIONNAIRES

La gestion des structures alluvionnaires passe par la mise en place d'un plan spécifique de gestion de ces structures.

Cette action doit se faire en évitant notamment que les structures alluvionnaires actuellement mobiles ne se végétalisent et se fixent, empêchant ainsi le cours d'eau de les remobiliser lors des crues morphogènes. Ce travail classique consiste donc à éviter le développement d'une végétation arbustive entre deux crues morphogènes ou qu'une armure (couche superficielle) ne soit fossilisée ou cimentée notamment par des matériaux fins.

Cette action prendra en compte :

- Préférentiellement les structures alluvionnaires latérales et centrales jusqu'au stade d'évolution fluvio-sylvigénétique 2 (SL2 et SC2 – stade d'adolescence), ce qui concerne 62% des structures présentes en lit pour un volume total potentiellement remobilisable de **381 117 m³**. Cette action constitue le travail de base ;
- Éventuellement, les structures alluvionnaires de niveau 3 (SL3 et SC3) présentant une strate arbustive (stade adulte), ce qui correspond à 32 % des structures et à un volume de **197 493 m³**. Il s'agit d'une action complémentaire pour éviter la déconnexion de ces structures et/ou une fermeture de la bande active.

L'action passe également par certains travaux (qui ne concernent pas le traitement de la végétation) qui favoriseront la **mobilité des matériaux** lors des crues morphogènes. Ces travaux peuvent être de plusieurs types : déstabilisation de l'armure (couche superficielle), scarification, chenalisation avec bras de rabattement, création d'une chute alluviale, dérasement...

Pour certaines structures alluvionnaires, on utilisera une technique plus directe pour remobiliser les matériaux. En effet, elles seront arasées mécaniquement et les matériaux réinjectés (ou transférés-réinjectés). Cette action de forçage sédimentaire réalisée notamment en amont de zones incisées devrait permettre de recharger.

Il est à noter qu'il ne s'agit pas d'intervenir sur toutes les structures alluvionnaires de manière systématique, mais de :

- Suivre ces structures alluvionnaires et contrôler leur état de liberté (*i.e.* de mobilité potentielle en cas de crue morphogène) ;
- Intervenir entre deux crues sur les structures qui ont tendance à se végétaliser. En effet, la période entre deux crues morphogènes peut être longue (plusieurs années) et ainsi favoriser la colonisation de ces structures par des espèces pionnières (saules pourpres et drapés, peupliers...) à la croissance rapide et au fort pouvoir de fixation du fait de leur système racinaire.

B ACTION 2 : FAVORISER LA CONTRIBUTION SÉDIMENTAIRE PAR LES AFFLUENTS

Suivant leur position dans le bassin versant et surtout la lithologie, les affluents contribuent plus ou moins à la fourniture sédimentaire de l'Escoutay. Le diagnostic hydromorphologique a mis en avant deux catégories de contributeurs sédimentaires. Les éléments présentés ci-après indiquent par type de contributeur, les mesures à prendre pour favoriser le transfert de la charge solide de ces contributeurs vers l'Escoutay.

❖ *Les « torrents basaltiques », contributeurs de rive gauche*

Ce sont de **faibles contributeurs** malgré leur caractère torrentiel. Ils produisent moins de matériaux que les contributeurs de la seconde catégorie, car ils s'écoulent dans des roches plus dures et donc difficiles à éroder et à transporter. De plus, des seuils sont présents et contribuent à retenir la charge solide (ou tout au moins une partie de cette charge) dans le contributeur au détriment de l'Escoutay.

On pourrait alors récupérer certains matériaux piégés dans les seuils, mais les volumes concernés ne sont pas à l'échelle des besoins en volume suite au tarissement sédimentaire. Cette opération serait par ailleurs complexe et coûteuse au vu de la localisation de ces seuils (accès, distance au point de réinjection...).

En revanche, l'**effacement des seuils** pourrait constituer un travail intéressant pour renforcer la contribution sédimentaire dans un second temps en renaturant le transport solide. Toutefois, le seul contributeur potentiellement intéressant pour une telle action est le Téoulemale.

❖ *Les « rivières torrentielles calcaires », contributeurs de rive droite*

Ce sont les **contributeurs majeurs**, en particulier la Nègue et son affluent le Dardaillon. Moins puissants que les torrents de rive gauche (ce sont des rivières torrentielles dont la pente voisine le 1%), ils érodent des roches essentiellement calcaires qui fournissent des matériaux granulométriquement intéressants. De plus, leur position en amont de la bande active de stockage soutient la recharge sédimentaire de cette dernière.

Il est donc pertinent d'engager un travail sur le long terme passant par plusieurs points favorisant et/ou accompagnant le transit sédimentaire :

- Travailler les **structures alluvionnaires** à l'identique du plan de gestion des structures de l'Escoutay (Nègue = 40 125 m³ sur 8,5 km et Dardaillon = 12 830 m³ pour 3,5 km, soit des ratios kilométriques respectivement de \approx 4 700 m³ et 3 700 m³), pour assurer une bonne mobilité des matériaux vers l'Escoutay (en particulier les structures de la partie distale) ;
- Maintenir les **exutoires fonctionnels** (confluences Salauzon-Escoutay et Nègue-Escoutay) et y favoriser le transit des matériaux des contributeurs ;
- Éventuellement (dans un deuxième temps), améliorer le **couplage sédimentaire** pour favoriser la charge solide (déboisement ciblé, mobilité latérale...) dans des secteurs sans enjeu. Cette action nécessite une reconnaissance des zones potentiellement intéressantes.

C ACTION 3 : LIMITER LES PROBLÈMES D'INCISION

Cette action spécifique passe notamment par la gestion du profil en long de l'Escoutay. Il s'agit dans les secteurs incisés et en fonction du suivi dynamique de réinjecter des matériaux, afin de lisser l'incision.

Les matériaux proviendront directement de l'Escoutay par transfert-réinjection. Les matériaux potentiellement mobilisables pourraient être (en fonction des différentes actions menées) :

- Matériaux mobilisés par forçage sédimentaire (*cf.* §A) ;
- Matériaux issus de la matérialisation d'un nouveau chenal (*cf.* § travailler spécifiquement la bande active de stockage, *infra*) ;
- Matériaux de zones s'exhaussant, provenant du travail dans la bande active de stockage, voire de zones s'exhaussant déterminées dans le cadre du suivi dynamique ;
- Matériaux issus du piège à sédiments de la Compagnie Nationale du Rhône (le cas échéant si ce dernier était remis en fonction).

4.3 AXE 2 : Accompagner le transit sédimentaire

L'Axe 2 préconisant un accompagnement du transit sédimentaire intègre trois éléments majeurs détaillés plus précisément ci-après :

- Éviter la fixation de la charge solide présente en lit dans des réservoirs sédimentaires (structure alluvionnaire, seuil...), c'est donc un travail à mener de manière permanente (*i.e.* sur le long terme) ;
- Favoriser et accompagner le transfert cohérent de la charge grossière vers l'aval. Il s'agit d'intervenir sur les points de blocage éventuels ;
- Accompagner la bande active de stockage (aval de Saint-Thomé), notamment au niveau des ponts qui limitent le transit sédimentaire.

A ACTION 1 : ÉVITER LA FIXATION DE LA CHARGE SOLIDE

❖ Limiter les embâcles en lit

Les embâcles, double perturbateur

L'embâcle est un amas de matériaux en lit transportés par le cours d'eau et déposés soit en récession de crue par perte de compétence au transport, soit par blocage sur un obstacle (atterrissement...). Les embâcles sont généralement composés d'un mélange de matériaux charriés (alluvions...) et flottés (bois, feuilles, déchets...).

Lorsque le cours d'eau ne peut plus transporter sa charge grossière (lorsqu'il y a par exemple une rupture de pente), il la dépose en lit. Les dépôts ainsi générés se chargent en embâcles, obstruant partiellement, voire totalement, le lit.

Le cours d'eau peut alors se désaxer et changer de lit en se créant un nouveau tracé par érosion pour contourner l'obstacle qu'il s'est créé.

Les embâcles perturbent le fonctionnement du cours d'eau :

- Ce sont des **perturbateurs hydrauliques** car ils modifient la ligne d'eau en la réhaussant et peuvent ainsi engendrer des débordements plus ou moins importants ;
- Ce sont des **perturbateurs hydromorphologiques et sédimentaires** du fait de la modification des courants qu'ils engendrent. Ils initient ainsi des érosions de berge, des défluviations, voire des avulsions* (*cf.* Encart 6), et la génération de nouvelles structures alluvionnaires localisées par rétrogradation.

Dans le cas du bassin versant de l'Escoutay, les embâcles contribuent à fixer la charge solide transitant, en favorisant les dépôts. Ils sont également par endroit de bons indicateurs des accrétions en lit suite aux crues. Il convient donc de retirer du lit les embâcles susceptibles de limiter le transfert de la charge solide.

bâcles susceptibles de limiter le transfert de la charge solide.

Pour ce faire, un repérage des embâcles à partir de l'orthophotographie issue d'un passage drone et leur classement en fonction d'une typologie préétablie seront dans un premier temps nécessaires. La typologie des embâcles regroupe quatre classes fonction du niveau de perturbation de l'embâcle (de très limité à très fort). Pour les parties du bassin versant non levé par drone, l'identification et la hiérarchisation des embâcles seront réalisées par reconnaissance de terrain dans les zones préférentielles de stockage d'embâcles.

