

AGENCE DE L'EAU RHONE MEDITERRANEE ET CORSE



Elaboration d'un outil de détermination des coûts de restauration hydromorphologique des cours d'eau du bassin versant local et des bassins RM&C

Rapport final

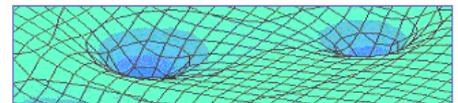


Agence Centre-Est – site de Lyon

19, rue de la Villette
69425 LYON cedex 03
Tél : 04.37.91.20.50 - Fax : 04.37.91.20.69
E-mail : agence.de.lyon@burgeap.fr

Nicolas TRIBOUILLARD
Consultant

Hydrogéologie Environnement



Logiciels Modélisation

Le Village
01330 VERSAILLEUX
Tél : 06 86 68 50 90 - Fax : 04 74 98 20 97
E-mail : nicolas.tribouillard@online.fr

RLy.03793/A.24958/CLyZ100844

FLA/TLT – GBO

Février 2011

Page : 1

AGENCE DE L'EAU Rhône Méditerranée et Corse

**Elaboration d'un outil de détermination des coûts de
restauration hydromorphologique des cours d'eau**

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction		Vérification		Validation	
			Nom	Signature	Nom	Signature	Nom	Signature
Rapport final	25/02/10		T. LAMBERET		F. LAVAL		G. BOUDIN	
		a						
		b						
		c						
		d						

Numéro de rapport :	RLy.03793
Numéro d'affaire :	A.24958
N° de contrat :	CLyZ100844
Domaine technique :	
Mots clé thésaurus :	Milieu naturel, Restauration physique, Informatique et système d'information

BURGEAP Agence de Lyon
19, rue de la Villette
69425 LYON CEDEX 03
Tél. 33 (0)4.37.91.20.50 Fax 33 (0)4.37.91.20.69
e-mail : agence.de.lyon@burgeap.fr

RLy.03793/A.24958/CLyZ100844	
FLA/TLT – GBO	
Février 2011	Page : 2

SOMMAIRE

1	Objet de l'étude	9
1.1	Contexte et objectifs de la mission	9
1.2	Avertissements	10
1.3	Périmètre d'étude	10
2	Etude documentaire	12
2.1	Analyse du Programme de Mesures de l'Agence de l'Eau	12
2.1.1	Sélection des mesures du PDM	12
2.1.2	Déclinaison des mesures génériques par des « actions types » de restauration	14
2.2	Collecte de données techniques et économiques propres aux actions de restauration	19
2.2.1	Collecte de données auprès des maîtres d'ouvrages	19
2.2.1.1	Méthodologie	19
2.2.1.2	Contraintes rencontrées	20
2.2.1.3	Localisation géographique	21
2.2.1.4	Résultat global des enquêtes	24
2.2.2	Collecte de données auprès d'experts	25
2.2.2.1	Experts – Chercheurs spécialisés dans la restauration de cours d'eau	25
2.2.2.2	Ingénieurs territoriaux de l'ONEMA	25
2.2.2.3	Organismes de gestion de bassin	26
2.2.2.4	Experts en analyse historique et socioculturelle	26
2.2.2.5	Expertise interne à BURGEAP	26
3	Détermination des coûts unitaires pour la restauration hydromorphologique des cours d'eau	28
3.1	Base de données sur les coûts de la restauration physique	28
3.1.1	Base de données des retours d'expérience	28
3.1.2	Liste des paramètres techniques	29
3.1.3	Coût des travaux	32
3.2	Description d'une opération type de restauration hydromorphologique	33
3.3	Analyse sommaire des coûts des phases non simulées par l'outil	38
3.3.1	I- INVESTIGATIONS PREALABLES	38
3.3.1.1	I.1-Etudes préalables	38
3.3.1.2	I.2-Investigations préalables	38
3.3.1.3	I.3-Autres études préalables	41
3.3.2	II- DOSSIERS REGLEMENTAIRES	42
3.3.2.1	II.1-Dossiers réglementaires	42
3.3.2.2	II.1-Autres dossiers réglementaires	43
3.3.3	III- MAITRISE D'ŒUVRE	44
3.3.3.1	II.1-Maîtrise d'œuvre des travaux	44
3.3.3.2	II.2-Coordination Sécurité Protection de la Santé (SPS)	44
3.3.3.3	II.3-Assistances à maîtrise d'ouvrage	44
3.3.4	IV- OPERATION DE TRAVAUX	45
3.3.4.1	IV.1-Travaux d'action type	45
3.3.4.2	IV.2-Installation de chantier	45

3.3.4.3	IV.3-Travaux préparatoires	45
3.3.4.4	IV.4-Travaux connexes	45
3.3.4.5	IV.5-Modalités foncières	45
3.3.4.6	IV.6-Aléas	45
3.3.5	V- SUIVI ET BILAN DES TRAVAUX	46
3.3.5.1	V.1-Définition d'indicateurs (P-E-R)	46
3.3.5.2	V.2-Suivi du milieu physique	46
3.3.5.3	V.3-Suivi du milieu biologique	46
3.3.5.4	V.4 – Suivi sociologique	47
3.3.5.5	V.5 – Synthèse et bilan	47
3.4	Détermination des coûts unitaires des actions de restauration	48
3.4.1	Etape 2 : Actions propres à la thématique de l'hydrologie fonctionnelle	49
3.4.1.1	Mesures 3C01 – Adaptation des prélèvements de la ressource	49
3.4.1.2	Mesure 3B06/3C02 – Gestion des ouvrages	50
3.4.1.3	Mesure 3C03 – Améliorer la gestion des débits de crue	52
3.4.2	Etape 2 : Actions propres à la thématique de la continuité biologique	56
3.4.2.1	Mesure 3C10 – Suppression des ouvrages bloquant la circulation piscicole	56
3.4.2.2	Mesure 3C11 – Franchissement piscicole à la montaison	56
3.4.2.3	Mesure 3C12 : Franchissement piscicole à la dévalaison	64
3.4.2.4	Mesure 3C13 : Stratégie de restauration de la continuité piscicole	65
3.4.3	Etape 2 : Actions propres à la thématique du transport solide	66
3.4.3.1	Mesure 3C07 : Suppression ou aménagement des ouvrages	66
3.4.3.2	Mesure 3C09 : Modalité de gestion des ouvrages	69
3.4.3.3	Mesure 3C37 : Limitation ou amélioration des apports solides néfastes	70
3.4.3.4	Mesure 3C32 : Programme de recharge sédimentaire	72
3.4.4	Etape 2 : Actions propres à la thématique de la restauration de la morphologie et des habitats	79
3.4.4.1	Mesure 3C14 : Restauration des habitats aquatiques (niveau R1)	79
3.4.4.2	Mesure 3C43 : Plan de restauration de cours d'eau	89
3.4.4.3	Mesure 3A20 : Entretien et restauration de la fonctionnalité des ouvrages	90
3.4.4.4	Mesure 3C16 : Reconnexion d'annexes hydrauliques	93
3.4.4.5	Mesure 3C44 : Restauration du fonctionnement hydromorphologique (niveaux R2-R3)	96
3.4.4.6	Mesure 3C17 : Restauration des berges et/ou de la ripisylve	106
3.4.5	Etape 2 : Actions propres à la thématique des études	112
3.4.5.1	Etudes sociologiques	112
3.4.5.2	Etudes historiques	113
3.4.5.3	Etudes morphodynamiques	113
3.4.6	Etape 2 : Coûts complémentaires	115
3.4.7	Etape 3 : Coûts connexes	116
3.4.7.1	Travaux préparatoires particuliers	117
3.4.7.2	Travaux de rétablissement des usages initiaux	120
3.4.7.3	Travaux complémentaire à vocation pédagogique	123
3.4.8	Etape 4 : Aléa	124
3.4.9	Etape 5 : Modalités foncières	124
3.4.10	Etape 6 : Coût de maîtrise d'œuvre et SPS	127
3.4.10.1	Maîtrise d'œuvre	127
3.4.10.2	Coordination Sécurité Protection de la Santé (SPS)	130
3.4.11	Incertitudes	131
3.4.11.1	Calcul du taux d'incertitude	131
3.4.11.2	Incertitudes non quantifiables	132
4	Détermination des coûts unitaires à l'échelle bassin	133
4.1	Passage de l'échelle locale à l'échelle bassin	133
4.1.1	Principe de la détermination des coûts à l'échelle bassin	133
4.1.2	Liste des paramètres techniques à l'échelle bassin	134

4.2	Détermination des coûts des mesures du PDM	136
4.2.1	Mesures propres à la thématique de l'hydrologie fonctionnelle	137
4.2.2	Mesures propres à la thématique de la continuité biologique	140
4.2.3	Mesures propres à la thématique du transport solide	143
4.2.4	Mesures propres à la thématique de restauration du fonctionnement hydromorphologique des cours d'eau	148
4.2.5	Mesures propres à la thématique des études	155
5	Intégration des données géographiques	157
5.1	Intégration des données à l'échelle de l'outil local	157
5.2	Intégration des données à l'échelle de l'outil bassin	158
5.3	Prescriptions relatives à la base Syrah définitive	159
6	Conclusion	160
6.1	Bilan de la fiabilité des formules de coût à l'échelle locale et à l'échelle bassin	160
6.2	Bilan global et perspectives sur le fonctionnement de l'outil	161
	Bibliographie	162
	Annexes	164

TABLEAUX

Tableau 1 : Synthèse de la sélection des mesures du PDM	13
Tableau 2 : Synthèse des différents d'étude retenus dans le cadre de l'étude	14
Tableau 3 : Synthèse des « Actions types » par mesure du PDM	17
Tableau 4 : Synthèse des contacts sur les cours d'eau de référence RMC	22
Tableau 5 : Synthèse des résultats du travail d'enquête auprès des maîtres d'ouvrages	24
Tableau 6 : Opérations de restauration menées par BURGEAP	27
Tableau 7 : Synthèse des paramètres techniques propres aux opérations de restauration à l'échelle locale	31
Tableau 8 : Tableau des indices d'enjeux présents sur un bassin versant	51
Tableau 9 : Tableau des coefficients de matériaux des passes à poissons à bassins	59
Tableau 10 : Tableau des coefficients de matériaux pour les seuils de stabilisation	74
Tableau 11 : Tableau des coefficients de matériaux des épis de diversification	81
Tableau 12 : Tableau des coefficients de niveau de réfection des ouvrages	91
Tableau 13 : Tableau des Coefficients de nature des contraintes latérales	104
Tableau 14 : Tableau des indices sur la nature des aménagements provisoires	120
Tableau 15 : Synthèse des facteurs d'ajustement des coûts unitaire en fonction des fourchettes d'incertitude	132
Tableau 16 : Tableau des indices de nature d'annexe	152
Tableau 17 : Tableau des Indice du niveau de restauration de la végétation de berge	154
Tableau 18 : Bilan de la fiabilité des formules de détermination des coûts unitaires	160

FIGURES

Figure 1 : Représentation des Régions hydrographiques et des HER 2 sur le Bassin RMC	11
Figure 2 : Synthèse de la démarche de prise de contacts avec les maîtres d'ouvrage	20
Figure 3 : Localisation des maîtres d'ouvrages contactés	23
Figure 4 : Illustration d'une fiche récapitulative des retours d'expérience des travaux de restauration	29
Figure 5 : Affichage des paramètres techniques sous forme d'indice	32
Figure 6 : Evolution des indices d'actualisation des prix	33
Figure 7 : Architecture du Programme d'une opération globale de restauration et adaptation à l'outil de détermination des coûts	34
Figure 8 : Synthèse des étapes simulées par l'outil et rappel des définitions utilisées	37
Figure 9 : Exemple de travaux de suppression de seuil sur la Roanne (Onema, 2009)	53
Figure 10 : Exemples d'une rampe en enrochements et d'une passe à bassins successifs	57
Figure 11 : Exemple de rivière de contournement sur la Drôme	61
Figure 12 : Exemple de l'abaissement d'un seuil d'un seuil sur la Corrèze	68
Figure 13 : Exemple de la création d'une zone tampon en aval d'un système de drainage et d'une zone de dépôts de matériaux en milieux montagneux	71
Figure 14 : Exemple du traitement d'un atterrissement sur l'Arve par scarification	72
Figure 15 : Exemple de restauration d'un cours d'eau par recharge alluviale et seuil de stabilisation en enrochements sur l'Arve	75
Figure 16 : Schéma d'épis végétaux et d'un seuil rustique noyé en enrochement	81
Figure 17 : Exemples d'une opération de restauration de cours d'eau par recréation d'un lit d'étiage et exemple de création de caches par fascinage	83
Figure 18 : Exemple de principe de reméandrage et d'augmentation de la largeur plein bord dans le cadre de la réhabilitation du Vistre en aval de Nîmes (BURGEAP, 2007)	97
Figure 19 : Exemple de travaux de retour de la Clauge (39) dans son lit d'origine et de réouverture d'un tronçon de la Bièvre (94)	100
Figure 20 : Exemple de la restauration de la Veyle par dérivation d'une gravière par création d'un nouveau lit (2010, Syndicat de la Veyle Vivante – Vital)	102
Figure 21 : Exemple de la suppression de protections de berges sur l'Orge (91) et de retour à une dynamique d'écoulement naturel suite à la suppression d'un étang sur le Vicoïn (53)	104
Figure 22 : Exemple de travaux de protection de berge par caissons végétalisés et fascinage (SIGAL)	109

Figure 23 : Valeur vénale moyenne des terres labourables et des prairies naturelles en 2006 dans le bassin RMC (décret du 2 octobre 2007)	125
Figure 24 : Schéma du choix des entités géographiques dans l'outil local	157
Figure 25 : Schéma du choix des entités géographiques dans l'outil bassin	158

1 Objet de l'étude

1.1 Contexte et objectifs de la mission

La Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) établit un cadre européen pour la protection des milieux aquatiques en demandant de veiller à la non-dégradation de la qualité des eaux et d'atteindre d'ici 2015 le bon état biologique et chimique tant pour les eaux souterraines que pour les eaux superficielles, y compris les eaux côtières.

Or, les caractéristiques hydromorphologiques des cours d'eau et de leurs annexes ont souvent été altérées par des aménagements anthropiques importants : modification du régime hydrologique, modification du transport solide, endiguement, recalibrage, rectification, déconnexion des annexes fluviales et/ou humides...

Ces caractéristiques conditionnent l'état et le fonctionnement écologique des milieux aquatiques. C'est pourquoi la restauration physique des cours d'eau est une des questions importantes identifiées dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau. A ce titre, en matière de restauration des cours d'eau, les objectifs des futurs SDAGE et du 9^{ème} programme d'intervention de l'Agence RM&C sont ambitieux. Cela va nécessiter, de la part de l'Agence, d'orienter des projets portés par des Maîtres d'Ouvrage locaux, mais surtout d'impulser de nouvelles opérations en ne se limitant pas seulement à la maîtrise des dysfonctionnements du milieu, mais bien en restaurant sur le long terme les processus garantissant le bon état écologique.

La restauration physique est une notion qui englobe différents aspects. En effet :

- elle répond à des enjeux multiples ;
- elle concerne des contextes hydromorphologiques très variés ;
- elle fait appel à de nombreuses techniques, plus ou moins difficiles à mettre en œuvre et plus ou moins onéreuses ;
- elle permet d'obtenir au final des résultats qui permettent d'atteindre plus ou moins efficacement les objectifs visés.

Actuellement, les acteurs de l'eau manquent d'outils technico-économiques pour définir les stratégies locales sur l'hydromorphologie. C'est pourquoi l'Agence souhaite proposer aux porteurs de projets locaux un outil informatique convivial et assez simple d'utilisation pour dimensionner des coûts des scénarii de restauration qui sont envisagés. Cet outil sera appelé « outil local » par la suite.

En parallèle, l'étude a visé à développer un outil utilisable à plus grosse maille, à l'échelle de masses d'eau par exemple, par les chargés de mission de l'Agence de l'Eau. Cet outil sera appelé « outil bassin ».

Ainsi, les objectifs de cette étude sont les suivants :

- Adaptation et déclinaison du programme de mesure de l'Agence de l'eau en « actions types » de restauration de cours d'eau ;
- Recherche documentaire et technique pour la création et l'alimentation d'une base de données sur les coûts économiques des opérations de restauration ;
- Détermination, à une échelle locale et de bassin, de formules de coûts des « actions types » de restauration selon les paramètres physiques, techniques ou contextuels des travaux ;
- Développement d'un outil informatique permettant une interface de calcul des coûts de restauration en reprenant les formules de l'étape précédente

Ces objectifs se déclineront ainsi suivants trois grandes étapes :

- Etudes documentaires ;
- Analyse des opérations de restauration et détermination des formules de coût à l'échelle locale et à l'échelle bassin ;
- Intégration des données géographiques dans le cadre de l'élaboration de l'outil informatique (partie non développée dans le présent rapport).

RLy.03793/A.24958/CLyZ100844	
FLA/TLT – GBO	
Février 2011	Page : 9

1.2 Avertissements

La réalisation de l'étude et l'établissement de l'outil nous ont conduit à formuler 2 avertissements importants que tout utilisateur de l'outil doit avoir à l'esprit avant de le prendre en main :

- L'outil n'a pas vocation à définir les types et l'ampleur des travaux de restauration hydromorphologique qui vont permettre à terme d'atteindre le bon état au sens de la DCE et du SDAGE 2010-2015. En utilisant l'outil, l'utilisateur sait a priori, par sa propre connaissance ou par les résultats d'études préalables, quels types de travaux doivent être réalisés et quelle doit être leur ambition.
- L'outil local a vocation à développer des chiffrages d'actions de restauration hydromorphologique au stade du scénario ou de la pré-faisabilité afin d'estimer des enveloppes de coûts et comparer des scénarios entre eux. Concrètement, cela signifie que le niveau de définition des actions est bien inférieur au stade Avant-Projet d'une maîtrise d'œuvre, mais est proche du chiffrage d'un projet de type fiche-action de contrat de rivière. Le chiffrage annoncé doit être pris dans tous les cas avec précaution, et il devra toujours être conforté dans le cadre d'une étude préalable permettant d'aboutir au programme de travaux.

1.3 Périmètre d'étude

L'Agence est compétente sur l'ensemble du bassin versant français de Méditerranée, soit le bassin hydrographique Saône-Rhône auquel il faut rajouter les fleuves côtiers du Languedoc-Roussillon, de Provence-Alpes-Côte d'Azur, le littoral méditerranéen et sur le bassin Corse. Son siège est situé à Lyon et elle dispose de quatre délégations régionales, à Besançon, Lyon, Marseille et Montpellier.

Le travail d'enquête nécessaire à l'élaboration de la base de données des prix unitaires de l'outil informatique est fait sur un panel représentatif de cours d'eau du bassin RMC. Une attention particulière est portée sur le choix des organismes enquêtés afin d'obtenir la meilleure représentativité du bassin versant autant sur le plan géographique que sur le style morphologique rencontré et la taille des cours d'eau étudiés. Les recherches se basent sur la prise de contact d'une cinquantaine d'organismes sur le bassin RMC, de quelques structures publiques ou associatives (Fédération de pêche, ONEMA) et d'une dizaine d'experts.

Quelques organismes enquêtés seront également issus d'autres bassins (Loire – Bretagne, Adour Garonne, Artois Picardie, Rhin – Meuse, Seine - Normandie) afin d'exploiter des données associées à des travaux de restaurations complets, intéressants et bien documentés.

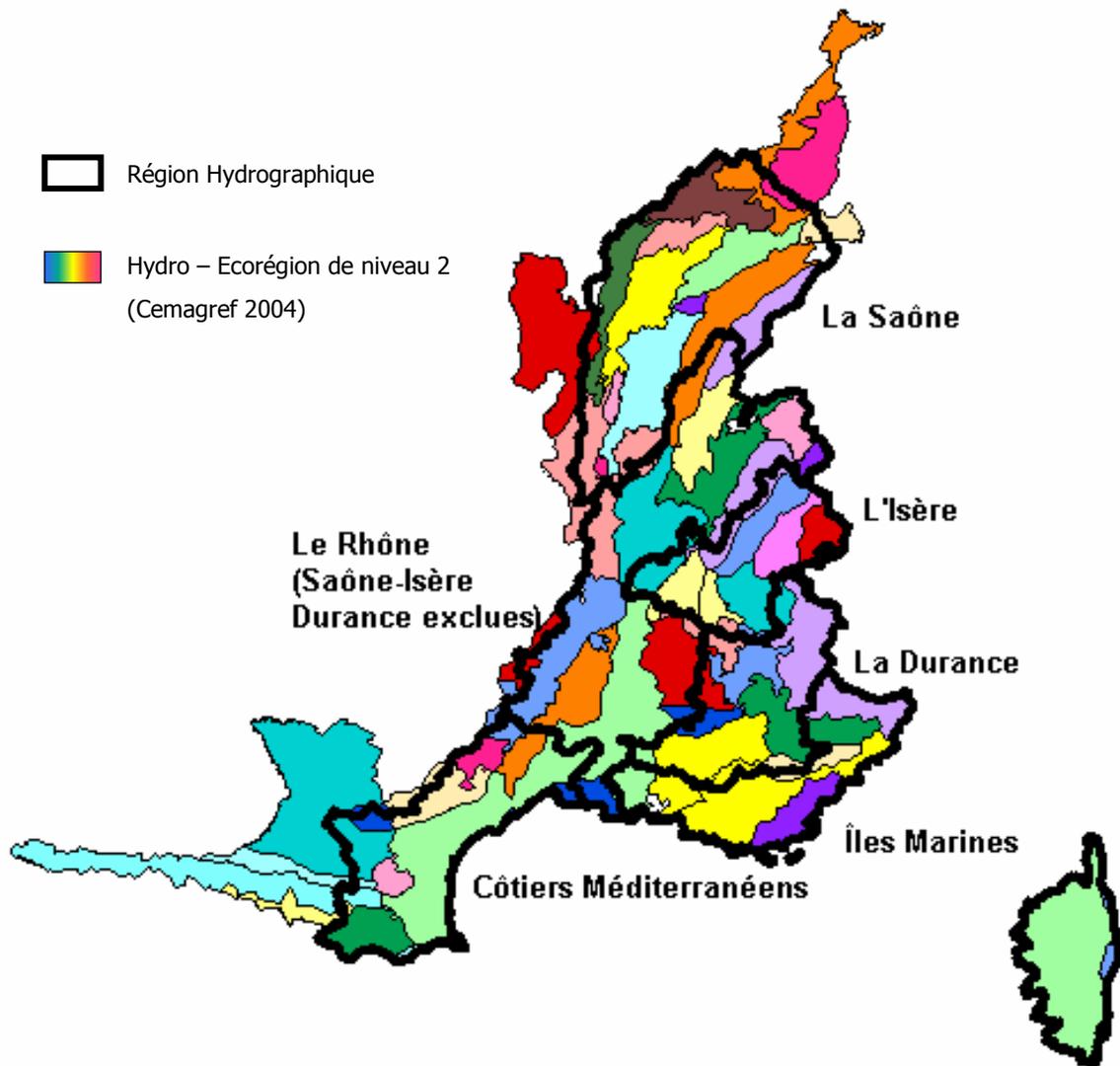


Figure 1 : Représentation des Régions hydrographiques et des HER 2 sur le Bassin RMC

2 Etude documentaire

2.1 Analyse du Programme de Mesures de l'Agence de l'Eau

Sur les thématiques de la restauration physique des cours d'eau, l'Agence de l'Eau RM&C a défini quatre grands axes d'intervention :

- Hydrologie fonctionnelle ;
- continuité biologique ;
- gestion de l'équilibre sédimentaire ;
- morphologie de l'habitat.

Dans cette optique, le Programme de Mesure (PDM) du SDAGE Rhône-Méditerranée et Corse recense les actions clés dont la mise en œuvre est nécessaire pendant la période 2010-2015 pour l'atteinte des objectifs environnementaux du SDAGE.

Ainsi, à partir d'une présélection des mesures concernées fournie par l'Agence de l'eau, nous avons défini et hiérarchisé les plus pertinentes dans le cadre de l'étude des travaux de restauration, au vu des besoins et de la nécessité d'intervenir à l'échelle du territoire Rhône Méditerranée & Corse.

2.1.1 Sélection des mesures du PDM

La sélection et la hiérarchisation des mesures du PDM ont été réalisées par rapport aux critères suivants :

- Correspondance et pertinence des mesures avec les actions de restauration propres aux quatre grands axes d'intervention (hydrologie fonctionnelle, continuité biologique, gestion de l'équilibre sédimentaire, morphologie de l'habitat)
- Richesse des retours d'expériences propres aux actions de restauration associées aux mesures ;
- Estimation des nécessités de restauration hydromorphologique dans les années à venir sur le territoire du bassin RM&C.

Le tableau suivant synthétise les mesures du PDM sélectionnées dans le cadre de l'étude et met en valeur les mesures prioritaires, qui nous semblent plus pertinentes dans le cadre de la future application de l'outil informatique.

Objectif : Préserver et restaurer une hydrologie fonctionnelle		
3C01	Adapter les prélèvements dans la ressource aux objectifs de débit	PG
3C02	Définir des modalités de gestion du soutien d'étiage ou augmenter les débits réservés	PG
3C03	Améliorer la gestion des débits de crue en faveur des débits de crue morphogènes	G, W
3B06	Mettre en place un plan de gestion des ouvrages à l'échelle du bassin versant	PG

Objectif : Préserver et restaurer la continuité biologique		
3C10	Supprimer les ouvrages bloquant la circulation piscicole	W
3C11	Créer un dispositif de franchissement pour la montaison	W
3C12	Créer un dispositif de franchissement pour la dévalaison	W
3C13	Définir une stratégie de restauration de la continuité piscicole	PG
Objectif : Gérer l'équilibre sédimentaire et le profil en long		
3C07	Supprimer ou aménager les ouvrages bloquant le transit sédimentaire	W
3C09	Mettre en œuvre des modalités de gestion des ouvrages perturbant le transport solide	W
3C37	Limiter ou améliorer les apports solides néfastes	W
3C32	Réaliser un programme de recharge sédimentaire	W
Objectif : Préserver ou restaurer les habitats aquatiques		
3C14	Restaurer les habitats aquatiques en lit mineur et milieu lagunaires	W
Objectif : Préserver ou restaurer la morphologie des cours d'eau		
3C43	Etablir un plan de restauration et de gestion physique du cours d'eau	PG
3A20	Assurer l'entretien et restaurer la fonctionnalité des ouvrages hydrauliques	W
3C16	Reconnecter les annexes aquatiques et milieux humides du lit majeur et restaurer leur espace fonctionnel	W
3C44	Restaurer le fonctionnement hydromorphologique de l'espace de liberté des cours d'eau ou de l'espace littoral	PG, W
3C17	Restaurer les berges et/ou la ripisylve	PG, W

PG : Plan de gestion, W : Travaux

Mesure prioritaire

Tableau 1 : Synthèse de la sélection des mesures du PDM

On dénombre ainsi 18 mesures intéressantes par rapport aux 4 grandes thématiques dont 11 nous paraissent prioritaires et sur lesquelles, les recherches documentaires seront priorisées.

Par ailleurs, en plus de ces mesures, tirées directement du PDM de l'Agence de l'Eau, les recherches porteront également sur des mesures propres à des études associées à la gestion ou à la restauration des cours d'eau. Les demandes de subventions des syndicats et autres organismes de gestion de cours d'eau étant également fréquemment associées à des études sur les hydrosystèmes fluviaux, il semble judicieux de traiter les types d'étude les plus courantes dans le cadre de la recherche de prix unitaires. Le tableau suivant donne les études sur lesquelles porteront les recherches documentaires.

RLy.03793/A.24958/CLyZ100844	
FLA/TLT – GBO	
Février 2011	Page : 13

Code Mesure	Mesures	Type Action
Mesures complémentaires		
Etude historique	Etude historique de l'évolution de la rivière et de ses usages	E
Enquête socioculturelle	Enquête auprès des différents acteurs associés de la rivière sur la perception du cours d'eau et de ses usages	E
AMO Concertation	Etude en prestation par le gestionnaire visant à organiser les évènements de concertation entre les différents acteurs propres à un projet de restauration	PG
AMO Plan de gestion	Etude générale qui vise à mettre en place un plan de gestion de cours d'eau, en particulier sur la thématique du transport solide.	PG
Etude morphodynamique	Etude de définition des espaces de bon fonctionnement et de fonctionnement hydromorphologique	PG

PG : Plan de gestion, W : Travaux, E : Etude

Mesure prioritaire

Tableau 2 : Synthèse des différents d'étude retenus dans le cadre de l'étude

On retient ainsi 5 mesures supplémentaires correspondant à des études ou des demandes d'assistance susceptibles d'être lancées par les structures de gestion de cours d'eau. La récupération de coût semble plus difficile à effectuer pour certaines de ces opérations, étant donné une fréquence plus rare de ce genre de dépense par les organismes (Etude historique, enquête socioculturelle, AMO concertation). Cependant une démarche de recherche documentaire sera également effectuée pour ces thématiques.

On obtient donc un total de 23 mesures donc 13 sont prioritaires.

A l'échelle locale, ce niveau de découpage des actions de restauration reste trop général et peu pratique à exploiter dans le cadre de la recherche de coûts de travaux ou d'étude. Ainsi, il nous a semblé plus pertinent de redécouper les mesures de restauration à un niveau encore plus précis, à savoir les « actions types » de restauration.

2.1.2 Déclinaison des mesures génériques par des « actions types » de restauration

A partir des mesures du PDM sélectionnées, un redécoupage a donc été effectué pour définir des « actions types » de restauration associées. Ce redécoupage a pour but de donner une représentation plus concrète des travaux de restauration afin de faciliter la recherche documentaire auprès des organismes et d'ancrer l'outil informatique de détermination des coûts dans la réalité des opérations de restauration.