La stratégie de suivi et d'intervention sera ensuite déterminée en fonction du classement de chaque embâcle (*e.g.* retirer les embâcles de type 3 et 4, à niveau de perturbation important à très important, c'est à dire impactant le fonctionnement hydraulique et sédimentaire de l'Escoutay).

La mise en place d'un **suivi dynamique** par orthophotographie (à l'instar des levés par drone réalisés en 2016 dans le cadre de la présente mission) régulier, c'est-à-dire après chaque crue morphogène, couplé à une inspection rapide mais précise dans les tronçons plus amont, permettra :

Encart 6 : Les embâcles

- Après chaque crue morphogène susceptible de générer une masse d'embâcles, d'avoir une vision précise de l'embâclage du lit, et ainsi d'affiner la stratégie de suivi à mettre en œuvre en particulier sur les reconnaissances de terrain ;
- De connaître les zones de piégeage préférentiel des embâcles en lit ;
- De déterminer une stratégie de gestion sur certains points ou secteurs régulièrement affectés par le processus d'embâclage (amélioration du transit par façonnage du lit, création d'un piège à embâcles, travail de la végétation en amont pour limiter l'embâclage...) ;
- De traiter les embâcles ayant un impact réel (niveau 3 et 4) et de suivre les embâcles (ou éventuels noyaux originels de futurs embâcles) sans incidence importante (niveau 1 et 2).

La Figure 1 illustre la méthodologie d'identification et de hiérarchisation des embâcles réalisée par HYDRETUDES sur le Verdon à partir de l'orthophotographie.

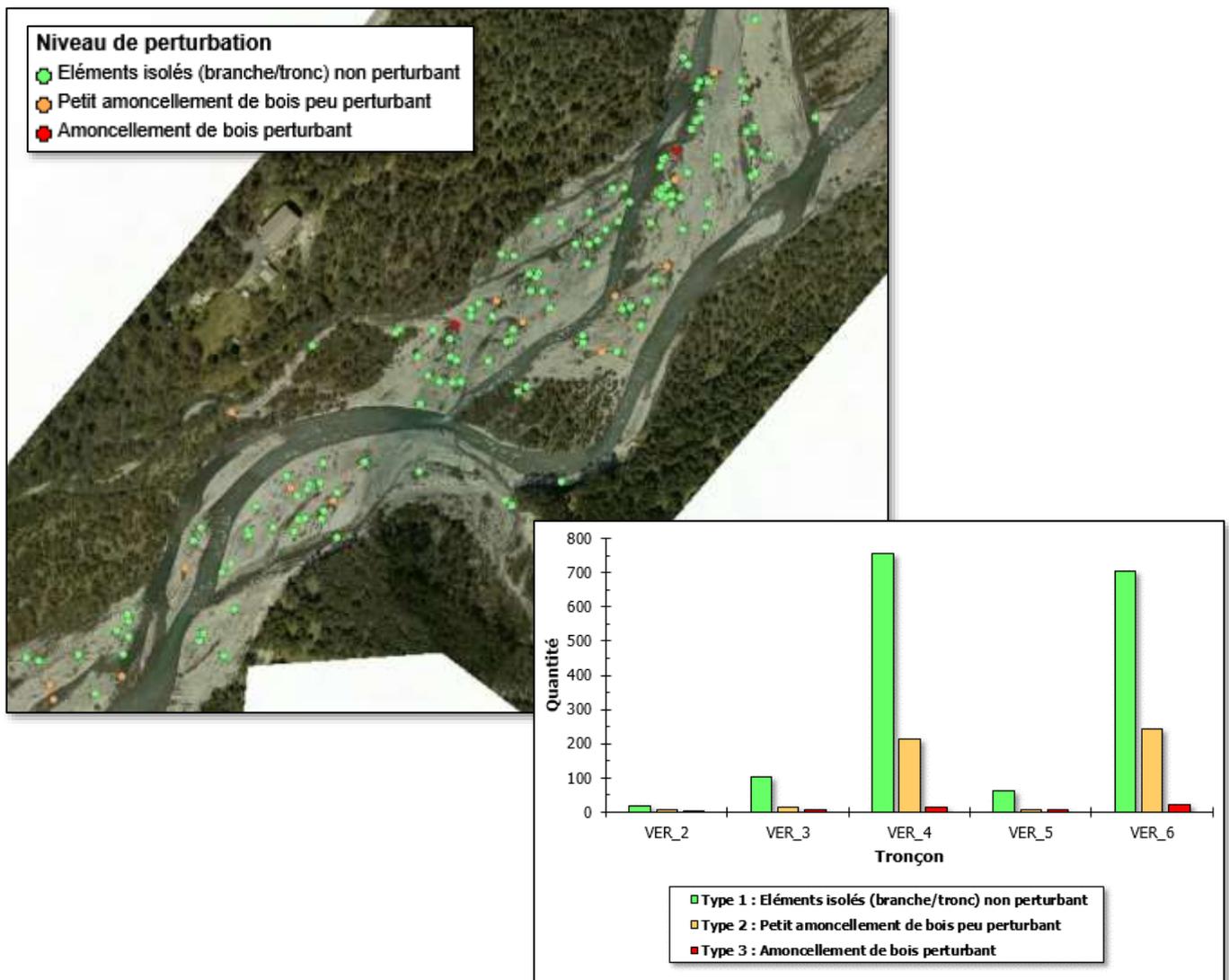


Figure 1 : Exemple de relevé et de classification d'embâcles sur le Verdon (Hydrétudes, 2017)

❖ *Plan de gestion des structures alluvionnaires*

En complément du plan de remobilisation des structures alluvionnaires présenté précédemment, il est nécessaire de développer un plan de gestion de ces structures pour les maintenir remobilisables.

Ce plan sera basé sur la typologie des stades d'évolution fluvio-sylvigénétiques (fonction de la position en lit de la structure, de son niveau de végétalisation, donc basé sur les capacités de remobilisation par le cours d'eau des différentes structures) des structures alluvionnaires et préconisera les interventions à réaliser.

Ces interventions se feront en fonction d'une typologie des travaux d'entretien des structures alluvionnaires développée par HYDRETTUDES.

Les structures ayant fait l'objet de forçage sédimentaire, c'est-à-dire d'opérations de réinjection ou de transfert-réinjection verront ces actions se continuer dans le cadre de l'entretien.

Les actions d'entretien se feront après chaque crue morphogène après une phase d'état des lieux (orthophotographie pour le tronçon ESC_4 et visite de terrain pour les autres). Ainsi, ce volet du plan de gestion sera directement actualisé et suivi par le SMBEF.

B ACTION 2 : ACCOMPAGNER LA BANDE ACTIVE DE STOCKAGE

❖ *Favoriser le fonctionnement et l'évolution du chenal principal dans la bande active de stockage*

Étant donné que l'Escoutay ne tresse pas, mais présente une bande active large en aval de Saint-Thomé (ESC_4), il est nécessaire de gérer le lit en lui délimitant un **chenal principal** dans les tronçons où :

- Le cours d'eau a du mal à définir seul un chenal permettant de faire passer les écoulements liquides en étiage et les écoulements liquides et solides en crue ;
- Un obstacle (ouvrage d'art) perturbe la dynamique ;
- Un enjeu est à prendre en compte (intérêt général, y/c intérêt hydromorphologique type risque de défluviation, cf. Encart 3).

Dépôt-obstruction-défluviation

Lorsque le cours d'eau ne peut plus transporter sa charge grossière (lorsqu'il y a par exemple une rupture de pente) et qu'il la dépose en lit, ou lorsque des embâcles bloquent partiellement (voire totalement) son lit, le cours d'eau va se désaxer et changer de cours en se créant un nouveau tracé par érosion pour contourner l'obstacle qu'il s'est créé.

On appelle ce changement de lit une défluviation (ou une avulsion). Il peut alors se créer un bras de décharge, voire un nouveau tracé du chenal principal.

Encart 7 : Dépôt-obstruction-défluviation

En effet, il est important que le cours d'eau puisse garder une direction principale sans trop méandrer. Cela lui permet d'être le plus proche possible de la pente générale de la vallée et donc d'avoir une compétence au transport solide optimale. Dans le cas contraire, le lit s'encombre et le cours d'eau s'avulse (cf. Encart 7).

Cette situation particulière peut être générée par les éléments suivants :

- Une baisse notable de la pente qui favorise l'accrétion et *in fine* l'obstruction du lit par dépôt et peignage des embâcles avec un méandrage à la clé ;
- Une obstruction par des embâcles de bois.

Ainsi, le lit divague et se déplace risquant de menacer les enjeux. De plus, le lit présente plusieurs perturbateurs anthropiques (pont Marquet, pont Romain, pont de la RD 86, pont de la SNCF, passerelle de la Moutte) affectant plus ou moins fortement le transport solide et pouvant ainsi modifier le tracé du chenal principal de l'Escoutay.

Le pont Romain à Viviers constitue le principal perturbateur qui influe fortement le tracé de l'Escoutay. En effet, sa masse en lit et son système d'arches (10 arches et donc 11 piles en lit !) favorisent l'accrétion

des matériaux et le peignage des embâcles. Il s'agira d'un point à surveiller qui nécessitera certainement des interventions après chaque crue morphogène.



Figure 2 : Cartes postales anciennes du pont Romain montrant sa masse imposante

Le travail de création et d'entretien (post-crue morphogène) d'un chenal à certains endroits est un travail de **façonnage du lit** pour éviter des avulsions menaçant les infrastructures ou conduisant à favoriser l'inondabilité ou encore déportant le lit vers les marges de sa bande active.