Le tableau suivant reprend la déclinaison de toutes les « actions types » de restauration par rapport aux différentes mesures.

Code Mesure	Mesures	Déclinaison des « actions types » possibles de restauration par mesure à l'échelle locale
Objectif : Préserver et restaurer une hydrologie fonctionnelle		
3C01	Adapter les prélèvements dans la ressource aux objectifs de débit	- OPTIMISATION OU CONSERVATION DU DEBIT RESERVE* - LIMITATION DES PRELEVEMENTS*
3C02	Définir des modalités de gestion du soutien d'étiage ou augmenter les débits réservés	- ETUDE DE VOLUMES PRELEVABLES
3B06	Mettre en place un plan de gestion des ouvrages à l'échelle du bassin versant	
3C03	Améliorer la gestion des débits de crue en faveur des débits de crue morphogènes	- SUPPRESSION D'OUVRAGE - INSTALLATION D'ORGANES MOBILES* - REVISION DE LA CONSIGNE DE CRUE OU DE VIDANGE*
Objectif : Préserver et restaurer la continuité biologique		
3C10	Supprimer les ouvrages bloquant la circulation piscicole	- SUPPRESSION D'OUVRAGE
3C11	Créer un dispositif de franchissement pour la montaison	- RAMPE EN ENROCHEMENTS - PASSE A BASSINS SUCCESSIFS - RIVIERE DE CONTOURNEMENT - EQUIPEMENT DE LA STRUCTURE D'UN OUVRAGE EXISTANT - PASSE A ANGUILLES
3C12	Créer un dispositif de franchissement pour la dévalaison	- SYSTEME DE DEVALAISON
3C13	Définir une stratégie de restauration de la continuité piscicole	RECENSEMENT ET SECTORISATION DES OBSTACLES PUIS PLAN D'ACTION ADAPTE*

Code Mesure	Mesures	Déclinaison des opérations possibles de restauration par Mesure à l'échelle locale
Objectif : Gérer l'équilibre sédimentaire et le profil en long		
3C07	Supprimer ou aménager les ouvrages bloquant le transit sédimentaire	<ul style="list-style-type: none"> - SUPPRESSION D'OUVRAGE - ABAISSEMENT D'OUVRAGE - INSTALLATION D'UN ORGANE MOBILE*
3C09	Mettre en œuvre des modalités de gestion des ouvrages perturbant le transport solide	PLAN DE GESTION ET PROTOCOLE D'OUVERTURE ET DE VIDANGE DES OUVRAGES A L'ECHELLE D'UN SECTEUR HYDROGRAPHIQUE*
3C37	limiter ou améliorer les apports solides néfastes	<ul style="list-style-type: none"> - PLAGES DE DEPOT * - ZONE TAMPON*
3C32	Réaliser un programme de recharge sédimentaire	<ul style="list-style-type: none"> - TRAITEMENT DES ATERRISSEMENTS - RECHARGE EN GRANULATS - EXTRACTION ET/OU TRANSFERT DE MATERIAUX - CURAGE - ENLEVEMENT MATERIAUX NEFASTES - EPIS ENGRAISSEURS - SEUIL DE STABILISATION DU PROFIL EN LONG
Objectif : Préserver ou restaurer les habitats aquatiques et la morphologie des cours d'eau		
3C14	Restaurer les habitats aquatiques en lit mineur (Restauration Type R1)	<ul style="list-style-type: none"> - SEUIL DE FOND - EPIS DE DIVERSIFICATION - RISBERME / BANQUETTES / LIT D'ETIAGE - CREATION DE CACHES - CREATION DE FRAYERES A BROCHETS - CREATION DE FRAYERES A TRUITES
3C43	Etablir un plan de restauration et de gestion physique du cours d'eau	ETABLISSEMENT D'UN PROGRAMME DE RESTAURATION ADAPTE*
3A20	Assurer l'entretien et restaurer la fonctionnalité des ouvrages hydrauliques	<ul style="list-style-type: none"> - ENLEVEMENT ENCOMBRANTS AU NIVEAU D'UN OUVRAGE - RESTAURATION DE L'OUVRAGE

Code Mesure	Mesures	Déclinaison des opérations possibles de restauration par Mesure à l'échelle locale
3C44	Restaurer le fonctionnement hydromorphologique de l'espace de liberté des cours d'eau (Restauration Type R2-R3)	<ul style="list-style-type: none"> - SUPPRESSION D'ETANG SUR COURS D'EAU - DERIVATION PAR CREATION D'UN NOUVEAU LIT - SUPPRESSION CONTRAINTES LATERALES - REMEANDRAGE - RETOUR DANS THALWEG D'ORIGINE - REMISE A CIEL OUVERT
3C16	Reconnecter les annexes aquatiques et milieux humides du lit majeur et restaurer leur espace fonctionnel	<ul style="list-style-type: none"> - RECONNEXION DE BRAS MORT - RESTAURATION ZONE HUMIDE ALLUVIALE
3C17	Restaurer les berges et/ou la ripisylve	<ul style="list-style-type: none"> - ENTRETIEN DE LA VEGETATION DES BERGES - RESTAURATION DE LA VEGETATION DE BERGE - PLANTATIONS - GENIE VEGETAL / PROTECTION DE BERGE

* Actions de restauration pour lesquelles les retours d'expérience restent peu nombreux

Mesure prioritaire

Tableau 3 : Synthèse des « Actions types » par mesure du PDM

La déclinaison des mesures du PDM en « Actions types » de restauration nous amène déjà à faire plusieurs constats :

- L'utilisation des « Actions types » ne concerne que l'outil local, nécessitant une représentation concrète et appliquer des opérations hydromorphologiques de restauration et non l'outil bassin, qui consistera à une reprise des données exploitées à l'échelle plus globale des mesures elles-mêmes.
- Les « Actions types » résultant de la déclinaison des mesures du PDM représentent des travaux ou études précis et spécifiques. Cependant, pour la plupart des travaux de restauration menés par les syndicats de rivière ou autres maîtres d'ouvrages, plusieurs de ces actions types sont mises en œuvre dans un même projet. Ainsi, il apparaît que ces actions doivent être prises comme complémentaires et associables les unes aux autres. Par exemple, pour le calcul du coût d'une opération de restauration du lit d'un cours d'eau et de son tracé, on pourra cumuler les actions suivantes : Reméandrage (3C44), Epis de diversification (3C14), Plantation (3C17), Génie végétal de protection de berge (3C17). Chaque projet de restauration peut ainsi être défini à partir d'une ou plusieurs actions. Afin de formaliser cette représentation des opérations de restauration dans cette étude, nous définissons les termes suivants :
 - **« Action type » de restauration** : Action spécifique de restauration en réponse à un dysfonctionnement précis. Une action-type renvoie ç une mesure du PDM et à dans l'une des 4 thématiques de restauration ;
 - **Programme de travaux** : Ensemble d'actions-types de restauration auquel sont associés :
 - des complémentaires obligatoires (Installation de chantier, Travaux préparatoires) propres à chacune des actions types,
 - des coûts connexes facultatifs portant sur des travaux préalables spécifiques (mise à sec d'un tronçon, franchissement temporaire) et/ou sur des travaux de

RLy.03793/A.24958/CLyZ100844

FLA/TLT – GBO

Février 2011

Page : 17

- rétablissement d'usage (dévoisement de canalisations, remplacement d'une clôture, etc.) ;
- des frais de modalités foncières¹ ;
- une provision pour aléas sur les coûts précédents.
- **Programme de l'opération de restauration** : Programme de travaux précédent associé aux coûts de maîtrise d'œuvre, de coordination SPS (sécurité protection de la santé) et de modalités foncières.
 - Concernant la thématique de la restauration de l'hydrologie fonctionnelle, on observe que la plupart des études traitant des mesures 3C02 (Gestion des débits d'étiages) et 3B06 (Mise en place d'un plan de gestion des ouvrages) se recoupent et abordent de manière complémentaire les deux problématiques. Ainsi, bien que les travaux soient encore peu nombreux sur ces thématiques, les mesures de restauration peuvent prendre la forme d'études de diagnostic et de programmation d'actions en vue de l'amélioration de la gestion de la ressource.
 - Parmi toutes les actions de restaurations citées, nous pouvons déjà anticiper pour certaines d'entre-elles, un risque d'insuffisance, voire d'absence, de retours d'expérience, étant donné le caractère encore rare ou pilote de leur mise en place.
 - Enfin, certaines actions-types, comme la mise en place d'organes mobiles ou la suppression d'ouvrage correspondent à plusieurs mesures. Pour ces actions, une formule unique sera déterminée et servira dans l'outil pour chacun des mesures concernées.

On obtient 49 « Actions-types de restauration », dont 37 sont prioritaires (76%) et dont 9 risquent de ne pas bénéficier suffisamment de retours d'expérience (18%).

Pour chaque action de restauration, nous avons effectué une recherche documentaire et tenter ultérieurement d'estimer une formule de coût unitaire en fonction de paramètres techniques explicatifs. Cependant, pour celles pour lesquelles on ne disposera pas assez de données, un texte descriptif et un listing des paramètres pouvant conditionner leur coût, seront associés. Enfin, pour chacune des actions, un listing des actions qui lui sont potentiellement associables sera effectué et apparaîtra aux yeux de l'utilisateur.

Un tableau en **Annexe 1** précise les associations possibles entre les « Actions types » afin de former un programme de travaux. L'utilisateur de l'outil doit donc vérifier, s'il ne l'a pas envisagé initialement, les actions-types associées susceptibles d'entrer dans son programme.

Par ailleurs, pour chaque « Action Type », une liste de paramètres techniques (hydraulique, hydrologie, hydromorphologie) préalable est mise en place afin de préciser les recherches de données associées aux retours d'expérience. La liste préalable de ces paramètres est fournie en **Annexe 2**.

¹ Dans l'absolu, les frais de modalités foncières ne font pas partie du programme de travaux (ou programme d'investissement), mais sont rattachés au programme de l'opération. Cependant, compte tenu des incertitudes sur leur chiffrage, nous avons préféré les intégrer dans l'enveloppe du programme de travaux sur laquelle s'applique les calculs des aléas.

2.2 Collecte de données techniques et économiques propres aux actions de restauration

La collecte de données techniques et économiques s'est opérée auprès de deux types d'interlocuteurs associés aux thématiques de restauration de cours d'eau. D'une part les maîtres d'ouvrages, qui sont à l'initiative et portent les travaux et, d'autre part les organismes spécialisés et les experts, dont les fonctions gravitent autour des problématiques de restauration hydromorphologique.

2.2.1 Collecte de données auprès des maîtres d'ouvrages

2.2.1.1 Méthodologie

Les maîtres d'ouvrage sont les détenteurs des dossiers administratifs et économiques des travaux. Ils ont donc été la cible principale de notre travail d'enquête en vue de la collecte de données sur les actions de restauration. Dans le domaine de la restauration hydromorphologique, la fonction de maître d'ouvrage peut-être tenue par diverses structures administratives ou associations, les principales étant les suivantes :

- Structures de bassins versants ;
- Collectivités locales : communes et communautés de communes ou d'agglomération ;
- Fédérations de pêche ou associations de pêche ;
- Parcs naturels régionaux ;
- Autres associations (conservatoire, protection de la nature) ;
- Entreprises privées.

Les différents maîtres d'ouvrages sélectionnés dans la démarche de recherche de données sont principalement issus d'un fichier des actions subventionnées par l'Agence de l'Eau dans le cadre des 7^{ème}, 8^{ème} et 9^{ème} programmes de mesures sur le territoire Rhône Méditerranée & Corse, extrait par les services de l'Agence. Les coordonnées des maîtres d'ouvrages n'étant pas disponibles dans ce fichier, le travail de recherche de ces dernières a dû être réalisé. De plus, afin de compléter, de diversifier et fiabiliser l'échantillon des retours d'expériences, nous avons également exploité :

- Des contacts avec des référents techniques régionaux ou nationaux ;
- Les données figurant dans des ouvrages de référence : Retours d'expérience d'opérations de restauration de cours d'eau et de leurs annexes menées sur le bassin RM&C (BIOTEC-Malavoi, 2006) ; Manuel de restauration hydromorphologique de l'Agence de l'Eau Seine Normandie (BIOTEC-Malavoi, 2007) ; Recueil d'expérience sur l'hydromorphologie (ONEMA, 2010) ;
- De dossiers non listés précédemment et réalisés par BURGEAP.

Concernant les maîtres d'ouvrage enquêtés en dehors du territoire RM&C, ils ont été choisis en fonction de la qualité et de la spécificité des projets de restauration de cours d'eau qu'ils ont menés. En effet, ces projets nous semblent très intéressants à intégrer dans l'outil afin de bénéficier de données technico-économiques de référence et de combler un manque d'informations concernant certaines Actions-types.

Le choix des interlocuteurs a donc été conditionné par une présélection d'opérations de restauration de référence. Puis, par l'intermédiaire des maîtres d'ouvrages associés à ces opérations, des données propres à d'autres actions de restauration ont pu être recueillies.

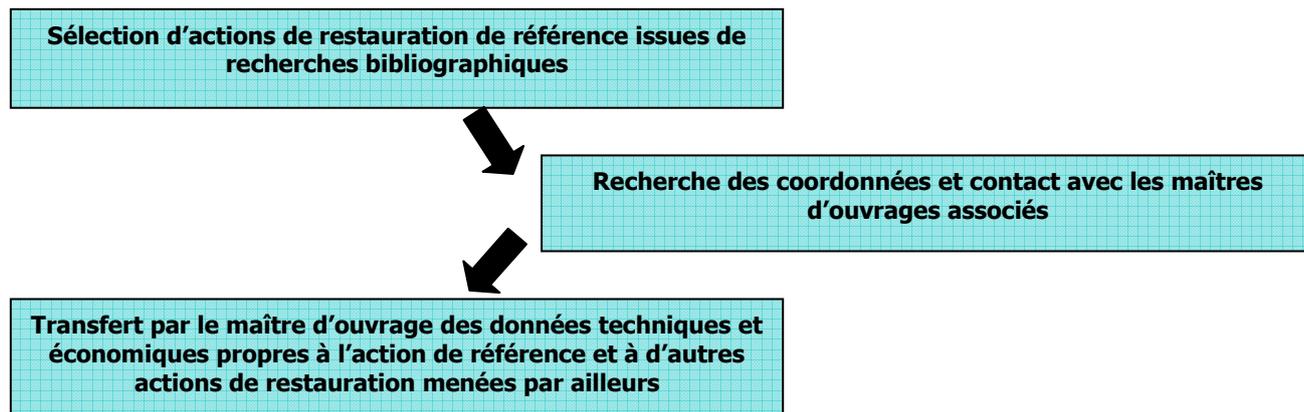


Figure 2 : Synthèse de la démarche de prise de contacts avec les maîtres d'ouvrage

La prise de contacts et les échanges de données avec les maîtres d'ouvrages se sont effectués en plusieurs étapes au cours de la période juillet-novembre 2010 : en premier lieu, un contact téléphonique a été pris avec chaque interlocuteur afin de préciser l'intérêt de l'étude et de faciliter l'échange de données ; dans un second temps un courriel de validation leur a été envoyé afin d'assurer la traçabilité de la demande ; enfin, trois courriels de relance ont été envoyés dans un laps de temps de deux mois et demi.