Il s'agit ainsi de **travailler un chenal unique** au gabarit d'un niveau de crue à préciser (Q_2 ou Q_5). Ainsi, lorsque le chenal principal arrivera à une zone qui constitue un point d'inflexion notable de la pente, il sera complété par des bras diachrones pour éviter une divagation du chenal principal. Ces bras seront positionnés aux points d'inflexion potentiels (notamment les baisses notables de pente) favorisant la défluviation pour limiter les phénomènes de dépôt-obstruction-défluviation (*cf.* Encart 7) en guidant le cours d'eau.

Il est à noter que cette opération pourrait conduire à disposer d'un reliquat de matériaux potentiellement réinjectables dans des zones incisées.

❖ Gérer les réservoirs sédimentaires difficilement remobilisables

Glacis de guidage

Cette technique consiste à créer des monticules de matériaux alluvionnaires pris en long aux formes allongées dans la bande active. Ces glacis ont une forme transversale bombée et des pentes douces (en glacis).

Positionnés correctement dans la bande active, ils ont une double action : (1) ils guident les flots en crue et (2) peuvent être partiellement remobilisés par le cours d'eau.

Si c'est nécessaire, après une crue fortement morphogène, ils peuvent être rechargés pour garder leur efficacité lors de la crue suivante.

Généralement, ils sont associés à d'autres travaux : réalisation d'un chenal principal et de bras diachrones, réalisation de goulottes de guidage des eaux...

Cette sous-action consiste à retirer de la bande active de stockage les matériaux excédentaires bloqués qui pourraient s'engraisser en favorisant l'accrétion de matériaux et/ou en peignant des embâcles. Cette situation limiterait ainsi l'efficacité du transit sédimentaire et générerait érosion, défluviation, sur-inondabilité...

Toutefois, ces matériaux constituent dans l'absolu des **sources sédimentaires** potentielles, mais sont en réalité difficilement remobilisables. Ces matériaux seraient alors traités mécaniquement et réutilisés dans le contexte de l'Escoutay que l'on connaît.

Cette sous-action est à double détente :

- Dans un premier temps, lors de l'aménagement du nouveau chenal, les matériaux seraient soit utilisés pour façonner le lit (*i.e.* en créant des glacis de guidage, *cf.* Encart 8), soit réinjectés ;

Encart 8 : Glacis de guidage

- Dans un second temps (après chaque crue morphogène), une investigation serait réalisée, afin de déterminer les zones à traiter et les volumes à réinjecter ou à intégrer au travail du lit.



Figure 3 : Glacis de guidage d'un chenal aménagés dans la bande active du gave de Pau (Hydrétudes, 2013-2014)

❖ Limiter la rétraction de la bande active

Évolution de la bande active

La bande active d'un cours d'eau passe par différents stades d'évolution : expansion, contraction ou stabilité. On parle alors de respiration de la bande active (Piégay *et al.*, 2003).

L'évolution de la bande est sous contrôle à la fois de la fourniture sédimentaire et des crues morphogènes. L'évolution s'effectue donc à deux échelles de temps emboîtées :

Évolution évènementielle (court et moyen termes) liée aux conditions hydrologiques : la bande active s'élargit après une crue morphogène et a tendance à se rétracter lors des périodes de calme hydrologique entre deux crues, du fait du développement de la végétation (Piégay *et al.*, 2003)

Évolution tendancielle (moyen et long termes) liée aux conditions hydroclimatiques : lorsque la fourniture sédimentaire diminue, la bande active se contracte et le cours d'eau s'incise (Leduc, 2013).

La réversibilité de l'évolution évènementielle est forte à la différence de celle de l'évolution tendancielle. Le forçage anthropique vient perturber ces cycles en favorisant la rétraction des bandes actives (Flez & Garitte, 2006).

Pour limiter la rétraction de la bande active de l'Escoutay, on travaillera la végétation. En effet, la rétraction de la bande active à court terme (évolution évènementielle, *cf.* Encart 9) est liée à la végétalisation des marges de la bande active, voire de certaines parties internes (points hauts...).

Cette végétalisation réduit la bande active notablement et constitue un élément majeur pour la fourniture d'embâcles. Ces embâcles sont des perturbateurs hydrauliques et sédimentaires (*cf.* Encart 6) et peuvent ainsi contribuer à :

- Modifier le chenal principal par dépôt-obstruction-défluviation (*cf.* Encart 7) et ainsi à favoriser son avulsion ;
- Encombrer la bande active et favoriser les accrétions de matériaux en crue ;
- Générer par endroit l'élévation de la lame d'eau et augmenter ainsi l'inondabilité.

Il est à noter que cette opération pourrait conduire à disposer d'un reliquat de matériaux que l'on pourrait alors réinjecter dans des zones incisées à proximité de la bande active de stockage ou dans cette dernière.

Encart 9 : L'évolution de la bande active

❖ *Gérer les ponts situés dans la bande active de stockage*

La bande active de stockage comprend quatre ponts gérés par divers intervenants : le pont Romain, le pont de la RD86, le pont de la SNCF et la passerelle de la Moutte.



Figure 4 : Pont de la RD 86, radier généralisé aménagé pour lutter contre l'effet de l'incision du lit sur les appuis de l'ouvrage (piles et culées)



Figure 5 : Vue générale du pont de la SNCF (à gauche) et érosion de berge au contact de la culée du pont côté rive gauche



Figure 6 : Passerelle de la Moutte, état des appuis déstructurés (semelle béton affouillée et partiellement ruinée, palée d'appuis tordue sur la photo de droite...). Des travaux de réparation ont été réalisés récemment.

Ces différents ouvrages d'art ont une influence plus ou moins marquée sur les écoulements et le transport solide. De plus, étant donné le travail de façonnage du lit de l'Escoutay dans la bande active de stockage prévu dans le cadre du plan de gestion, il est nécessaire de prendre des précautions spécifiques et de prévenir les gestionnaires de ces différents ouvrages.

Le pont le plus impactant sédimentairement est le pont Romain qui fera l'objet d'une fiche-action spécifique car c'est un point de dégradation important du transport solide dans la bande active de stockage.

Les autres ouvrages subissent des érosions de berges et un risque d'affouillement de leurs appuis, l'ouvrage le plus impacté est la passerelle de la Moutte qui a été réparée. Cet ouvrage est à surveiller régulièrement.

ÉTAT DES OUVRAGES D'ART DANS LA BANDE ACTIVE DE STOCKAGE À VIVIERS			
Ouvrage d'art	Désordre(s) engendré(s) sur le transport solide	Désordre(s) subi(s) suite aux crues morphogènes	Observations
Pont Romain	Impact important (aggradation, défluviation...)	Érosion de berge coté C0 Affouillement d'appuis ?	Inspection à mettre en œuvre pour connaître son état général et éventuellement intervenir
Pont RD 86	Impact faible		Radier généralisé
Pont SNCF	Impact faible	Érosion de berge Affouillement d'appuis ?	Radier partiel
Passerelle de la Moutte	Impact modéré	Affouillement des semelles, travaux de réparation effectués en août 2016	Vérifications de la structure à réaliser en urgence (état général, calcul de charge, état des appuis...)

Tableau 3 : État des ouvrages d'art présents dans la bande active de stockage de l'Escoutay à Viviers

4.4 AXE 3 : Protéger les secteurs sensibles

A ACTION 1 : FACILITER LES ÉCOULEMENTS LIQUIDES ET SOLIDES, LIMITER L'ÉROSION ET LISSER L'INCISION

❖ *Alba-la-Romaine*

Le secteur d'Alba-la-Romaine est affecté par de l'incision et de l'érosion. Le lit s'écoule d'ailleurs directement sur les marnes sur un linéaire de 400 mètres. Les deux ponts présents (pont de la Calade en amont et pont de la Roche en aval) impactent le transport solide et favorisent les accrétions. Cette situation est liée aux élargissements de section effectués lors de la construction de ces ouvrages d'art, censées permettre aux flux de passer en crue. L'idée étant alors de compenser les pertes de section liées à la présence des appuis en lit (culées et piles). Les dépôts générés par la présence de ces ouvrages d'art ont ainsi tendance à se végétaliser.

Il s'agit ainsi de façonner le lit pour favoriser les écoulements (en étiage et en crue), notamment au niveau des deux ponts :

- En favorisant un chenal d'étiage ;
- En permettant un fonctionnement plus aisé, notamment au début des crues et une remobilisation des structures alluvionnaires en lit ;
- En favorisant ainsi le passage de la charge solide au niveau des deux ouvrages d'art ;
- En évitant la fermeture de la bande active par végétalisation (marges et surtout intérieur) ;
- En limitant l'érosion, notamment au niveau du pont de la Calade côté rive droite.



Figure 7 : Érosion de berge en aval du pont de la Calade (flèche jaune) (à gauche) et érosion côté culée C5 (gros plan correspondant au cadre jaune de la photo de gauche) (à droite)



Figure 8 : Érosion de berge en aval du pont de la Calade suite à la crue de septembre 2015

❖ Pont Romain à Viviers

Le pont Romain date du II^{ème} siècle après JC et a été plusieurs fois remanié (e.g. 4 arches initiales ont été remplacées par 2 arches de plus grande ouverture côté rive gauche). Cet ouvrage fait 107,80 mètres de longueur et possède 11 travées dont l'ouverture varie entre 4,50 et 6,40 mètres. Ce pont massif en maçonnerie a donc un impact important sur les écoulements et favorise ainsi les dépôts de matériaux. Il constitue un point de dégradation du fonctionnement sédimentaire de l'Escoutay et devra en conséquence faire l'objet d'interventions régulières en post-crue.