On notera que pour augmenter la sensibilisation des interlocuteurs enquêtes, notamment les chargés de mission de contrats de rivière, une information préalable a été transmise en juillet 2010 aux associations rivières régionales (Association Rivières Rhône Alpes, Réseau Régional des Gestionnaires de Milieux Aquatiques Provence Alpes Côte d'Azur, Association Rivières Languedoc-Roussillon), puis soit déposée sur leurs sites Internet, soit adressée par mails au réseau d'adhérents (cf. texte type en **Annexe 3**).

Afin de faciliter et d'harmoniser les échanges, les documents de référence suivants propres aux travaux de restauration ont été demandés de manière systématique aux maîtres d'ouvrages en leur spécifiant à l'oral et à l'écrit que tout autre document plus adapté en vue de la récupération de données techniques et économiques était également souhaité :

- Cahier des Charges Techniques et Particulières (CCTP) ;
- Bordereau des Prix Unitaires (BPU) ;
- Détail Quantitatif Estimatif (DQE) ;
- Autres documents de maîtrise d'œuvre ou études préalables aux travaux.

Cependant, malgré les efforts effectués et le soutien des services de l'Agence de l'Eau RM&C dans la phase finale de relance des différents maîtres d'ouvrage, l'intégralité des contacts n'a pas pu aboutir.

2.2.1.2 Contraintes rencontrées

L'absence de réponse et la récupération non optimale de données propres aux travaux de restauration issus des échanges avec les maîtres d'ouvrage peuvent s'expliquer par certaines contraintes que nous avons pu identifier :

- La difficulté majeure rencontrée a été le manque de temps de la part des interlocuteurs pour nous fournir les données nécessaires à l'étude. En effet, le calendrier des maîtres d'ouvrage étant déjà très chargé, notre démarche bien qu'amorcée en amont, n'a pas été considérée comme prioritaire. De ce fait, dans certains cas, nous n'avons pas pu bénéficier de réponse ou uniquement d'une réponse partielle.
- Le fait de débiter la prise de contacts à la fin du mois de juillet 2010, contrainte due au calendrier de l'étude, a également freiné les échanges étant donné les difficultés à joindre les différents interlocuteurs en période estivale.

- Le fait que, tout à fait légitimement, les maîtres d'ouvrages aient voulu vérifier l'origine et le cadre juridique des échanges de données a également ralenti la collecte des informations dans certains cas particuliers. Cet aspect juridique a été résolu en ne publiant pas dans ce rapport et dans l'outil les données économiques d'origine (BPU, DQE) et en extrayant strictement les coûts unitaires utiles à la base de données.
- Dans de nombreux cas, les données géographiques présentes dans les documents transmis par les maîtres d'ouvrages n'étaient pas suffisantes dans le cadre de notre étude, en particulier pour les données techniques propres aux travaux. Ainsi, il a été nécessaire de rechercher par un travail de bureau (prémices de la base de données SYRAH, Géoportail, études existantes, etc.) les informations techniques indispensables au fonctionnement optimal de l'outil (largeur plein bord du cours d'eau, estimation du débit morphogène, pente du tronçon de cours d'eau, type de pression présente, etc.).
- Indisponibilité répétée des interlocuteurs pour diverses raisons (congés, arrêt, formation, déplacements, etc.).
- Volonté des maîtres d'ouvrage de ne pas transmettre les données existantes pour des raisons juridiques ou morales (confidentialité, marchés en cours, travaux non terminés, etc.).

Cependant, bien que les différents maîtres d'ouvrage contactés aient eu des degrés variables d'implication dans le projet au niveau du transfert de données, ce qui explique les résultats non optimum, un retour plutôt positif par rapport au principe de l'outil informatique a été constaté. Les résultats du retour d'enquêtes dont donnés un peu plus loin.

2.2.1.3 Localisation géographique

Les maîtres d'ouvrage contactés ont été ciblés en priorité dans le l'ensemble du bassin RM&C afin d'avoir une image représentative des différents cours d'eau présents sur le territoire RM&C. En accord avec l'Agence de l'eau, une liste de 20 cours d'eau de référence a été déterminée en préalable afin de garantir cette diversité et l'inclusion des projets phares réalisés ces dernières années dans le bassin. Les résultats de l'étape de récolte de données sur ces cours d'eau sont synthétisés dans le tableau suivant :

N°	Cours d'eau	Contact MO	Réponse MO	Données suffisantes pour traiter l'exemple dans le cadre de l'étude
1	Ain	√	√	√
2	Arc	√	√	√
3	Arc Provençal	√	√	√
4	Ardèche	√		
5	Azergues	√		
6	Bienne	√		
7	Drugeon	√	√	√
8	Durance	√		
9	Saône Doubs (EPTB)	√	√	√
10	Gardons	√	√	√
11	Giffre	√	√	√
12	Guiers	√	√	√
13	Loue	√	√	√
14	Orb	√	√	√
15	Ouche	√	√	√

N°	Cours d'eau	Contact MO	Réponse MO	Données suffisantes pour traiter l'exemple dans le cadre de l'étude
16	Var	√		
17	Vistre	√	√	√
18	Verdon	√		
19	Veyle	√	√	√
20	Vidourle	√	√	√

Tableau 4 : Synthèse des contacts sur les cours d'eau de référence RMC

Au moins un maître d'ouvrage a été contacté sur 19 des 20 cours d'eau de référence. Sur l'Ardèche aucun chantier de restauration hydromorphologique significatif n'a été détecté. Ces contacts ont abouti à la récupération de données utiles pour 14 des 20 cours d'eau de référence (70%). Pour les autres, les transferts de données n'ont pas pu aboutir pour les raisons citées au paragraphe 0.

De manière générale, en cohérence avec les retours d'expérience existants, la sélection des opérations de restauration a tenté de donner une image représentative des opérations menées sur le bassin RM&C. Les enquêtes ont également été complétées en dehors du bassin RM&C, sur la base notamment des documents de référence établis ces dernières années, afin d'alimenter certains échantillons d'actions-types peu fournis. Sur 72 maîtres d'ouvrages contactés, on a ainsi 52 maîtres d'ouvrage présents sur le bassin, et 20, dont la structure est basée en dehors, ce qui permet d'apporter des données complémentaires tout en gardant une représentation majoritaire (72%) de retours d'expérience issus de cours d'eau locaux.

On constate que le taux de réponse des maîtres d'ouvrages a été légèrement supérieur sur le territoire RM&C (33 sur 52, soit 63%) qu'en dehors (11 sur 20, soit 55%).

La figure suivante permet de visualiser la localisation des différents maîtres d'ouvrages ayant répondu sur le territoire RMC.

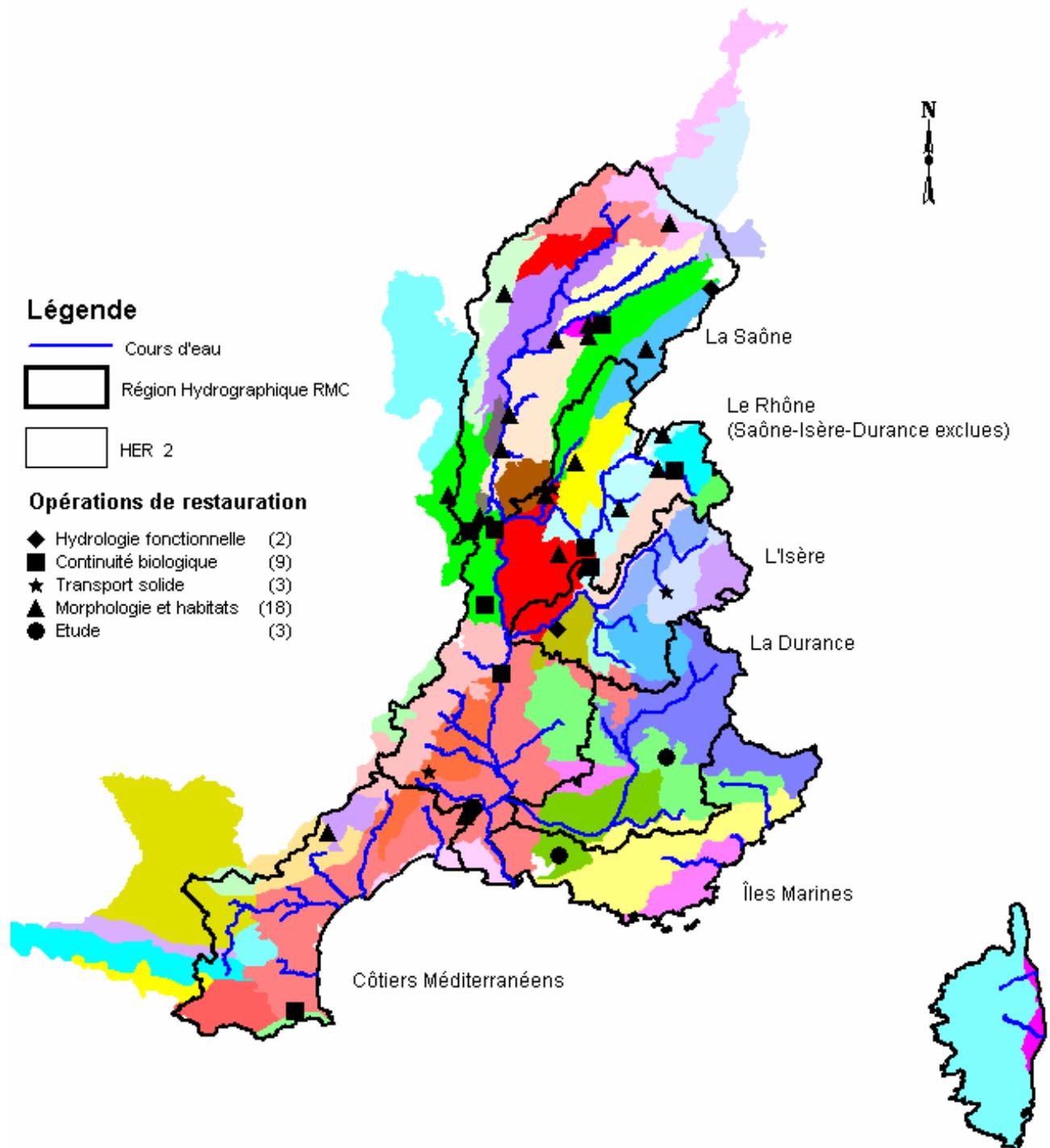


Figure 3 : Localisation des maîtres d'ouvrages contactés

La majorité des opérations de restaurations répertoriées dans le cadre de l'étude sont localisées dans le Nord et au centre du bassin. Elles concernent 18 Hydro-écocorégions de niveau 2 sur les 60 présentes sur le bassin RMC.

2.2.1.4 Résultat global des enquêtes

Le travail d'enquête a permis au final de recueillir les données de 43 maîtres d'ouvrage sur les 72 contactés, soit un taux de réponse global de 60 %.

Les domaines bénéficiant du plus grand nombre de retour d'expérience sont la continuité biologique et la restauration morphologique qui sont les opérations les plus courantes. Les thématiques propres au transport solide et à l'hydrologie fonctionnelle ne sont pas encore assez développées dans les structures de maîtrise d'ouvrage pour bénéficier d'un grand nombre d'expériences. Les résultats sont synthétisés dans le tableau suivant :

Thématique de restauration	Nombre de maîtres d'ouvrage sélectionnés	Taux par thématique	Nombre de contacts confirmés	Données reçues	Taux de réponse
Hydrologie fonctionnelle	4	6%	4	3	75%
Continuité biologique	16	22%	16	13	81%
Equilibre sédimentaire	13	18%	13	6	46%
Morphologie & Habitats	33	46%	33	17	52%
Etudes	6	8%	6	4	67%
Total	72	100%	72	43	60%

Dont Hors RMC	20	28%
RMC	52	72%

Tableau 5 : Synthèse des résultats du travail d'enquête auprès des maîtres d'ouvrages

Au niveau de la répartition en fonction des thématiques, la sélection des retours d'expérience de référence a été adaptée en fonction de la fréquence et de la nature des projets de restauration analysés à travers notre recherche documentaire. On constate ainsi une fréquence importante des opérations de restauration de la morphologie et des habitats aquatiques (46% des opérations recensées), ce qui s'explique par les caractères ambitieux et médiatiques de ce type de travaux. Les opérations concernant la continuité biologique (22%) et la gestion du transport sédimentaire (18%) ont une fréquence moyenne, représentant les nombreuses actions menées sur ces thématiques dans le cadre réglementaire et écologique de ces dernières années. Le taux d'action concernant les études est faible (8%), non pas que les études concernant les opérations de restauration soient peu nombreuses, mais il existe moins de données technico-économiques propres à leur retour d'expérience. Enfin, le taux concernant les actions propres à l'hydrologie fonctionnelle est également faible (6%), ce qui s'explique par le manque actuel de réalisation concernant cette thématique.

La liste de l'intégralité des opérations de restauration de référence et des contacts avec les maîtres d'ouvrage sont fournies en Annexe 4 et 5.

2.2.2 Collecte de données auprès d'experts

La consultation d'experts dans le cadre de l'étude a eu pour objectif d'apporter des connaissances technico-économiques plus détaillées sur des opérations de restauration spécifiques. En effet, pour certaines « actions types » de restauration, il semble compliqué de déterminer des formules de calcul du coût unitaire à partir de paramètres physiques pour des raisons, soit de manque de retours d'expérience (ex : système de dévalaison, etc.), soit de non corrélation entre le coût du type d'opération et les paramètres physiques de cours d'eau (étude socioculturelle, étude historique, etc.), il est donc apparu judicieux de consulter quelques experts spécialisés dans ce type d'actions afin de pallier l'absence de formule de coût unitaire par des informations préventives et des coûts moyens. Par ailleurs, pour les actions de restauration manquant de retours d'expérience, le travail d'expertise a en grande partie été analysé en interne par BURGEAP, du fait de son expérience dans les travaux de restauration hydromorphologique.

Parmi les différents experts consultés, plusieurs types d'acteur associés à la restauration des milieux aquatiques sont représentés, dont les principaux sont les suivants :

- Experts – Chercheurs spécialisés dans la restauration de cours d'eau ;
- Ingénieurs territoriaux de l'ONEMA ;
- Organismes de gestion de bassin ;
- Experts en analyse historique et socioculturelle ;
- Expertise interne à BURGEAP.

La liste des contacts de tous les experts contactés est donnée en **annexe 6**.

2.2.2.1 Experts – Chercheurs spécialisés dans la restauration de cours d'eau

Dans le cadre de l'étude, 7 experts, issus de divers organismes de recherche (Cemagref, CNRS) et institutionnels (ONEMA) ont été consultés afin de collecter des informations à la fois sur les données géographiques exploitables dans l'outil informatique (Base de données Carthage, base de données SYRAH) et sur les paramètres techniques importants pouvant influencer des travaux de restauration.

Sur les 7 experts consultés, nous avons reçu 6 réponses, résultat très satisfaisant au vu de la faible disponibilité des personnes consultées, ce qui nous a permis d'affiner la sélection des paramètres physiques des cours d'eau, en particulier sur la thématique de la continuité biologique et de la disponibilité des données géographiques. En effet, Les contacts au Cemagref et au CNRS nous ont permis de réaliser un bilan non exhaustif des données géographiques associées au réseau hydrographique RM&C actuellement disponibles. Cela nous a également permis de sélectionner les plus pertinentes dans le cadre de la réalisation de l'outil. Ainsi, la base de données SYRAH est techniquement apparue la plus adaptée au calcul de coûts unitaires, étant donné le champ intéressant des paramètres physiques de cours d'eau qu'elle contient. Suite à nos contacts avec le Cemagref et l'Agence de l'Eau, une version provisoire et non actualisée nous a été fournie durant l'étude. Initialement la base définitive aurait dû nous être accessible au début de l'hiver 2010 mais faute de disponibilité, une prolongation de l'étude a été mise en place et l'outil final a été basé sur les données qui doivent être présentes dans la version finale de la base SYRAH. Finalement, cette dernière devrait être accessible en février 2011, ce qui ne nous laisse pas le temps de l'exploiter dans le cadre de cette étude.

2.2.2.2 Ingénieurs territoriaux de l'ONEMA

Dans le cadre de l'étude, 5 ingénieurs de l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA), de 5 directions régionales différentes dont les 3 présentes sur le bassin RM&C, ont été contactés et 4 ont répondu.

RLy.03793/A.24958/CLyZ100844	
FLA/TLT – GBO	
Février 2011	Page : 25

Par l'intermédiaire de ces échanges, des informations et des données technico-économiques ont pu être collectées afin d'enrichir la base de donnée propre à l'étude.

En particulier, les travaux menés par la direction régionale du Centre Poitou – Charente sur la recharge en granulats des cours d'eau recalibrés ou incisés ont été très utiles, de même que l'étude de la direction régionale de Bretagne – Pays de la Loire sur l'évaluation des coûts de création d'écosystèmes fonctionnels en cours d'eau (Hydrosphère, 2004).

2.2.2.3 Organismes de gestion de bassin

Les organismes de gestion de bassin ne sont pas à proprement parler des experts des milieux aquatiques, mais il nous a semblé intéressant et logique des les contacter car bien qu'ils n'aient pas toujours la compétence de maîtrise d'ouvrage, ils coordonnent de nombreux travaux de restauration et ont accès à beaucoup de donnée technico-économiques.

Dans le cadre de l'étude, 3 organismes de gestion de bassin ont été contactés et tous nous ont répondu. Malheureusement, seul l'EPTB Saône Doubs, par l'intermédiaire de l'agent rattaché à la fédération de pêche de Saône et Loire, a pu nous transmettre des données intéressantes sur les opérations qui ont été menées sur la restauration des annexes hydrauliques et des zones de frayères dans le département.

D'autre part, les recherches que nous avons menées sur la thématique des plages de dépôts avec l'APTV de la Tarentaise Vanoise et sur les opérations de restauration du passage des crues morphogènes avec le SMMAR (Syndicat Mixte des Milieux Aquatiques et des Rivière) n'ont pas pu aboutir par manque de données tangibles.

2.2.2.4 Experts en analyse historique et socioculturelle

Dans le cadre de l'étude, 8 personnes ou organismes ont été contactés en vue de collecter des informations dans le domaine spécifique des études historiques et sociologiques associées à la préservation ou la restauration des milieux aquatiques. Seuls 4 contacts ont pu se concrétiser et ont abouti à des échanges d'informations.

Ces données recueillies auprès de professionnels nous ont permis de réaliser une présentation synthétique et concrète du principe de ces études et de cibler des coûts illustratifs qui apparaîtront dans l'outil informatique à défaut de formule de coût unitaire.

Ainsi, **23 « experts » ont été contactés dans le cadre de la collecte de données** pour l'enrichissement de la base de données technico-économiques propres aux opérations de restauration hydromorphologique. Cependant, sur ces 23 contacts, seulement 15 (soit 65%) ont pu aboutir à une récupération de données utile dans le cadre de l'étude.

Afin de pallier à ce manque de réponses, les compétences en restauration de cours d'eau de BURGEAP ont également été mises à disposition.

2.2.2.5 Expertise interne à BURGEAP

Les compétences de BURGEAP ont été utilisées à deux niveaux dans le déroulement de l'étude.

D'une part, pour les « actions types » de restauration de cours d'eau ne bénéficiant pas de retours d'expérience importants, une expertise technico-économique a été réalisée afin de mettre en valeur les paramètres importants pouvant influencer sur le coût des aménagements et de fournir, dans la mesure du possible des coûts unitaires moyens intéressants.

D'autre part, l'expérience de BURGEAP en termes de restauration hydromorphologique de cours d'eau a également été sollicitée afin de fournir des retours d'expérience complémentaires, permettant ainsi d'enrichir de manière ciblée, la base de données technico-économiques. Le tableau suivant résume les différents retours d'expérience sélectionnés dans l'historique récent des travaux et études menés par BURGEAP.

RLy.03793/A.24958/CLyZ100844	
FLA/TLT – GBO	
Février 2011	Page : 26

N°	Intitulé opération	Cours d'eau	Mesure du PdM	Date	Actions de restauration	HER 2	Maître d'ouvrage
B1	Le Tech au Boulou	Tech	3C11 - 3A20	mai-08	Restauration d'un seuil + passe à alose à bassins successifs	105	Commune du Boulou
B2	Restauration du vieux Doubs	Doubs	3C16	juin-10	Remise en eau Bras mort et suppression digue	84	Conseil Général 39
B3	Restauration de la Bourbe	Bourbre	3C14 - 3C17 - Etude Globale	juin-10	Terrassement + Diversification pour remise en état fonctionnement	85	Syndicat Intercommunal des Marais de Bourgoin
B4	Mesures de restauration sur l'Ainan	Ainan	3C11 - Etude Morphologique	janv-07	Programme de restauration globale de l'Ainan	76	SIAGA
B5	Etude réhabilitation du Canabou (affluent du Vistre)	Canabou	Etude Morphologique	oct-07	Etude de réhabilitation du Canabou en 3 phases	105	SMBV Vistre
B6	Faisabilité de la dérivation du Reins du Lac des Sapins	Reins	3C44	avr-09	Etude de faisabilité de dérivation du cours d'eau	86	Syndicat Mixte du Lac des Sapins
B7	Projet de renaturation du Vistre à l'aval de Nîmes	Vistre	3C44	mai-07	Etude de faisabilité de renaturation du cours d'eau par reméandrage	105	SMBV Vistre

Tableau 6 : Opérations de restauration menées par BURGEAP

L'analyse technico-économique de ces opérations de restauration viendra en complément de celles issues des enquêtes effectuées auprès des maîtres d'ouvrage.

Ainsi toutes les informations et données récoltées dans le cadre du travail d'enquête auprès des maîtres d'ouvrage et des experts sont analysée et répertoriée dans une base de données qui nous permettra d'établir dans la mesure du possible des formules de calcul de coût unitaire.

3 Détermination des coûts unitaires pour la restauration hydromorphologique des cours d'eau

3.1 Base de données sur les coûts de la restauration physique

3.1.1 Base de données des retours d'expérience

Pour chaque « action type » de restauration déterminée dans la phase précédente, tous les retours d'expérience correspondants, issus de la phase d'enquête, sont analysés et répertoriés dans le but de caractériser les paramètres techniques et les différents coûts propres aux travaux.

Ces retours d'expérience sont synthétisés dans des fiches récapitulatives où apparaissent les éléments suivants :

- Intitulé de l'opération ;
- Maître d'ouvrage ;
- Date des travaux ;
- Descriptif des travaux ;
- Origine des travaux (opportunité de restauration) ;
- Liste des paramètres techniques ;
- Liste des coûts propres à l'action ;

Ces fiches sont classées par action type de restauration, puis à une échelle supérieure par mesure du PDM.

La figure suivante illustre un exemple de format des fiches récapitulatives disponibles dans la base de données des retours d'expérience (retour d'expérience n°8 pour l'action type de reméandrage : Exemple de l'action de reméandrage de la petite Veyle par le syndicat de la Veyle Vivante– Mesure 3C44 du PDM)

8. Renaturation de la Petite Veyle en vue l'amélioration des habitats aquatiques

Maître d'ouvrage : Syndicat de la Veyle vivante
Date : 2006
Descriptif : Renaturation de la petite Veyle (bras secondaire de la Veyle) par deux actions sur deux sous tronçons : **Reméandrage de la petite Veyle** et diversification des écoulements par aménagement du lit mineur

Opportunité : solutionner certains dysfonctionnement analysés dans les études précédentes

Données :
 Cours d'eau Petite Veyle
 Largeur PB 14,2 m
 Débit Q2 25 m3/s
 HER2 84
 pente 0,07 %
 Linéaire restauré 500 m
 Pression faible 1/4
 Accessibilité Moyenne 3/5

Coût		Coût 2006	Coût juin 2010	
Installation de chantier		10 000,00 €	11 800,00 €	21%
Travaux préparatoires		8 935,00 €	10 543,30 €	19%
Mise à sec pour les travaux		7 160,00 €	8 448,80 €	15%
Terrassement		31 637,87 €	37 332,69 €	
Aménagement des berges		15 400,80 €	18 172,94 €	
Plan de recolement		1 200,00 €	1 416,00 €	3%
Total Travaux		47 038,67 €	55 505,63 €	
Total opération		74 333,67 €	87 713,73 €	
MOE		31 367,71 €	37 013,90 €	42%
Suivi écologique		10 823,80 €	12 772,08 €	15%
Total Projet		116 525,18 €	137 499,71 €	
Coûts connexes				
Travaux clotûre		3 645,00 €	4 301,10 €	
Abreuvoirs		3 927,00 €	4 633,86 €	

Figure 4 : Illustration d'une fiche récapitulative des retours d'expérience des travaux de restauration

Le choix des paramètres techniques s'inspire de la liste préalable effectuée dans la phase 1. La liste finale des paramètres utilisés dans le cadre de l'outil par Action-type est donnée en **Annexe 7**. Tous les paramètres pouvant apparaître dans les fiches sont explicités dans le paragraphe suivant.

3.1.2 Liste des paramètres techniques

Parmi les différents paramètres techniques que l'on met en évidence dans les retours d'expérience, certains sont des paramètres physiques dont la valeur a une influence sur le coût des travaux. Ils peuvent être associés au cours d'eau sur lequel ont lieu les travaux (largeur plein bord, pente, débit morphogène) au contexte du chantier (indice de pression, linéaire de restauration, etc.) ou aux ouvrages existants ou à construire (hauteur d'ouvrage, longueur de l'ouvrage, etc.)

Dans le cadre de l'outil, on peut distinguer deux sortes de paramètres : ceux qui seront disponibles dans la base de données géographiques associée à l'outil et issue de la base de donnée SYRAH ; et ceux que l'opérateur devra rentrer au vu de ses connaissances de terrain et du projet de restauration qu'il souhaite mettre en place.

Le tableau suivant synthétise les différents paramètres techniques issus de l'analyse des retours d'expérience, leurs caractéristiques et l'approche qui a été menée lors du travail d'analyse des retours d'expérience.

N°	Paramètres	Définition	Disponibilité directe dans l'outil	Détermination/estimation de la valeur du paramètre pour l'analyse des retours d'expérience
1	Largeur PB	Largeur plein bord du cours d'eau correspondant à la largeur du lit pour le débit de plein bord associé au débit morphogène	OUI	La largeur plein bord correspond à la hauteur limite du lit avant débordement. Lorsque cette donnée n'était pas disponible, elle a été déterminée par analyse de photographie aérienne (Google Earth, IGN)
2	Pente du cours d'eau	Pente du fond du lit	OUI	La pente du cours d'eau a été déterminée grâce la donnée présente dans la base de données SYRAH. Elle représente la pente moyenne du tronçon de cours d'eau.
3	Débit Morphogène	Débit seuil à partir duquel le lit d'une rivière est façonné et conduit à la formation et à la dynamique des faciès d'écoulement. Il correspond au remplissage plein bord du lit mineur et est généralement associé au débit de crue de période de retour 2 ans pour les cours d'eau naturels.	OUI	Dans la base de données géographique de l'outil (SYRAH), la valeur du débit morphogène est approchée par la valeur à 99% de chance de non dépassement sur la courbe des débits classés (DCN 99). Dans le travail d'analyse des retours d'expérience, lorsque la valeur du débit morphogène (Q2) n'était pas disponible dans les dossiers collectés ni dans les données SYRAH provisoires, elle a été déterminée à partir de la valeur DCN 99 disponible dans la Banque Hydro. Le DCNn exprime la valeur de débit non dépassée sur une année pendant n jours ou taux de jours. Le DCN99 exprime par exemple la valeur de débit non dépassée pour 99% des jours de l'année.
4	Indice de puissance spécifique	La puissance spécifique correspond au produit de la pente, du débit morphogène et de la masse volumique de l'eau par unité de largeur	OUI	La puissance spécifique est calculée à partir des 3 données précédentes.
5	Linéaire de restauration	Linéaire totale de cours d'eau concernée par l'action de restauration	NON	Propre à l'action de restauration
6	Superficie de restauration	Superficie de berge ou de terrain à restaurer dans l'action de restauration	NON	Propre à l'action de restauration
7	Superficie de bassin versant	Superficie de bassin versant associé à un cours d'eau	NON	Propre à l'action d'étude de volumes prélevables
8	Indice de pression	Indice correspondant aux pressions associées à l'occupation du sol présente au niveau du site de restauration	NON	Indice dont la valeur est comprise entre 1 et 4 : 1 : Pression nulle (zone naturelle, zone humide) 2 : Pression faible (prairie, forêt exploitée) 3 : Pression moyenne (cultures, urbanisation diffuse, présence d'enjeux secondaires) 4 : pression forte (urbanisation forte, présence proche d'enjeux)
9	Hauteur d'ouvrage	Hauteur d'ouvrage à aménager ou à détruire dans le cadre d'une action de restauration	NON	Propre à l'action de restauration
10	Largeur d'ouvrage	Largeur d'ouvrage (en crête) à aménager ou à détruire dans le cadre d'une action de restauration	NON	Propre à l'action de restauration
11	Longueur d'ouvrage	Longueur d'ouvrage à aménager ou à détruire dans le cadre d'une action de restauration	NON	Propre à l'action de restauration
12	Pente ouvrage	Pente du parement d'un ouvrage à aménager ou à détruire dans le cadre d'une action de restauration	NON	Propre à l'action de restauration
13	Coefficient des matériaux	Coefficient correspondant à la nature des matériaux utilisés pour la mise en place d'un ouvrage (bois, béton, enrochement, etc.)	NON	Propre à l'action de restauration. Ce paramètre ne concerne que trois actions de restauration et est variable pour chacune d'entre elles.