Des actions de surveillance, de suivi et de gestion sont donc à déterminer, de telle sorte qu'un façonnage du lit permette un meilleur fonctionnement dynamique. En effet, ces travées sont susceptibles de s'obstruer (accrétions et peignage d'embâcles) et de générer ainsi un déplacement de chenal (avulsion locale) avec incision en aval et érosion de berge.

De plus, le pont Romain présente une érosion importante en rive gauche. En effet, le lit est décalé (du fait de la présence d'un atterrissement de fort volume devant le pont) vers sa rive gauche et passe par les deux premières travées. L'érosion présente pourrait conduire *in fine* à une atteinte de la culée C0, voire à un contournement de l'ouvrage. Il est donc nécessaire de prendre des mesures pour pallier cette situation.



Figure 9 : Vue du pont Romain depuis la rive gauche. On note l'érosion de berge et l'atterrissement favorisant le déport vers la berge de rive gauche.

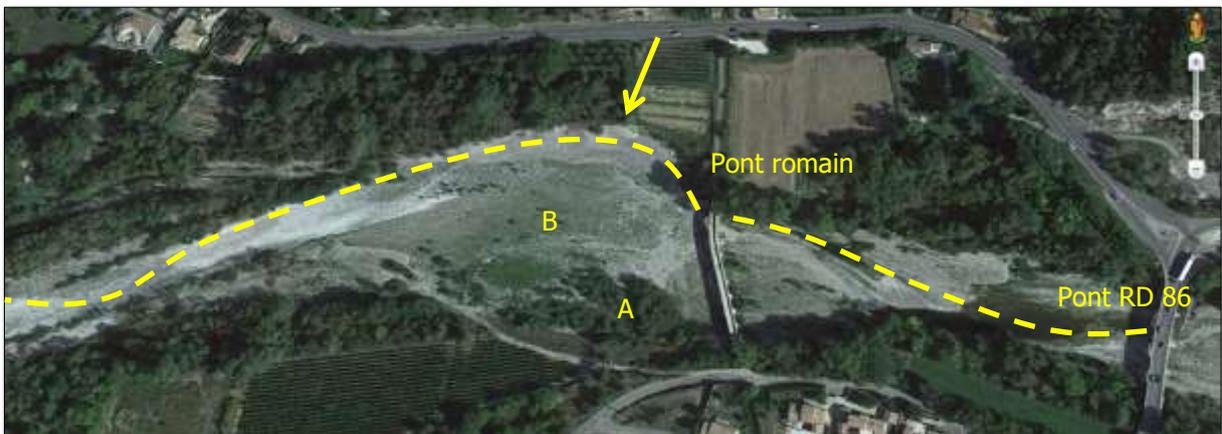


Figure 10 : Vue du pont romain. L'érosion de rive gauche (flèche) et le méandrage sont bien visibles (l'axe du chenal est matérialisé par les tirets jaunes). A : partie de la bande active végétalisée et B : atterrissement de fort volume déportant le lit vers la culée C0. À noter également l'élargissement de section effectué pour compenser le « poids hydraulique » de l'ouvrage.

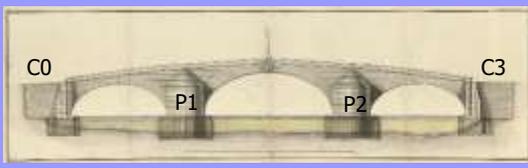
B ACTION 2 : ÉVITER LE CONTOURNEMENT D'UN OUVRAGE

❖ Pont Marquet ou passerelle rouge (pont submersible de Saint-Thomé)

Codification des appuis d'un pont

Pour codifier les appuis d'un pont, on regarde l'ouvrage depuis l'amont :

- La culée de rive gauche est la culée C0
- Les piles sont notées P et numérotée de la gauche vers la droite (P1, P2, etc...)
- La culée de rive droite est notée Cx, avec x=1 s'il l'ouvrage ne comporte pas de pile, et x+1, x étant le numéro de la dernière pile avant la culée dans le cas où le pont comprend au moins une pile.



Encart 10 : La codification des appuis des ponts

Ce pont submersible est constitué d'une culée de rive gauche avec parement en maçonnerie de moellons, de trois travées délimitées par deux piles béton trapézoïdales et d'une culée béton, supportant un tablier béton dont les garde-corps ont été retirés pour limiter le risque d'embâclage en crue.

Cet ouvrage a vocation à être submergé en crue, les ponts submersibles sont légion dans les cours d'eau sujets aux crues cévenoles et supportent souvent les routes départementales et communales.

La culée C0 (cf. Encart 10) de rive gauche de cet ouvrage s'appuie directement sur la roche (calcaire), tandis que celle opposée est construite dans des matériaux alluvionnaires. Les piles semblent fondées sur le rocher.

Le pont Marquet est placé dans une zone de désaxement du lit mineur, l'Escoutay venant buter contre

le calcaire affleurant en rive gauche. Il effectue ensuite un méandre guidé par la roche en passant sous le pont.

Pour améliorer le fonctionnement de cet ouvrage (qu'il convient comme tout ouvrage d'art de faire inspecter régulièrement), il serait nécessaire de :

- Aménager un **entonnement de la culée** pour éviter des dégâts, voire le contournement de l'ouvrage ;
- Surveiller l'ouvrage après chaque crue morphogène (en plus des inspections régulières) et travailler (le cas échéant) le lit en **libérant les travées en cas d'engrèvement**. Cet engrèvement étant quasi systématique du fait de la présence de l'ouvrage et de la conformation du lit à cet endroit avec désaxement. L'accrétion des matériaux s'effectuant en position d'intrados.



Figure 11 : Vue depuis l'aval du pont Marquet. Travaux de libération de la travée T3 (à gauche) et de retalutage de la berge (à droite)

4.5 AXE 4 : Contrôler pour évaluer, évaluer pour évoluer

L'objectif de l'Axe 4 est double. Il s'agit d'**améliorer les connaissances** de la trajectoire géomorphologique de l'Escoutay et de **mesurer l'impact** des interventions et actions engagées dans le cadre du plan de gestion.

Il s'agit d'un **axe métrologique**, c'est-à-dire qu'il consiste à réaliser des mesures pour suivre et mieux comprendre le fonctionnement du cours d'eau et les réponses (*i.e.* les réajustements) qui s'initient suite aux actions engagées.

Cet axe est primordial et fait suite au point zéro constitué par la phase 1 de la mission (diagnostic hydromorphologique).

A ACTION 1 : CONTINUER L'EXPLORATION DU BASSIN DE L'ESCOUTAY

Des éléments de connaissance manquent, il serait souhaitable de les acquérir dans le futur pour affiner le plan de gestion, voire proposer de nouvelles interventions pertinentes.

En effet, les actions les plus importantes à mener sont des actions de type processus-réponse (*i.e.* action-réaction). Or, le cours d'eau a un temps de réaction long, voire très long, compte tenu des linéaires impactés (Knighton, 1984 a précisé que la réponse dynamique (réajustements) aux forçages externes au cours d'eau comme le forçage climatique est bien au-delà du siècle lorsqu'il impacte la pente d'un tronçon).

Ainsi, diverses petites études (sous la forme de stages étudiants de niveau M1 par exemple) pourraient compléter la connaissance du bassin versant de l'Escoutay :

- La recherche de **réservoirs sédimentaires** sur le bassin qui pourraient être activés et transformés en ressources sédimentaires ;
- Une meilleure connaissance du **couplage sédimentaire** (au sens de Harvey, 2001), notamment dans la partie haute du bassin et dans les affluents.

Par ailleurs, il serait également intéressant d'engager un **jaugeage de l'Escoutay** (stations hydrométriques avec hauteur et débit, campagnes de mesures de type pressiométrique...), afin d'obtenir de la donnée sur l'hydrologie du bassin versant, effectuer des courbes de tarage, vérifier les extrapolations réalisées dans le cadre du diagnostic hydromorphologique, et ainsi mieux appréhender le comportement hydrologique de l'Escoutay et la corrélation débit liquide et débit solide.

B ACTION 2 : METTRE EN PLACE UN SUIVI DYNAMIQUE EFFICACE SUR LE BASSIN

Le diagnostic hydromorphologique du bassin versant de l'Escoutay résulte de la confrontation entre une approche hydromorphologique et une approche calculatoire.

L'**approche hydromorphologique** est une approche par la recherche et l'analyse d'indices de terrain permettant la compréhension des phénomènes spatio-temporels. L'**approche calculatoire** est une approche basée sur des formules et/ou des codes numériques, dont les paramètres d'entrée ne sont pas toujours évidents à choisir et les domaines de validité pas toujours adaptés au cours d'eau.

La confrontation de ces deux types d'approche permet de mieux appréhender la trajectoire géomorphologique de l'Escoutay. Cette démarche reste toutefois au niveau de tendances. Le niveau de précision est inhérent au degré de précision des données collectables et collectées. Il est également difficile de trouver des formules et/ou des données adaptables strictement au cours d'eau étudié.

Ainsi, le **suivi métrologique**, c'est-à-dire le suivi dynamique « par la mesure », est un élément complémentaire à ces deux types d'approches. À titre d'exemple, la vitesse de propagation de la charge alluviale est très mal connue et est pourtant un élément très important pour la connaissance du transport solide (déplacement des matériaux, tri granulométrique...), et ce d'autant plus dans le contexte de déficit de fourniture sédimentaire que l'on connaît actuellement.