N°	Paramètres	Définition	Disponibilité directe dans l'outil	Détermination/estimation de la valeur du paramètre pour l'analyse des retours d'expérience
14	Coefficient du niveau de réfection	Coefficient correspondant à l'état de dégradation d'un ouvrage	NON	Propre à l'action de restauration. Ce paramètre ne concerne qu'une seule action de restauration
15	Indice du niveau d'enjeu sur un bassin versant	Cet indice correspond à l'importance des enjeux sur un bassin versant en termes de gestion de la ressource en eau	NON	Propre à l'action d'étude de volumes prélevables

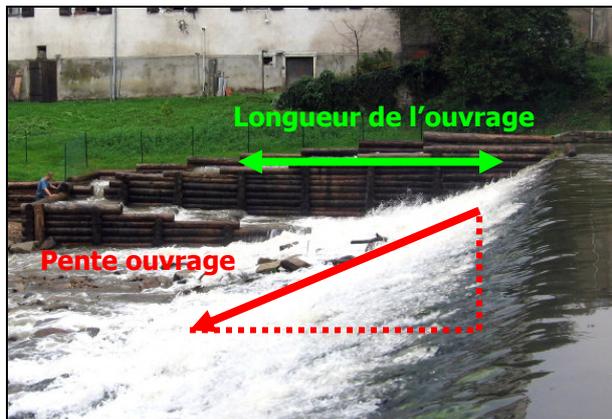


Tableau 7 : Synthèse des paramètres techniques propres aux opérations de restauration à l'échelle locale

Dans ce tableau apparaissent uniquement les paramètres qui serviront, de manière plus ou moins fréquente, à l'élaboration des formules de coûts unitaires. Cependant, dans certaines fiches récapitulatives, d'autres paramètres, adaptés à la nature de l'action type, sont mis en valeur afin de préciser des informations pertinentes propres aux travaux (volume de matériaux déblayés, érodabilité des berges, espèces piscicoles cibles, etc.), mais qui au final ne seront pas utilisés pour l'estimation des coûts.

Parmi ces différents paramètres techniques, uniquement 4 seront directement disponibles dans l'outil informatique par l'intermédiaire de l'intégration des bases de données géographiques. Ces 4 valeurs fournies par les données géographiques seront affichées au besoin et utilisées par défaut, mais l'utilisateur aura la possibilité de retenir une valeur différente si sa connaissance du contexte est plus précise.

Les autres paramètres, au nombre de 11, devront être directement entrés par l'opérateur du fait de sa connaissance du terrain. Certains paramètres prenant la forme d'indices associés à des classes de valeur (coefficient de matériaux, indice de pression, coefficient de niveau de réfection), l'éventail des références correspondant aux différentes valeurs d'indice sera donné à l'opérateur. La figure suivante explicite le choix des références pour l'indice de pression.

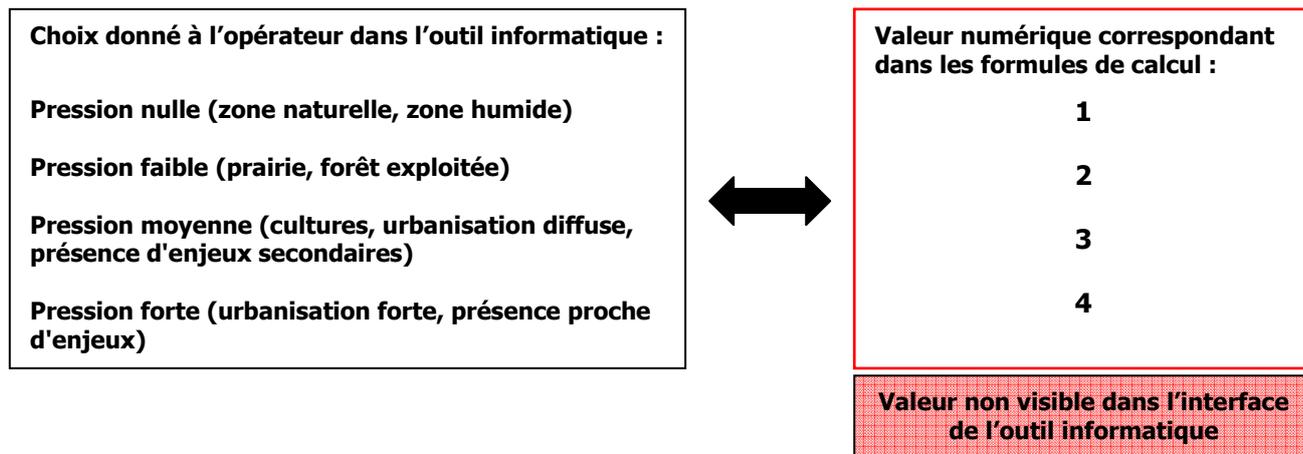


Figure 5 : Affichage des paramètres techniques sous forme d'indice

La nature de ces paramètres est propre à l'échelle locale ; dans le cadre de la conception de l'outil à l'échelle bassin, les références des paramètres seront adaptées à l'échelle des masses d'eau.

3.1.3 Coût des travaux

Les coûts de travaux sont collectés dans différents documents (BPU, DQE, Guides techniques) propres à la réalisation de travaux. Dans le cadre de retours d'expérience d'opérations composées, les données économiques sont analysées afin de sélectionner les données correspondant à chaque « action type » de restauration. En effet, les données propres à chaque action sont répertoriées afin de faire correspondre la nature des travaux et les coûts associés dans chaque opération.

De plus, comme les travaux analysés ont été effectués à des dates différentes sur une période de plus de 10 ans (de 1998 à 2010), une mise à jour des coûts a été réalisée à partir de deux indices :

- L'indice TP01 a été utilisé pour les coûts associés aux travaux (terrassement, génie civil, maçonnerie, génie végétal, etc.) ;
- L'indice ING a été utilisé pour les coûts associés aux prestations intellectuelles (études techniques, assistance à maîtrise d'ouvrage, etc.).

Les coefficients de mise à jour des coûts ont été calculés afin d'actualiser les prix pour la période du mois de juin 2010 correspond au dernier indice disponible au moment du début de traitement des données. L'évolution de ces coefficients est donnée dans le graphique suivant.

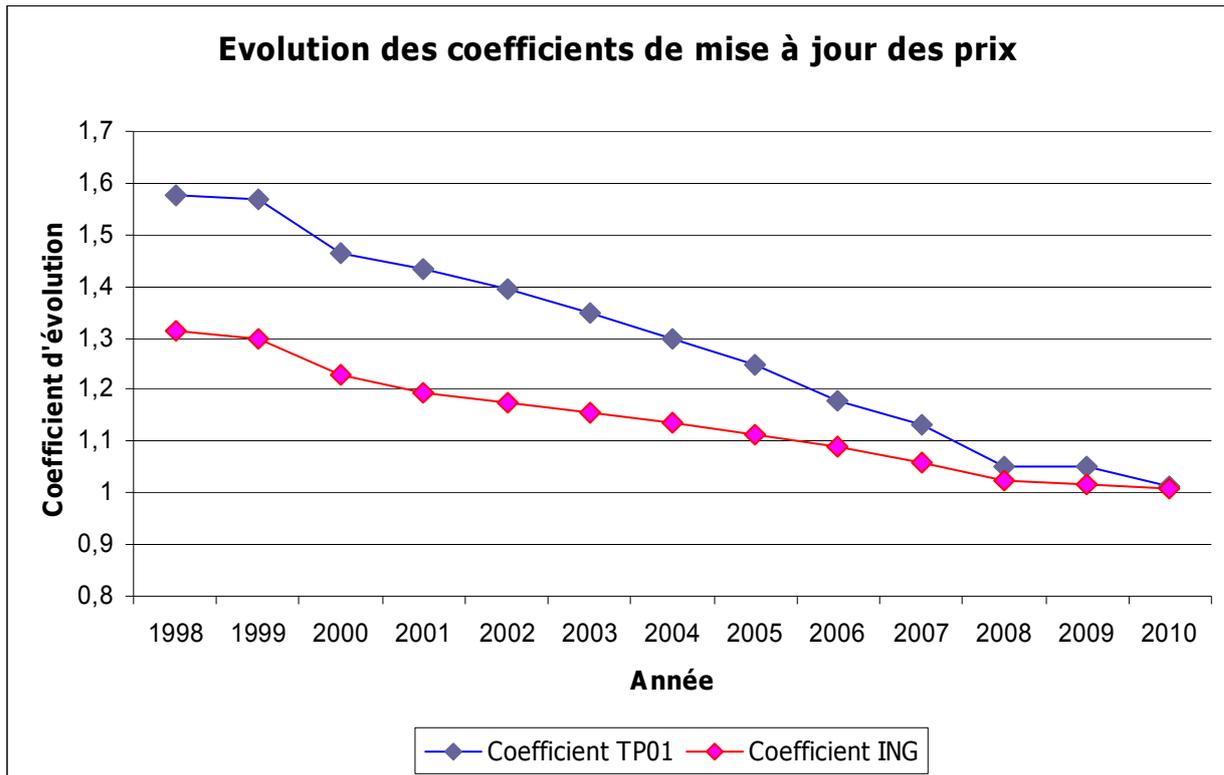


Figure 6 : Evolution des indices d'actualisation des prix

Les coûts actualisés sont obtenus par le produit du coût initial et de l'indice d'évolution des prix propre au mois ou à l'année de réalisation ou d'estimation des travaux.

3.2 Description d'une opération type de restauration hydromorphologique

Le déroulement complet d'une opération de restauration comprend différentes étapes, en débutant par des investigations préalables jusqu'aux mesures de suivi permettant d'évaluer l'efficacité des travaux. Toutes ces étapes ne sont pas systématiquement nécessaires ou forcément respectées dans le déroulement d'une opération.

L'outil ayant en premier lieu une vocation opérationnelle de chiffrage des opérations, mais également une vocation pédagogique visant à lister tous les besoins possibles en études et travaux, nous avons essayé de lister l'ensemble de ces besoins afin de guider l'utilisateur et potentiellement les maîtres d'ouvrage.

La figure suivante représente la structure logique d'une opération globale de restauration en reprenant toutes les phases.

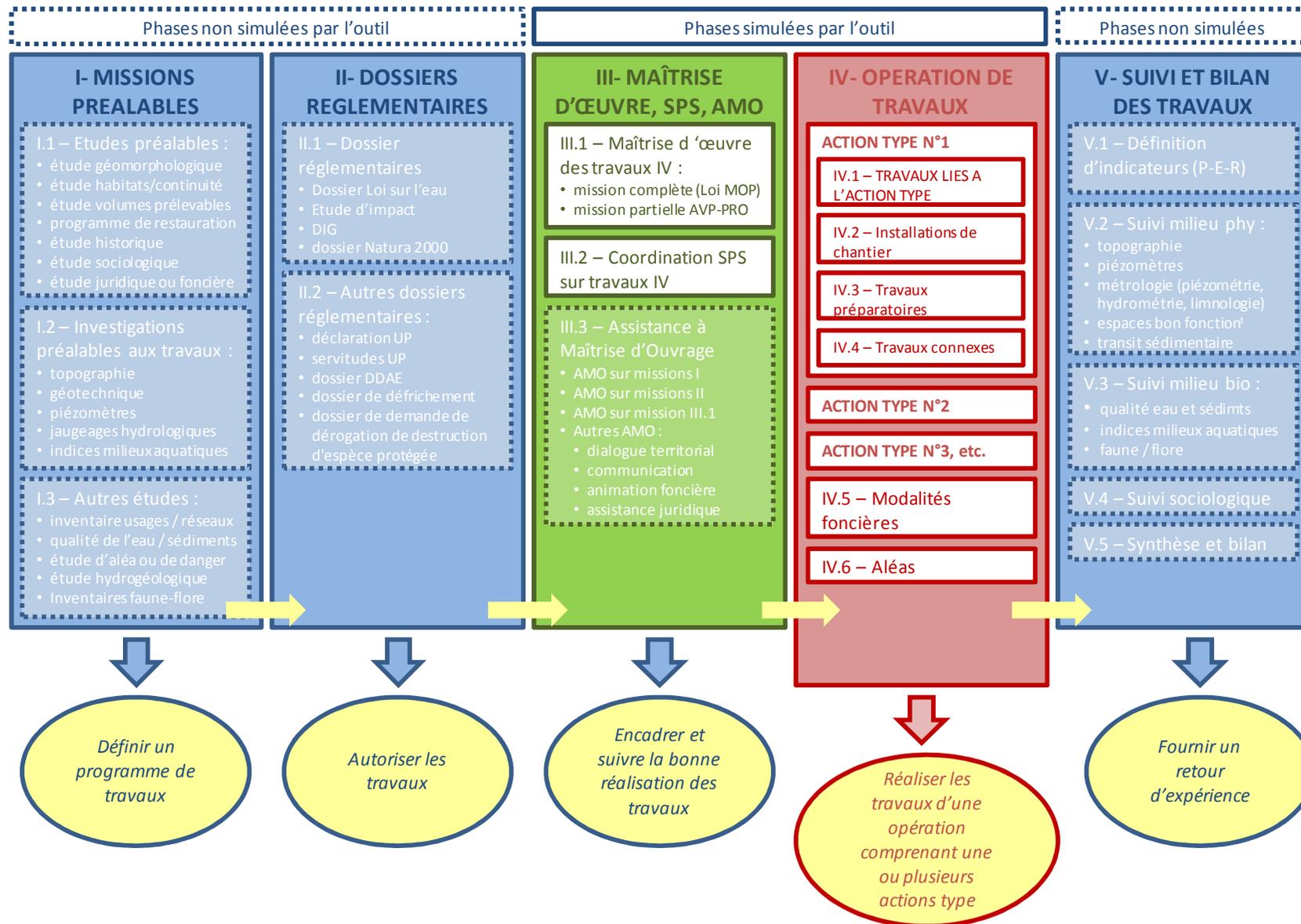


Figure 7 : Architecture du programme d'une opération globale de restauration et adaptation à l'outil de détermination des coûts

Un programme d'opération peut ainsi se composer en 5 grandes phases :