L'approche métrologique est donc pertinente et primordiale pour affiner la compréhension de l'évolution dynamique, et ainsi engager un suivi dynamique du cours d'eau, afin d'**évaluer l'impact des actions proposées dans le cadre du plan de gestion sur l'évolution dynamique, et éventuellement de préciser et ajuster dans le temps ces opérations.**

Ce suivi dynamique doit être **rustique**, c'est-à-dire simple à mettre en œuvre et à interpréter, et **robuste**, c'est-à-dire être fiable sur les données obtenues.

Ainsi, le Syndicat Mixte des Bassins versants de l'Escoutay et du Frayol pourra réaliser une partie des suivis proposés, moyennant une formation du personnel (interventions de terrain et exploitation des données collectées). Pour certain type de suivi, celui-ci devra être externalisé, dans la mesure où la technique de collecte des données ou l'exploitation nécessitent des appareils spécifiques coûteux (y compris en location) et/ou complexes à mettre en œuvre.

Les éléments du suivi dynamique proposé pour l'Escoutay sont présentés au Tableau 4.

ÉLÉMENTS DE SUIVI DYNAMIQUE PRÉCONISÉS POUR L'ESCOUTAY					
Éléments suivis	Type de suivi	Technique	Localisation	SMBEF	Objectifs – Intérêt – Méthodologie
Transport solide	Volume matériaux	Helley-Smith	Au droit des ponts d'Alba-la-Romaine, du pont de St-Thomé et du pont RD86		Mesurer la fraction charriée en crue pour affiner la connaissance de la capacité de charriage de l'Escoutay, et comparer les données avec l'approche calculatoire
	Granulométrie	Granulométrie en lit	Exutoire tronçons et affluents	✓	Analyser l'évolution du substrat du lit après chaque crue et l'aspect biogène du substrat
	Bilans de masse	Levé bathymétrique	ESC_2 à ESC_4		Affiner la compréhension du transport solide sur l'Escoutay Suivi d'une série de profils en travers espacés régulièrement Après chaque crue, réalisation d'un bilan par bief de cours d'eau consistant à déterminer la variation du stock sédimentaire sur la période (post-crue/2016). Le point zéro : profils en travers 2016
	Vitesse de propagation de la charge	Traçage pit-tags	ESC_3 et ESC_4	✓	Obtenir des informations sur le transfert des matériaux Mesurer la distance parcourue lors d'une crue par les matériaux du lit, évaluer plus précisément le temps de transit des matériaux et définir le tri granulométrique.
	Stock alluvial	Mesure au quintuple-décamètre	ESC_2 à ESC_4 hors bande active de stockage	✓	Évaluer l'évolution du stock alluvial (volume et degré de mobilité) Mesurer les dimensions (longueur, largeur de transect, hauteur par rapport au fil d'eau) de chaque structure alluvionnaire et définir leur stade d'évolution. Le point zéro : Analyse de 2016
Incision	Évolution verticale du lit	Levé bathymétrique	ESC_2 à ESC_4		Réaliser un profil en long post crue pour suivre l'évolution verticale du lit (comparaison avec 1991 et 2016), notamment dans les zones incisées (ESC_3 et ESC_4)
Bande active de stockage	Morphométrie	Drone et orthophoto	ESC_4		Comparer les orthophotos et les MNT suite à une crue permettant d'évaluer l'évolution de la bande active de stockage (expansion, stabilité, rétraction) et du stock alluvial. Le point zéro : Analyse 2016
	Stock alluvial	Drone et orthophoto			
Recharge sédimentaire	Granulométrie	Granulométrie en lit	Aval des points d'injection	✓	Évaluer l'impact des opérations de transferts-réinjection de matériaux sur le substrat du lit
	Colmatage	Sticks hypoxiques et/ou conductivité hydraulique		✓	
	Vitesse de propagation de la charge	Traçage pit-tags		✓	

Tableau 4 : Suivi dynamique préconisé pour l'Escoutay

4.6 AXE 5 : S'approprier les cours d'eau

Les pathologies du riverain

Cette approche humoristique regroupe et détaille trois éléments comportementaux face à la rivière qui font que les riverains se réfugient parfois dans un mode de pensée unique dont il est assez difficile de les faire sortir.

Le syndrome « **je connais Ma rivière, je sais quoi faire** » qui touche beaucoup de riverains, consiste à penser que parce qu'on vit au bord de la rivière depuis très longtemps on la connaît très bien.

Il est certain que beaucoup de ces riverains atteint de ce syndrome ont des connaissances empiriques locales intéressantes, mais souvent c'est :

- La vision globale qui leur fait défaut ;
- La méconnaissance du contexte géomorphologique général et de la trajectoire géomorphologique qui leur fait défaut ;
- Une vision qui intègre leurs seuls enjeux.

Ce syndrome se couple souvent avec une autre pathologie : l'**Alzheimer de rivière**, pathologie qui leur fait oublier un fonctionnement passé du cours d'eau, pensant qu'il ne se reproduira plus (*e.g.* on oublie la crue d'il y a 10 ou 20 ans pensant qu'elle ne pourra plus se produire parce qu'on a reconstruit depuis).

La dernière pathologie est la **maladie de la pierre** qui laisse à penser à la personne qui en souffre qu'une protection en pierre est le *nec-plus-ultra* et que derrière on est en sécurité absolue. Alors qu'un enrochement se dimensionne à une crue de projet et que comme toute protection en rivière il a une limite.

Encart 11 : Les pathologies du riverain

L'appropriation est un élément important. En effet dans le contexte géomorphologique général (forçages climatique et anthropique dans l'hémisphère Nord) et dans le contexte particulier de la trajectoire géomorphologique de l'Escoutay (tarissement sédimentaire et déstockage du plancher alluvial en amont d'Alba-la-Romaine, stockage massif en aval de Saint-Thomé), il est important :

- D'avoir un **socle de connaissances** de la trajectoire géomorphologique du bassin (diagnostic) ;
- D'avoir une **stratégie de gestion** basée sur la connaissance de ces deux éléments contextuels cités supra (contexte géomorphologique général, trajectoire géomorphologique de l'Escoutay) ;
- De faire **évoluer ce plan de gestion** après évaluation et de mesurer son impact effectif sur la trajectoire géomorphologique de l'Escoutay (il est évident de rappeler que l'on ne pèsera pas sur le contexte géomorphologique général !).

Pour affermir la démarche, deux éléments sont donc importants :

- L'amélioration de l'appropriation du cours d'eau par l'**amélioration de la connaissance** de sa trajectoire géomorphologique au sein du SMBEF ;
- Effectuer une démarche **vers les riverains** dont beaucoup sont atteints par le syndrome « *je connais Ma rivière, je sais quoi faire* » (*cf.* Encart 11).

A ACTION 1 : UNE MEILLEURE APPROPRIATION PAR L'AMÉLIORATION DE LA CONNAISSANCE

Cette action consiste à former la technicienne du SMBEF, gestionnaire de terrain, sur certaines techniques de suivi-évaluation des cours d'eau qui sont proposées dans le cadre du suivi dynamique. L'objectif principal de cette action étant d'internaliser les interventions de suivi dynamique nécessitant peu de matériel pour :

- Impliquer le plus possible la technicienne dans le suivi des cours d'eau ;
- Minimiser l'impact financier de ces opérations ;
- En limiter la lourdeur administrative et pouvoir avoir des temps de réponse... en temps réel.

Cette formation dispensée sur site par HYDRETTUDES comprendra deux volets :

- Former au suivi dynamique en général, et en particulier à l'interprétation des données ;
- Former à certaines opérations réalisées directement par le SMBEF (*cf.* Tableau 4).

B ACTION 2 : UNE CONFÉRENCE DE L'EAU POUR LES RIVERAINS ET ACTEURS DU BASSIN DE L'ESCOUTAY

Les réunions publiques réalisées lors de la Phase 1 de la mission ont montré tout l'intérêt des riverains pour leurs cours d'eau. Ces réunions ont également mis en avant le besoin d'un **socle commun de connaissances** de la trajectoire géomorphologique de l'Escoutay, et en particulier du fonctionnement dynamique dans le contexte d'une évolution complexe (forçages hydroclimatique et anthropique).

L'objectif est de mettre en phase la connaissance du bassin par tous, le plan de gestion et les actions du SMBEF. Cette conférence pourrait également préparer la mise en place de la GEMAPI.

Cette action prendrait alors la forme de deux journées non consécutives alternant visites de terrain et présentations plus théoriques pour présenter l'état du bassin versant, actions et évolution de la gouvernance à mettre en œuvre.

C ACTION 3 : COMMUNIQUER VERS LES RIVERAINS

Comme vu précédemment avec une note d'humour (*cf.* Encart 11), mais aussi parfois lors des réunions publiques, il est important de communiquer vers les riverains afin qu'ils s'approprient la démarche. Cette action se fera notamment sous la forme d'une plaquette de communication.