- **Phase I : Missions préalables** : il s'agit de l'ensemble des études préalables permettant d'aboutir à la définition d'un programme de travaux validé par un maître d'ouvrage. Cette étape est un préalable non indispensable mais fortement souhaitable, même si le teneur des travaux est déjà pressentie et que le maître d'ouvrage serait tenté d'aborder directement les Phases III et IV ; elle va permettre, selon les besoins, de dimensionner correctement le projet, de l'intégrer dans une gestion globale et concertée, d'ajuster son niveau d'ambition pour que l'objectif de bon état soit atteint (cf. 1.2 Avertissements), d'identifier les procédures réglementaires soumises par le projet à réaliser en Phase II, de prédéfinir des indicateurs de suivi mis en œuvre en Phase V.
- **Phase II : Dossiers réglementaires** : il s'agit de l'ensemble des études et missions qui vont permettre de rendre le projet autorisé et conforme à la réglementation en vigueur. En général, dès qu'il s'agit d'intervenir sur un milieu aquatique, un dossier de type Dossier Loi sur l'Eau ou Etude d'Impact (si projet supérieur à 1,9 M€HT) est nécessaire au minimum. Selon le contexte, d'autres dossiers vont être nécessaires : DIG ou dossier Natura 2000 pour les plus fréquents ; Déclaration d'Utilité Publique, Servitude d'Utilité Publique, dossier de défrichement, etc. ;
- **Phase III : Maîtrise d'œuvre, SPS, AMO** : il s'agit des missions d'accompagnement du maître d'ouvrage qui vont permettre d'encadrer et d'assurer la bonne réalisation des travaux. Si le maître d'ouvrage n'en a pas les capacités ou les moyens en régie, le maître d'œuvre conçoit et chiffre le projet (AVP-PRO), aide à la consultation, au choix des entreprises et la passation des marchés (ACT), vise les plans d'exécution des entreprises (VISA), dirige l'exécution des travaux (DET), assiste le maître d'ouvrage pour la réception de l'ouvrage (AOR), et il lui est souvent demandé d'assurer en sus des missions d'ordonnancement, de pilotage et de coordination (OPC). Un coordonateur Sécurité Protection de la Santé (SPS) est obligatoire sur un chantier dès que 2 entreprises au minimum (y compris sous-traitant) interviennent ; par défaut, il sera considéré que cette condition est toujours remplie. Enfin, le maître d'ouvrage peut s'adjoindre les compétences d'un Assistant à Maître d'Ouvrage (AMO) pour toute mission d'appui technique, juridique ou foncier qu'il souhaiterait ; dans ce cas, l'AMO travaille et s'exprime au nom et pour le compte du maître d'ouvrage.
- **Phase IV : Programme de travaux** : il s'agit de la réalisation du programme de travaux proprement dit, dont le chiffrage est assuré par le présent outil. Au-delà des actions-type qui composent le programme, sont inclus également les coûts des travaux complémentaires, des travaux connexes, un forfait pour aléas calculé sur la base d'un taux du coût des travaux précédents, et les frais liés aux modalités foncières.
- **Phase V : Suivi et bilan des travaux** : il s'agit enfin des études et missions de suivi post-travaux permettant au final d'assurer un suivi et un bilan des travaux réalisés. Cette étape ne présente pas de caractère obligatoire, mais elle est fortement souhaitée par les maîtres d'ouvrage et partenaires financiers qui souhaitent bénéficier d'un retour d'expérience des travaux réalisés, a fortiori dans le cadre d'opérations pilotes ou ambitieuses.

La présente étude et l'outil de chiffrage associé portent sur :

- Phase IV – Programme de travaux ;
- Phase III.1 – Maîtrise d'œuvre et III.2 – SPS.

L'outil est donc en mesure de chiffrer le contenu minimal d'une opération type de restauration hydromorphologique. Certaines études de la Phase I sont intégrées dans l'outil car elles constituent notamment des mesures du PDM du SDAGE.

Les autres phases (I, II, III.3, V) ne sont pas incluses dans l'outil car elles ne faisaient pas partie de la demande initiale du cahier des charges. Cependant, compte tenu de la vocation pédagogique qui doit être donnée à terme à l'outil, elles sont développées et chiffrées dans le présent rapport. Une version ultérieure de l'outil pourra conduire à les intégrer définitivement.

A l'échelle de l'outil, la démarche d'estimation du coût d'une opération de restauration se passera en plusieurs étapes :

- Dans un premier temps, l'outil permet d'estimer le coût des différentes « actions types » de restauration et les coûts complémentaires obligatoires propres à chacune d'entre elles (installation de chantier, travaux préparatoires).
- Dans un deuxième temps, l'outil permettra de choisir quels sont les coûts connexes potentiellement applicables à l'ensemble des « actions types » de restauration, si nécessaire d'estimer un coût associé à des modalités foncières, et d'intégrer forfaitairement un risque d'aléa. On obtiendra alors le coût total du programme des travaux.
- Enfin, la dernière étape permet de déterminer le coût de maîtrise d'œuvre associé à la réalisation du programme de travaux, ainsi que le coût de la mission SPS qui sera obligatoire dans la plupart des cas. On obtient alors le coût total de l'opération de restauration hydromorphologique.

La figure suivante reprend le schéma logique de ces différentes phases tout en faisant le lien avec les étapes de détermination des coûts dans l'outil informatique.

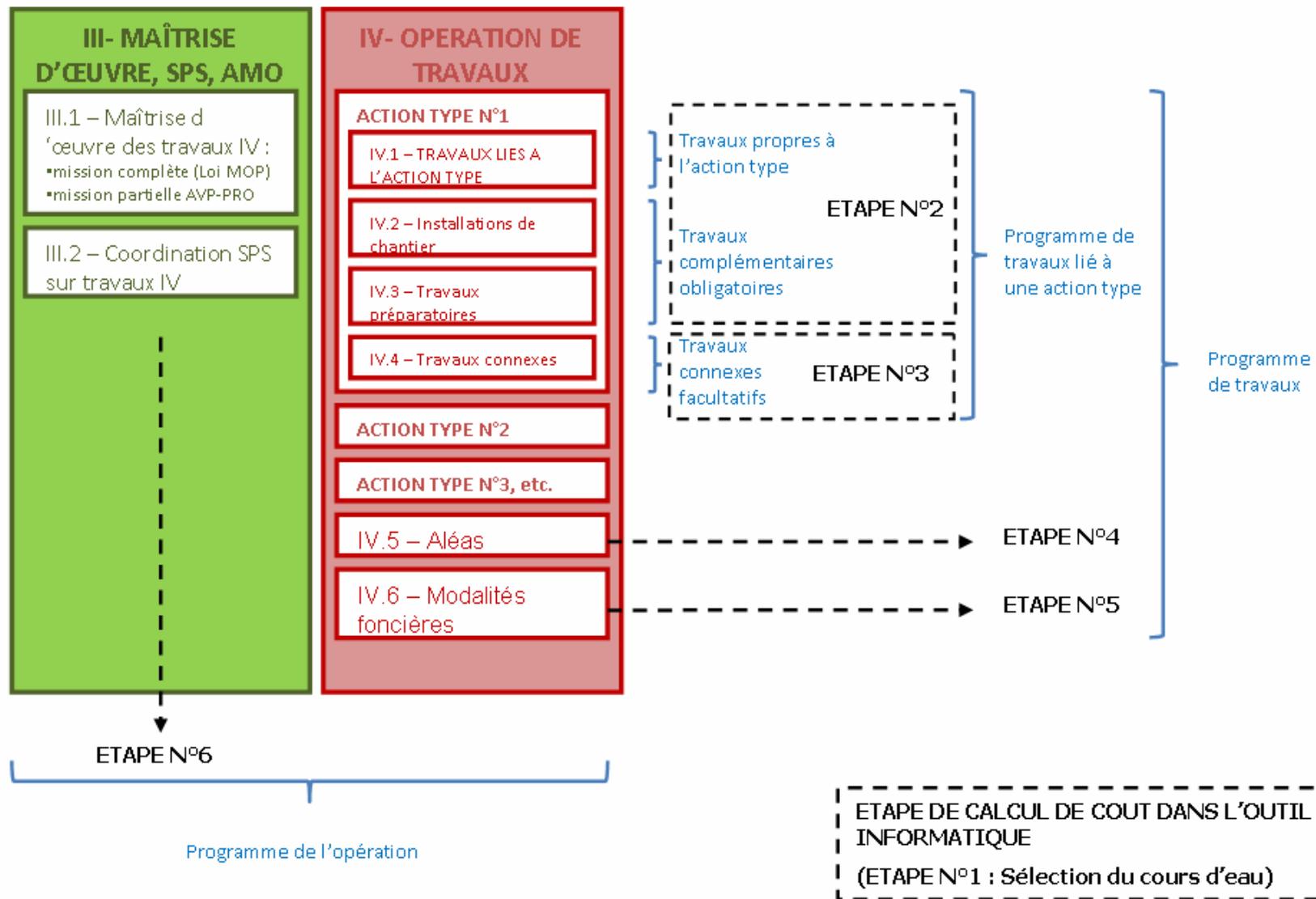


Figure 8 : Synthèse des étapes simulées par l'outil et rappel des définitions utilisées

3.3 Analyse sommaire des coûts des phases non simulées par l'outil

Nous reprenons dans cette partie les différentes phases d'un programme d'opération de restauration en analysant les différents coûts possibles propres aux grandes phases citées dans la partie précédente.

Les coûts rentrant dans le champ d'application de l'outil seront traités plus en détail dans le paragraphe suivant (§ 3.4).

3.3.1 I- INVESTIGATIONS PREALABLES

3.3.1.1 I.1-Etudes préalables

Nota : le plan pluriannuel d'entretien des boisements de berge n'est pas inclus dans les études préalables à des opérations de restauration hydromorphologique

Les études préalables suivantes peuvent être nécessaires :

- étude géomorphologique : étude intégrée dans l'outil ;
- étude d'habitats/continuité : étude intégrée dans l'outil, cf. 3C13 ;
- programme de restauration hydromorphologique : étude intégrée dans l'outil, cf. 3C43 ;
- étude sociologique : étude intégrée dans l'outil ;
- étude historique : étude intégrée dans l'outil ;
- étude juridique : une étude juridique peut être nécessaire pour faire un inventaire du parcellaire et des ayants-droit, faire une expertise de droits d'eau, rédiger un nouveau droit d'eau ou une convention, définir des modalités foncières, etc. Le montant varie fortement, en général entre 2000 et 50000 €HT, en fonction de l'importance de la mission (site localisé ou bassin versant) et de son contenu). A la journée, compter 1000 €HT/jour d'expert en droit de l'environnement hors frais de déplacement.

3.3.1.2 I.2-Investigations préalables

- **topographie** : les levés topographiques sont nécessaires pour la plupart des travaux à mener en rivières et milieux aquatiques afin de concevoir le projet et assurer sa bonne réalisation. Il peut être nécessaire selon les besoins de lever des profils en long, des profils en travers, des plans de masse (vue en plan), des levés d'ouvrages. D'autres types de levés ne sont pas décrits ici mais peuvent être nécessaires : bathymétrie de plan d'eau, application cadastrale, plan de bornage, etc.
 - o profil en long de cours d'eau :
 - méthode terrestre : 450 € HT /km +/-50% pour fond et ligne d'eau (1 point tous les 20 à 50m + singularités), selon accès, linéaire, densité points, hydrologie
 - coûts inférieurs si profils combinés avec levé d'un plan masse par méthode terrestre, photogrammétrie, ou LIDAR (cf. ci-après)
 - o profil en travers de cours d'eau :
 - lit mineur seul par méthode terrestre : 200 €HT/u +200%/-50% (pour environ 20 points/u) selon accès, nombre de profils, densité points, bathymétrie, hydrologie
 - lit mineur et lit majeur par méthode terrestre : 300 € HT /u +150%/-50% (pour environ 30 points/u) selon accès, nombre de profils, densité points, bathymétrie, hydrologie
 - coûts inférieurs si profils combinés avec levé d'un plan masse par méthode terrestre, photogrammétrie ou LIDAR (cf. ci-après)

- levé d'ouvrage (seuil, barrage) :
 - profil en travers de l'ouvrage par méthode terrestre : 300 € HT /u +200%/-50% selon accès, nombre de profils, densité points, largeur de l'ouvrage, bathymétrie, hydrologie, annexes (canal, vannages, etc.).
 - plan masse de l'ouvrage à l'échelle 1/200 : 1000 € HT /u +300%/-50% selon taille de l'ouvrage (hauteur, largeur), annexes (canal, vannages, etc.), échelle, DAO
- plan masse et Modèle Numérique de Terrain (MNT) à l'échelle 1/500 à 1/2000 :
 - plan masse/MNT par méthode terrestre : 500 € HT /ha +100%/-50% selon surface totale, échelle de rendu, DAO
 - plan masse/MNT par plan vectoriel photogrammétrique (S > 50 ha) : coût très variable selon surface totale, échelle de rendu, travail de DAO. Environ 100€ HT /ha +100%/-50% pour des surfaces réduites (50 à 200 ha) ; tarif dégressif avec la surface, jusqu'à 10 €/ha pour des surfaces de plusieurs milliers d'hectares.
 - plan masse/MNT par LIDAR (Light Detection and Ranging) sans DAO (L>20 km, S>500 ha), mais avec fourniture d'un MNT : coût très variable selon surface totale, largeur de lit majeur (1 ou 2 passages aérien), échelle. Environ 15€HT/ha +/-30% pour de l'ordre de 1000 ha ; tarif dégressif avec la surface, jusqu'à environ 8 €HT/ha.
- **Géotechnique** : des investigations géotechniques peuvent être nécessaires, voire obligatoires, pour certaines mesures, dès que la stabilité des terrains ou des ouvrages est concernée, en particulier lorsque les mesures sont en lien avec la sécurité et sûreté des ouvrages (décret du 11 décembre 2007) : aménagement d'un seuil ou d'un barrage, passe à poissons, suppression de contrainte latérale, dérivation du lit, etc. Les missions géotechniques sont classifiées par la norme NF P 94-500 du 5 juin 2000.

Les missions G0 et G5 interviennent en investigation préalable ; les missions G0 à G4 interviennent en accompagnement de la phase de maîtrise d'œuvre.

- Mission G 0 : Exécution de sondages, essais et mesures géotechniques
- Mission G 1 : Etude de faisabilité géotechnique
- Mission G 2 : Etude de projet géotechnique
- Mission G 3 : Etude géotechnique d'exécution
- Mission G 4 : Suivi géotechnique d'exécution
- Mission G 5 : Diagnostic géotechnique

Il est difficile de fournir des prix unitaires car les coûts d'intervention dépendent de la précision des investigations et notamment des sondages à réaliser, de la profondeur du substratum, de l'accessibilité, etc. Quelques exemples de chiffrages :

- diagnostic de seuil / barrage de petite taille (5-30 m en largeur, 2 m en hauteur) : 3000 €HT +/- 50% pour une mission G5 à dire d'expert sur la base d'un diagnostic visuel ; 10 000 €HT +/- 50% pour une mission G5 avec sondages de reconnaissances (panneau électrique, sondages pressiométriques) ;
- diagnostic de seuil / barrage de taille moyenne (100 m en largeur, 4 m en hauteur) : 25 000 €HT +/- 30% pour une mission G5 avec sondages de reconnaissances (diagnostic visuel, panneau électrique, sondages pressiométriques, sondages à la pelle mécanique, essais en laboratoire) ;
- diagnostic de digue : 20 000 €HT +/-30% /km de digue pour une mission G5 avec sondages de reconnaissances (panneau électrique, 1 sondage à la pelle mécanique tous les 100 m, des sondages pressiométriques tous les 1,50 m jusqu'à 4 m de profondeur tous les 100 m avec un essai Lefranc en fond de forage).
- sondages à la pelle mécanique pour repérer la lithologie et les battements de nappe : 3000 €HT pour une mission G0 de 8 sondages peu éloignés à 3-4 m de profondeur, comprenant 1 journée de location de pelle et l'interprétation des sondages.