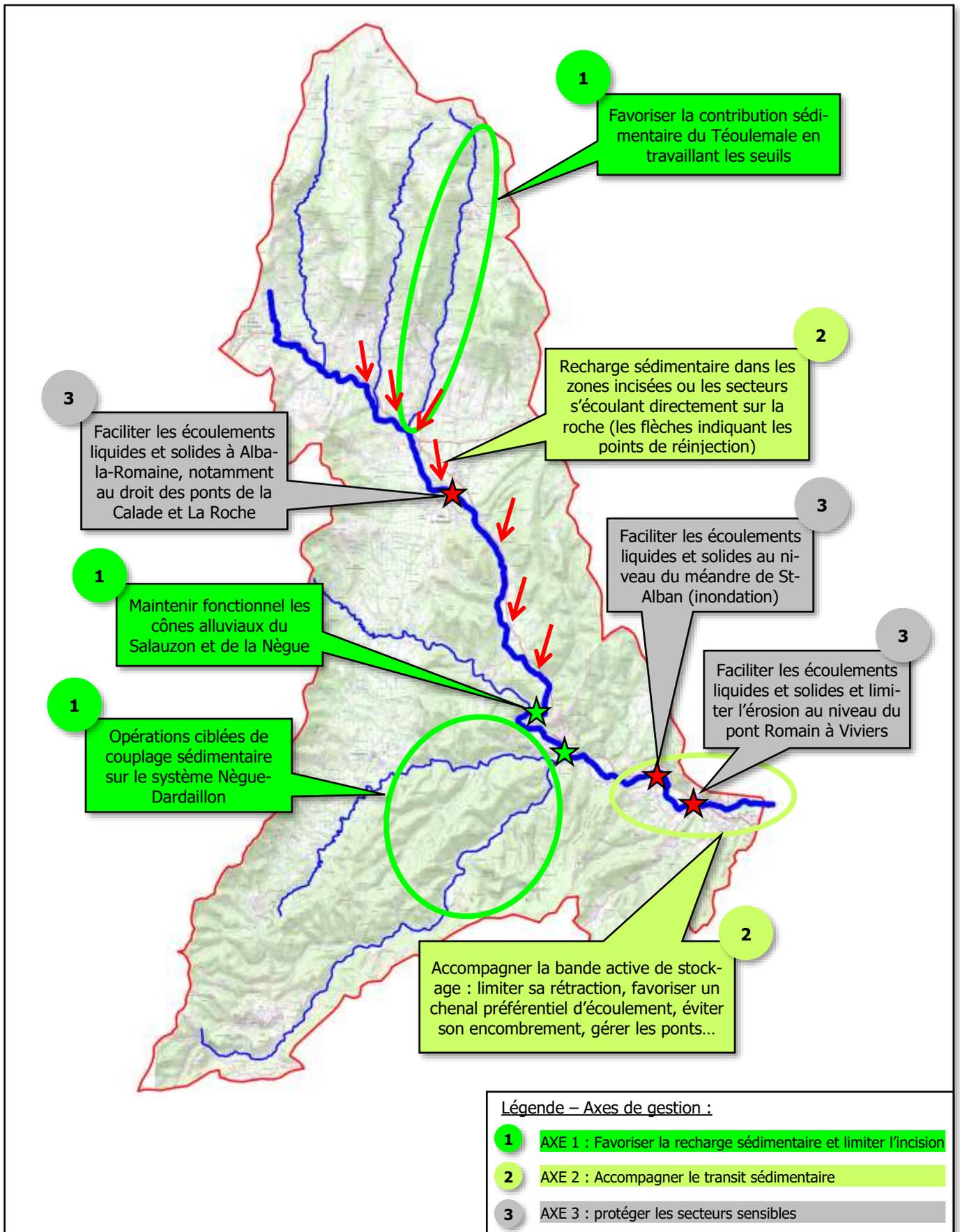


Figure 12 : Cartographie montrant la stratégie de réactivation du transport solide du bassin versant de l'Escoutay

5 Plan de gestion

Le programme d'actions est élaboré selon les orientations de gestion définies précédemment. Il est restitué sous la forme d'un portefeuille de fiches-actions, dont chacune décrit une opération spécifique indiquée dans le Tableau 2. Les paragraphes suivants donnent quelques explications concernant la lecture des fiches-actions.

5.1 Deux niveaux d'intervention

Le plan de gestion vise à favoriser le fonctionnement hydromorphologique de l'Escoutay actuellement péjoré par les évolutions climatiques. À cet effet, lorsque cela est possible au regard des enjeux et en particulier des enjeux liés à la sécurité des personnes et des biens, deux niveaux d'intervention sont proposés :

- Le **niveau 1** est le niveau concernant une action **hydromorphologiquement positive** (*i.e.* impactant positivement la trajectoire géomorphologique) ou *a minima* ayant un impact neutre. C'est donc la solution à privilégier. L'action en découlant sera suivie précisément dans le cadre du suivi dynamique et en cas d'évolution pouvant menacer directement un enjeu à protéger, elle sera abandonnée au profit du « plan B », solution plus radicale et donc impactante. On passera alors à une action de niveau 2 ;
- Le **niveau 2** est un niveau à activer si le niveau 1 n'a pas donné satisfaction. C'est un niveau hydromorphologiquement négatif utilisant des techniques lourdes justifiées par les enjeux à protéger et l'intérêt général (*cf.* Encart 3).

Ces niveaux d'intervention sont signalés dans le cartouche du titre de la fiche-action en haut à droite par les symboles suivants :



Pour le niveau 1



Pour le niveau 2

5.2 Des actions à long terme

Dans un contexte de tarissement sédimentaire, la stratégie de gestion à mettre en œuvre doit prendre en compte, au-delà de la dimension spatiale du bassin (gradients amont – aval), la **dimension temporelle**.

Ainsi, la phase de diagnostic a mis en avant la notion de temporalité dans la trajectoire géomorphologique des cours d'eau et en particulier les durées de réajustements (temps de réponse) à certains *stimuli*.

C'est pourquoi certaines actions n'auront certainement pas de résultat « visible » à court terme, mais constitueront des **actions de fond. Leur effet se fera sentir à long terme**, c'est-à-dire après plusieurs décennies.

Ce type d'actions justifie d'autant plus le suivi dynamique pour mesurer le gain hydromorphologique lorsqu'il apparaîtra. Il s'agit d'accompagner et d'impacter la trajectoire géomorphologique : on parle alors de **forçage dirigé** (on pourrait même parler de forçage anthropique dirigé). Ce peut-être des actions de recharge sédimentaire, de décorsetage ou d'effacement de seuils. Dans ces deux derniers cas, ce sont même des forçages correctifs.

D'autres actions sont également des actions de fond, dans la mesure où elles sont effectuées de manière **récurrente** particulièrement **après chaque crue morphogène**, condition *sine qua non* pour obtenir un résultat efficace et durable. Elles relèvent de la même dynamique de forçage anthropique dirigé : on

parle de **forçage dirigé post-crue**. On peut citer les opérations visant à limiter la fixation de la charge solide ou la rétraction de la bande active.

Tous ces forçages sont basés sur le même principe :

- Bien connaître la trajectoire géomorphologique du cours d'eau et les forçages qu'il a subis (climatiques, anthropiques) ;
- Utiliser le système processus-réponse basé de la dynamique fluviale (la dynamique fluviale est sensible et répond à divers *stimuli*) pour impacter à court et moyen termes, voire à long terme, cette trajectoire en menant des actions diversifiées.

Ces types d'action sont signalés dans le cartouche du titre de la fiche-action en haut à droite par les symboles suivants :



Actions de fond, forçage dirigé post-crue (actions maintenant et sur le long terme)



Actions de fond, forçage dirigé (actions à effets long terme)

5.3 Des fiches spécifiques

Le plan de gestion du bassin versant de l'Escoutay intègre trois types de fiches spécifiques :

- **Fiche-action** qui concerne une action locale ou globale (maître d'ouvrage, contexte, objectifs et attendus, détail de l'action à mettre en œuvre, chiffrage...) ;
- **Fiche-préconisation**, lorsque le Maître d'ouvrage n'est pas le SMBEF ;
- **Fiche-suivi** qui concernent le programme de suivi dynamique.

Les fiches, dont les modèles vierges sont présentés à la Figure 13, font figurer les éléments suivants :

- **Dans le cartouche du titre** : axe, action, sous-action, type d'opération et niveau d'intervention ;
- **Motivation de la fiche** : description en lien avec le diagnostic hydromorphologique, localisation... ;
- **Enjeux concernés** : anthropiques et/ou hydromorphologiques ;
- **Stratégie à mettre en œuvre** : nature, caractéristiques et emprise des opérations à réaliser, description des techniques à employer et à développer ;
- **Précautions particulières à prendre en compte** : espèces invasives... ;
- **Attendus et objectifs** ;
- **Incidences sur la faune et la flore** : éventuels impacts sur le compartiment biologique ;
- **Suivi à mettre en œuvre** : consignes de suivi et/ou d'entretien, fréquence... ;
- **Obligations réglementaires** : cadre réglementaire applicable à l'action visée ;
- **Coûts de l'action** : chiffrage estimatif de l'opération ;
- **Relation avec d'autres fiches du plan de gestion.**

PLAN DE GESTION PHYSIQUE DE L'ESCOUTAY

FICHE-ACTION
1.1.2



AXE 1
Action 1
Sous-action 2
Type d'opération

MOTIVATION DE LA FICHE :

ENJEUX CONCERNÉS :

STRATÉGIE À METTRE EN ŒUVRE :

PRÉCAUTIONS PARTICULIÈRES À PRENDRE :

ATTENDUS ET OBJECTIFS :

INCIDENCES SUR LA FAUNE ET LA FLORE :

SUIVI À METTRE EN ŒUVRE :

OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES :

COÛTS DE L'ACTION :

RELATION AVEC D'AUTRES FICHES DU PLAN DE GESTION :

PLAN DE GESTION PHYSIQUE DE L'ESCOUTAY

FICHE
PRÉCONISATION
1.1.2



AXE 1
Action 1
Sous-action 2
Type d'opération

MOTIVATION DE LA FICHE :

ENJEUX CONCERNÉS :

STRATÉGIE À METTRE EN ŒUVRE :

PRÉCAUTIONS PARTICULIÈRES À PRENDRE :

ATTENDUS ET OBJECTIFS :

INCIDENCES SUR LA FAUNE ET LA FLORE :

SUIVI À METTRE EN ŒUVRE :

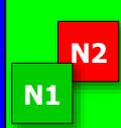
OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES :

COÛTS DE L'ACTION :

RELATION AVEC D'AUTRES FICHES DU PLAN DE GESTION :

PLAN DE GESTION PHYSIQUE DE L'ESCOUTAY

FICHE-SUIVI
4.2.1



AXE 4
Action 1
Sous-action 2
Type d'opération

MOTIVATION DE LA FICHE :

ENJEUX CONCERNÉS :

STRATÉGIE À METTRE EN ŒUVRE :

PRÉCAUTIONS PARTICULIÈRES À PRENDRE :

ATTENDUS ET OBJECTIFS :

INCIDENCES SUR LA FAUNE ET LA FLORE :

SUIVI À METTRE EN ŒUVRE :

OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES :

COÛTS DE L'ACTION :

RELATION AVEC D'AUTRES FICHES DU PLAN DE GESTION :

Figure 13 : Modèles des trois types de fiche constituant le plan de gestion de l'Escoutay

5.4 Portefeuille de fiches-action

L'ensemble des fiches-actions constituant le plan de gestion de l'Escoutay est présenté ci-après. Un synoptique reprenant l'ensemble des fiches-action indique la hiérarchisation des actions selon leur niveau de priorité d'intervention.

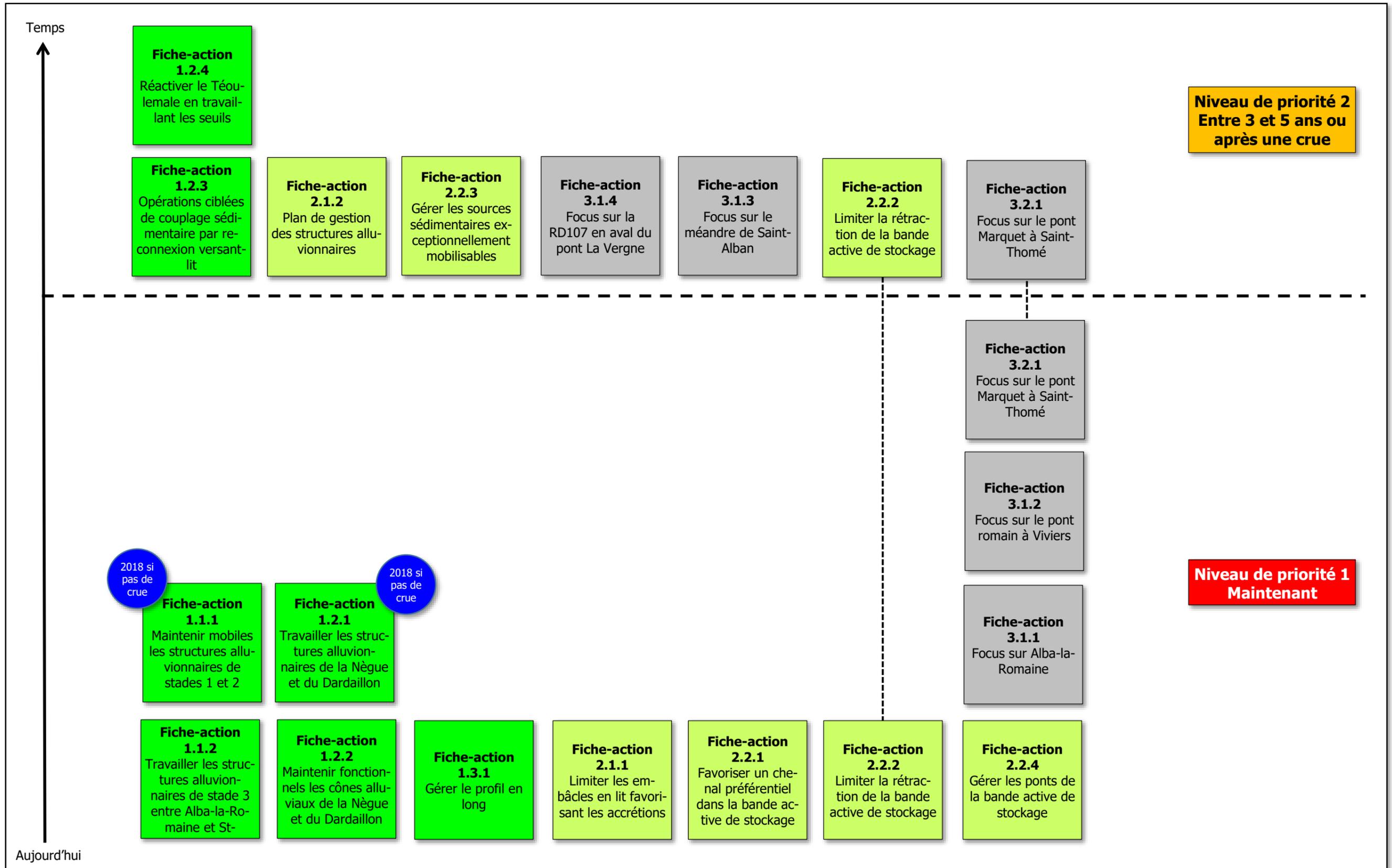


Figure 14 : Hiérarchisation des actions selon le niveau de priorité d'intervention

6 Glossaire

A

ACCRETION

L'accrétion pour un banc de galets (structure alluvionnaire) est l'action de croître par juxtaposition de matériaux alluvionnaires à la structure préexistante. Ce terme est synonyme plus généralement de dépôt en lit.

ALLUVIONS

Dépôts meubles d'un cours d'eau (tant en lit mineur que majeur) formés de matériaux ayant été transportés par le transit sédimentaire.

ARMURE

Matériaux alluvionnaires déposés en lit constituant la partie supérieure d'un lit fluvial (rivières à graviers à lit mobile), dont l'épaisseur est celle des plus grosses particules la constituant (Simon, 1986). L'armure masque la sous-couche constituée de matériaux plus fins.



AVULSION

Changement brutal et radical du tracé d'un lit sur plusieurs centaines de mètres, voire kilomètres, lors d'une crue morphogène. Cette situation peut être due à un embâclage généralisé du lit par des bois flottés, une charge alluviale obstruant le lit et favorisant son basculement dans un ancien chenal ou une gouttière topographique. C'est généralement un phénomène relativement courant dans les styles en tresses où les secteurs s'exhausent (cône torrentiel, delta...).

B

BANDE ACTIVE

Espace dans lequel s'écoule un cours d'eau et où se concentre l'activité morphogène, notamment les chenaux et dépôts sédimentaires. C'est pour les systèmes en tresses qu'on parle préférentiellement de bande active. En effet, la bande active des cours d'eau en tresses se caractérise par des chenaux et des structures alluvionnaires* non végétalisées qui sont très mobiles. Elle est donc très facilement identifiable.

BASSE FREQUENCE HAUTE MAGNITUDE

Crues globalement supérieures ou égales à la décennale, fortement morphogènes. Il s'agit donc de crues plutôt rares présentant une forte morphogénie.

C

CASCADE SEDIMENTAIRE

Ensemble d'éléments interconnectés (sources sédimentaires, connecteurs, réservoirs sédimentaires, exutoires) qui produisent et exportent des sédiments. Ces sont de véritables machines à produire, transporter et exporter des sédiments. Spécifique au domaine torrentiel.

CHUTE ALLUVIALE

Chenal de décharge naturel situé entre une structure alluvionnaire latérale et la berge contre laquelle la structure s'est développée. Généralement, cette chute n'est fonctionnelle qu'en crue.

CONTEXTE DYNAMIQUE

Le contexte dynamique se caractérise par deux éléments : le fonctionnement dynamique* et son évolution dynamique*. Ces deux éléments sont intrinsèquement liés et évoluent essentiellement au gré des aléas climatiques et hydrologiques. On pourrait également parler de système dynamique.

CONTRIBUTEUR SEDIMENTAIRE

Affluent du cours d'eau principal contribuant par des apports d'alluvions à son bilan sédimentaire

DEFLUVIATION

Changement de lit temporaire lors d'une crue, le cours d'eau revenant après la crue dans son lit.

ECOTONE

Transition entre la bande active *stricto sensu* et le boisement latéral

ERODABILITE

Capacité d'une roche à être érodée

ÉVOLUTION DYNAMIQUE

Évolution du fonctionnement dynamique* liée à des modifications anthropiques et/ou des crues morphogènes*. Cette évolution crée de nouvelles conditions de fonctionnement dynamique*.

FONCTIONNEMENT DYNAMIQUE

Dynamique fluviale actuelle d'un cours d'eau. Ce fonctionnement évolue forcément (impact des activités humaines, succession de crues morphogènes* qui le modifie substantiellement). La dynamique d'un cours d'eau est évolutive et est constituée d'une succession de fonctionnements dynamiques différents.

GESTION DYNAMIQUE

Méthode consistant à gérer un cours d'eau en connaissant son fonctionnement dynamique* et en intervenant par des techniques de génie dynamique pour favoriser des réponses dynamiques* acceptables tendant à impacter l'évolution dynamique*.

INCISION

Efoncement vertical du lit, généralement lié à un déficit sédimentaire (modifications hydroclimatiques et anthropiques) ou à une érosion régressive.

INRADOS

Berge de rive convexe dans un méandre

METAMORPHOSE FLUVIALE

Évolution dynamique* marquée par une rupture définitive (sans possibilité de restauration à l'identique) dans le fonctionnement dynamique* qui a été initiée par l'anthropisation du cours d'eau.

Les usages ont dans un premier temps pesé sur le fonctionnement dynamique* (extraction de matériaux alluvionnaires, destruction de la végétation – ripisylve et végétation alluvionnaire*, seuils et barrages pour exploiter l'énergie hydraulique...).

Puis, au fil des réajustements géométriques* du lit et à l'effet amplifié de certains phénomènes (débordements, érosion...), les cours d'eau ont été corsetés avec des techniques contraignantes et déconnectées de son fonctionnement (enrochements, seuils, digues...). La métamorphose conduit inéluctablement à une évolution dynamique* irréversible.

MORPHOGENE

Action ou agent susceptible de modifier les formes fluviales. Une crue morphogène engendre des modifications des formes du cours d'eau (lit, berges...).

PERTURBATEUR HYDROMORPHOLOGIQUE

Élément transversal présent en lit mineur ayant un impact sur le fonctionnement dynamique* d'un cours d'eau. Il peut ainsi altérer la continuité sédimentaire et/ou écologique.

Cette altération peut conduire à une modification du style fluvial en aval (*e.g.* barrage, seuil altérant fortement la continuité sédimentaire...) : on parle alors de perturbateur majeur. Dans le cas où l'impact n'est que local, on parle de perturbateur secondaire (*e.g.* radier, gué...).

Les perturbateurs peuvent avoir une origine naturelle (seuil naturel), ce sont les perturbateurs géomorphologiques, ou une origine anthropique (barrage, seuil, pont, radier, gué...), il s'agit alors de perturbateurs anthropiques.

PROCESSUS ALLOGENIQUES

Processus externe d'évolution et de régénération. Dans notre domaine, il s'agit des crues débordantes qui viennent régénérer les boisements alluviaux. Ces crues purgent les arbres vieillissants et créent ainsi des taches (au sens biologique du terme) qui sont rapidement exploitées par des espèces pionnières, et ce d'autant plus que la crue aura amené des diaspores*. Cette régénération permet aux boisements alluviaux d'évoluer en présentant des successions végétales adaptées.

REAJUSTEMENTS GEOMETRIQUES

Ensemble des réponses physiques (érosion, incision*, sédimentation...) ayant des effets sur la géométrie (latérale et longitudinale) du lit d'un cours d'eau. Ces réponses peuvent être initiées par des à-coups hydrauliques (liés aux crues, inondations, étiages...), mais aussi par des modifications anthropiques.

RECHARGE SEDIMENTAIRE

Technique de génie dynamique consistant à intégrer des matériaux exogènes de forme et de granulométrie compatibles avec le cours d'eau, dans des tronçons à apports insuffisants. L'objectif de cette technique étant de compenser un apport naturel déficitaire.

REMOUS REGRESSIF SOLIDE

Dépôt de matériaux dans la retenue d'un ouvrage transversal (seuil, barrage). Ce remous se dépose d'abord au niveau de l'ouvrage, puis la retenue se remplit en remontant vers l'amont petit à petit au gré des crues.

Les matériaux manquant (piégés dans la retenue) vont générer à l'aval de l'ouvrage une incision* du lit par déficit sédimentaire.

RETROGRADATION

Phénomène d'aggradation (dépôt en lit) d'alluvions formant généralement une structure alluvionnaire se développant de l'aval vers l'amont par appui sur un élément (pile de pont, embâcle...).

SINUOSITE

Rapport entre la longueur développée du cours d'eau entre deux points en suivant l'axe du lit mineur et la longueur entre les deux mêmes points en suivant l'axe de la vallée.

STOCK ALLUVIAL

Ensemble des matériaux alluvionnaires (alluvions) disponibles en lits mineur et majeur (fond du lit, berges, terrasses alluviales...) et participant actuellement ou de manière différée (lors des épisodes de crues) à la dynamique alluviale d'un cours d'eau.

STRUCTURES ALLUVIONNAIRES

Bancs ou atterrissements correspondant à des exhaussements locaux liés à des réajustements géométriques du lit lors des crues morphogènes. Ils présentent une surface et une subsurface et sont remobilisables tant qu'ils ne sont pas végétalisés.

STYLE FLUVIAL

Morphologie du lit représentative d'un tronçon de cours d'eau. Cette morphologie dépend de divers paramètres (pente, fourniture sédimentaire...) et est variable en fonction de la position du tronçon dans le profil en long du cours d'eau

SUBSTRAT

Éléments grossiers tapissant le fond d'un lit fluvial. Ce tapis* exclut les éléments de rugosité* et les patches de colmatage* (matériaux fins – argiles, limons et sables – masquant généralement le substrat).

Ainsi, l'armure* et le pavage* (au sens de Bray & Church, 1980) sont des types de substrat liés notamment à la fourniture sédimentaire (plutôt abondante pour l'armure et déficitaire pour le pavage qui est un substrat associé à l'incision du lit).

TRANSFERT-REINJECTION DE MATERIAUX

Technique de gestion du stock alluvial* qui consiste à accompagner la dynamique fluviale en transférant des matériaux bloqués (soustrait au stock alluvial*) ou impactant trop fortement le fonctionnement dynamique* et/ou certains usages, et à les transférer mécaniquement dans des zones repérées préalablement où ils pourront être réinjectés dans le stock alluvial* (zone déficitaire) soit par injection-retard* ou directe*, suivant l'effet recherché.

7 Références bibliographiques

- BRAVARD, J.P., 1989. La métamorphose des rivières des Alpes françaises à la fin du Moyen-Âge et à l'époque moderne. *Bulletin de la Société Géographique de Liège*, 25, pp. 145-157.
- FLEZ, C., GARITTE, G., 2005. Contribution à la connaissance des facteurs responsables de la rétraction des bandes actives torrentielles. Tentative de régionalisation à travers l'exemple de quatre bassins-versants élémentaires (Ubaye et haute Durance). *L'érosion entre société, climat et paléo-environnement*, pp. 291-296.
- GAZELLE, F., 2003. Les embâcles perturbateurs hydrologiques. Morceaux choisis de littérature hydrologique sur la vie des cours d'eau en hommage au Professeur Roger Lambert. CNRS, « GEODE », Univ. Toulouse-Mirail, pp. 107-114.
- HARVEY, A.M., 2001. Coupling between hillslopes and channels in upland fluvial systems: implications for landscape sensitivity, illustrated from the Howgill fells, Northwest England. *Catena*, 42(2), pp. 225-250.
- KNIGHTON, A.D., 1984. Fluvial forms and processes. *Edwards Arnold ed., London*, 218 p.
- LANDON, N., 2007. Du constat d'enfoncement du lit fluvial aux actions de recharge sédimentaire : quelles solutions pour une gestion raisonnée de nos cours d'eau? *Outils de gestion de l'eau en territoire de montagne*, PNR du Queyras, ONEMA et MEDR, pp. 28-39.
- LEDUC, P., 2013. Étude expérimentale de la dynamique des rivières en tresses. Thèse, Université de Grenoble, 234 p.
- PIEGAY, H., PAUTOU, G., RUFFINONI, C., 2003. Les forêts riveraines des cours d'eau: écologie, fonctions et gestion. *Forêt privée française*.
- WIEDERKEHR, E., DUFOUR, S., PIÉGAY, H., 2008. Suivi physique et biologique des rivières en tresses. *Zone Atelier Bassin du Rhône*, 41 p.



HYDRETUDES

Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'œuvre

Conseil - Etudes - Maîtrise d'œuvre - Assistance technique - Formation

Eau et infrastructures hydrauliques

- Eau potable/Traitement
- Irrigation
- Eau usée/Épuration
- Eau pluviale
- Risques naturels
- Aménagements fluviaux et portuaires
- Digue, ouvrages de protection

Environnement aquatique

- Gestion des ressources
- Préservation, restauration, valorisation
- Développement durable
- Règlementation



Siège social Centre technique principal

851 Route de Champ Fuzon
74 370 ARGONAY

Tél : 04 50 27 37 26
Fax : 04 50 27 25 64
contact@hydretudes.com

Agence Dauphiné-Provence

3, rue Proust
26 100 VOMANS SUR ISERE

Tél : 04 78 45 30 07
Fax : 04 78 31 04 37
contact-romane@hydretudes.com

SARL Océan Indien

« Les Kréolis »
8-10, rue Axel Doreuil
97 410 SAINT PIERRE

Tél : 02 62 96 82 45
Fax : 02 62 92 89 05
Contact.merino@hydretudes.com

SARL Alpes du Sud

Bât 2 - 106 Forest d'Entrals
29, rue du Forest d'Entrals
04 000 GAP

Tél : 04 92 21 92 26
Fax : 04 92 22 87 83
contact-gap@hydretudes.com

SARL Grand Sud-Pyrénées

15 bis, chemin du Chapitre
31 100 TOULOUSE

Tél : 05 62 24 05 43
Fax : 05 62 24 06 39
contact-toulouse@hydretudes.com

Agence Sud-Ouest

41, Rue des Fontaines
64 100 LÈZE

Tél : 05 64 27 02 36
contact-toulouse@hydretudes.com

SARL Alpes du Nord

Alpicoor
50, Voie Albert Einstein
73 800 FRANCAIS

Tél : 04 79 96 46 57
Fax : 04 79 33 02 59
contact-savoie@hydretudes.com