- **Piézométrie :** la piézométrie vise à connaître et à suivre les niveaux d'eau de la nappe alluviale ou phréatique concernée par l'opération, pour aider à la conception du projet (niveau de nappe, zone humide) ou pour suivre les incidences (remontée de nappe due au réengrèvement du lit). Les piézomètres, forés dans le sol à une profondeur suffisante (éventuellement jusqu'au substratum), peuvent éventuellement être installés dans le cadre d'une mission géotechnique. Le nombre de piézomètres est à adapter selon l'objectif et la taille du site. Par exemple, pour analyser correctement les relations nappe/rivière sur un site inconnu, il est nécessaire de disposer au minimum de 2 à 3 transects de 2 à 3 piézomètres chacun perpendiculairement au cours d'eau.

Le coût de l'installation de piézomètre dépend du nombre de piézomètres, de leur profondeur, de leur destination (mesure de niveau de nappe, pompage, etc.), de leur équipement (diamètre, massif filtrant ou non), de la nature des terrains, de l'accessibilité, etc. Quelques exemples de chiffrages :

- o Installation de 6 piézomètres sous forme de 3 transects de 2 piézomètres, d'une profondeur de 10 m dans un terrain argilo-limoneux, foré mécaniquement en 140 mm, de diamètre 69-75 mm (piézométrie, prélèvements), avec massif filtrant à gravette et capot métallique : 12000 €HT, soit 2000 €HT par piézomètre ; 100 €HT/ml supplémentaire par piézomètre ;
 - o Installation de 6 piézomètres sous forme de 3 transects de 2 piézomètres, d'une profondeur de 10 m dans un terrain argilo-limoneux, foré mécaniquement en 68 mm, de diamètre 52-60 mm (piézométrie, prélèvements), sans massif filtrant, avec capot métallique : 8400 €HT, soit 1400 €HT par piézomètre ; 80 €HT/ml supplémentaire par piézomètre ;
 - o Installation de 6 piézomètres dans une zone humide, d'une profondeur de 2 m dans un terrain argilo-tourbeux, foré manuellement à la tarière à main 68 mm, de diamètre 52-60 mm (piézométrie), sans massif filtrant, sans capot métallique : 2400 €HT, soit 400 €HT par piézomètre ; 70 €HT/ml supplémentaire par piézomètre dans la limite de 4-5 m au total ;
- **jaugeages hydrologiques.** Les jaugeages de cours d'eau ou annexes sont parfois nécessaires pour préciser l'hydrologie locale et affiner la conception des projets (chenal d'étiage, etc.). Les jaugeages sur des stations non équipées sont en général réalisés au moulinet ou au courantomètre électromagnétique. Dans des conditions d'eau plus profonde, une technique adaptée pour un site non équipé est la mesure par ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) sur embarcation. Les coûts s'entendent hors interprétation hydrologique des débits de référence, très variable selon le contexte.
- Pour un cours d'eau dont le lit est traversable à pied, compter en moyenne 300 €/point jaugés +/- 30% selon les conditions d'accès, le type de cours d'eau, le nombre de points, les conditions hydrologiques, etc. Pour cours d'eau accessible uniquement en embarcation, 1000 à 5000 €/point jaugé selon mêmes conditions.
- **indices sur les milieux aquatiques.** Il existe plusieurs indices plus ou moins normalisés de qualification des milieux aquatiques (les coûts incluent le travail d'interprétation) :
 - o Indice IBGN (Indice Biologique Global Normalisé au format DCE, 12 placettes) pour la macrofaune benthique. Coût : 1200 €HT/u +/-20% selon nombre, accessibilité, densité des échantillons, type de cours d'eau. Il existe également l'indice MAG20 (20 placettes), peu pratiqué, qui n'est pas décrit ici, ainsi que l'indice IBL appliqué aux plans d'eau ;
 - o Indice IBD (Indice Biologique Diatomées) pour les diatomées. Coût : 300 €HT/u +/- 20% selon nombre, accessibilité, type de cours d'eau.
 - o Indice IOBS (Indice Oligochètes de Bio-indication des Sédiments) pour les invertébrés oligochètes. Coût : 600 €HT/u +/- 20% selon nombre, accessibilité, densité échantillons, type de cours d'eau. Il existe également l'IOBL appliqué aux plans d'eau ;
 - o Indice IBMR (Indice Biologique Macrophytique en Rivière) pour les macrophytes. Coût : 700 €HT/u +/- 20% selon nombre, accessibilité, densité échantillons, type de cours d'eau.
 - o Indice IPR (indice poisson rivière) pour les peuplements piscicoles. Coût sur la base d'un inventaire piscicole de type DeLury : $C = 100 \times \text{Largeur} + 500$. Ajouter 300 €HT pour IPR en supposant que les données de température sont connues.

- Indice IAM (Indice d'Attractivité Morphodynamique) pour la qualité des habitats aquatiques. Coût : 1500 €HT/u +100%/-50% selon nombre, accessibilité, type de cours d'eau, largeur de cours d'eau, hors éventuels levés topographiques.
- Indice ISCA (Indice Spécifique de Capacité Astacicole) pour la qualité des habitats aquatiques vis-à-vis de l'écrevisse. Coût : 1500 €HT/u +100%/-50% selon nombre, accessibilité, type de cours d'eau, largeur de cours d'eau, hors éventuels levés topographiques. Coût réduit à 200 €HT/u si indice groupé avec l'indice IAM.

3.3.1.3 I.3-Autres études préalables

D'autres études et investigations préalables sont parfois nécessaires, en fonction des opérations envisagées. Leur chiffrage n'est pas proposé ici car il est trop dépendant du contexte et du contenu des interventions.

- **Inventaire des usages et réseaux** : outre le fait que le recensement des réseaux soit obligatoire au moment de la réalisation des travaux (Déclaration d'Intention de commencement de Travaux – DICT), le recensement des usages et réseaux est souvent indispensable en préalable à la conception du projet soit parce que ces usages font partie intégrante du projet, soit parce qu'ils sont impactés par le projet (déplacement de réseaux, déplacement de captage, suppression d'une prise d'eau, etc.).
- **Analyses de qualité de l'eau et de sédiments** : Les analyses de qualité de l'eau et des sédiments peuvent être nécessaires pour aider à la conception d'une opération (pollutions présentes ou rémanentes, capacité auto-épuratoire, etc.). Les mesures peuvent porter sur l'eau, les sédiments, ou la phase liquide interstitielle des sédiments dans le cas où les sédiments doivent être remaniés.

Plusieurs types de paramètres peuvent être analysés : physico-chimie, métaux lourds, hydrocarbures (HCT-HAP), phytosanitaires, polychlorobiphényles (PCB), composés organiques volatiles (COV), granulométrie, etc., sur une densité de points plus ou moins grande, et sur une ou plusieurs campagnes. Les arrêtés des 30 mai 2008 et 9 août 2006 définissent les paramètres à mesurer à minima dans le cadre de remobilisation de sédiments ou de stockage sous forme de déchets.

- **Etude hydraulique, d'aléa ou de danger** : dans le cadre d'un programme de restauration hydromorphologique, il peut être intéressant de disposer d'une étude hydraulique calculant les lignes d'eau avant/après projet, d'études d'inondabilité afin de préciser le devenir d'ouvrages (digue, barrage) ou la gestion du lit majeur.

Les études hydrauliques servent en général comme outil de gestion des risques (porter-à-connaissance des risques, Plan de Prévention des Risques d'Inondation) ou outil d'appui à la politique d'aménagement territorial (SCOT, PLU). Dans le cadre d'opération de restauration/gestion de l'espace de bon fonctionnement ou de la morphologie, elles peuvent être d'un grand intérêt pour motiver un projet, délimiter un projet ou gérer le foncier.

Les études de danger doivent être réalisées pour les digues de classe A, B ou C d'après le décret du 11 décembre 2007. Ces études, associées au diagnostic approfondi des digues, peuvent amener à déterminer l'utilité de conforter une digue ou au contraire de la supprimer ou de la reconstruire en arrière de façon à restaurer une partie de l'espace de bon fonctionnement.

- **Etude hydrogéologique** : une étude hydrogéologique, analysant notamment les relations nappe/rivière, peut être nécessaire dans certains cas pour aider à l'établissement d'une opération ou à la conception d'un projet. Celle-ci peut être réalisée conjointement à une étude géotechnique avec des sondages. C'est le cas par exemple pour la question du devenir d'un ouvrage (seuil/barrage) alors que la retenue amont favorise l'alimentation de la nappe ; pour un projet de reméandrage qui va remanier les terrains et perturber les relations nappe/rivière, voire risquer un à sec du cours d'eau en étiage.

- **Etude d'inventaire habitats/faune/flore :** les inventaires de ce type sont nécessaires, voire indispensable dès lors que les milieux naturels aquatiques, humides ou terrestres vont être impactés par les travaux.

L'inventaire des habitats et de la flore protégée constitue en général le socle de l'étude ; la flore aquatique peut-être une cible si des espèces protégées sont attendues (potamot, etc.) ; ce premier volet est complété ensuite par des inventaires faunistiques plus ou moins poussés : poissons ; écrevisses ; batraciens (grenouilles, crapauds, salamandres) ; reptiles (serpents, lézards) ; chiroptères (chauve-souris) ; entomologie (insectes) : orthoptères (criquets), coléoptères (scarabées), lépidoptères (papillons), odonates (libellules), etc. ; avifaune (oiseaux), mammifères, etc.

Le coût des investigations est très variable et dépend des populations recherchées, de l'objectif (recensement exhaustif et normé ou sondages), du territoire concerné, de la sensibilité des milieux, de la période d'investigation, du nombre de passages, des techniques employées, etc.

3.3.2 II- DOSSIERS REGLEMENTAIRES

3.3.2.1 II.1-Dossiers réglementaires

- **Dossier Loi sur l'Eau :** Un Dossier Loi sur l'Eau et Milieux Aquatiques est nécessaire dès lors que l'opération entre dans l'une des rubriques de la nomenclature de l'article R214-1 du Code de l'Environnement au titre des articles L214-1 à 6 du Code de l'Environnement. Les installations, ouvrages, travaux, aménagements (IOTA) sont en régime de déclaration ou d'autorisation selon l'atteinte des seuils définis dans les rubriques. Le dossier en régime déclaratif est sanctionné par un récépissé de la Préfecture. Le dossier d'autorisation nécessite une instruction plus longue avec notamment un avis du CODERST (conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques) et une enquête publique.

Le Dossier Loi sur l'Eau comprend les parties suivantes : 1°) Le nom et l'adresse du demandeur ; 2°) L'emplacement sur lequel l'installation, l'ouvrage, les travaux ou l'activité doivent être réalisés ; 3°) La nature, la consistance, le volume et l'objet de l'ouvrage, de l'installation, des travaux ou de l'activité envisagés, ainsi que la ou les rubriques de la nomenclature dans lesquelles ils doivent être rangés ; 4°) Un document d'incidences comprenant l'état initial, les incidences directes et indirectes, les mesures correctives ou compensatoires envisagées ; 5°) Les moyens de surveillance prévus et, si l'opération présente un danger, les moyens d'intervention en cas d'incident ou d'accident ; 6°) Les éléments graphiques. Lorsqu'une étude d'impact est exigée en application des articles R. 122-5 à R. 122-9 du code de l'environnement, elle est jointe au Dossier Loi sur l'Eau, qu'elle remplace si elle contient les informations demandées.

Le montant du Dossier Loi sur l'Eau est essentiellement dépendant du montant de l'opération : $C = 0,05 \times T + 3000$ (incertitude +100%/-50%). Ce coût n'inclut pas d'études préalables spécifiques (juridique, foncier, etc.), ni les investigations préalables (topographie, géotechnique, piézométrie), ni les indices milieux, mais inclut les études techniques nécessaires pour décrire l'état initial et les incidences.

- **Etude d'impact :** Une étude d'impact est nécessaire pour une opération de restauration hydromorphologique, au titre des articles L. 122-1 à L. 122-3 et R. 122-1 à R. 122-16 du code de l'environnement, si le montant HT des travaux de l'opération est supérieur à 1,9 M€. L'étude d'impact fait l'objet d'une enquête publique.

L'étude d'impact comprend les parties suivantes : 1°) Une analyse de l'état initial du site, 2°) Une analyse des effets directs et indirects, temporaires et permanents du projet sur l'environnement, 3°) Les raisons pour lesquelles le projet présenté a été retenu, 4°) Les mesures envisagées pour supprimer, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables du projet sur l'environnement et la santé 5°) Une analyse des méthodes utilisées pour évaluer les effets du projet sur l'environnement.

Le montant de l'étude d'impact se substitue à celui du Dossier Loi sur l'Eau. Il est essentiellement dépendant du montant de l'opération : $C = 0,06 \times T + 3000$ (incertitude +100%/-50%). Ce coût n'inclut pas d'études préalables spécifiques (juridique, foncier, etc.), ni les investigations préalables (topographie, géotechnique, piézométrie), ni les indices milieux, mais inclut les études techniques nécessaires pour décrire l'état initial et les incidences.

- **Dossier de Déclaration d'Intérêt Général** : ce dossier est obligatoire dès que des travaux portés par une collectivité ont lieu au moins en partie sur terrain privé, de façon à justifier la dépense de fonds publics sur terrain privé. Le dossier vient généralement en complément de l'étude d'impact ou du Dossier Loi sur l'Eau. Les compléments à ajouter concernent la justification de l'intérêt général, le recensement des parcelles cadastrales et des ayants-droit, et la répartition de la dépense.

Le coût est estimé selon la formule : $C = 0,005 \times T + 1000$ (incertitude +100%/-50%).

- **Dossier d'incidences Natura 2000** : Si une opération a lieu tout ou partie dans un site Natura 2000, un dossier d'incidences doit être réalisé au titre de l'article L214-4 du Code de l'Environnement et joint au dossier administratif de demande d'autorisation ou d'approbation du projet et, le cas échéant, au dossier soumis à l'enquête publique. L'analyse des incidences doit porter en priorité sur les espèces protégées recensés dans le document d'objectif (DOCOB), ainsi que leurs habitats, identifiées dans le site.

Le coût varie en fonction de l'ampleur des travaux et des incidences potentielles, selon la formule : $C = 0,02 \times T + 1000$ (incertitude +100%/-50%).

3.3.2.2 II.1-Autres dossiers réglementaires

D'autres dossiers réglementaires sont parfois nécessaires, en fonction des opérations envisagées. Leur chiffrage n'est pas proposé ici car il est trop dépendant du contexte et du contenu des interventions.

- **Déclaration d'Utilité Publique (DUP)** : Une déclaration d'utilité publique (DUP) est une procédure administrative au titre du Code de l'Expropriation qui permet de réaliser une opération d'aménagement sur des terrains privés en les expropriant, précisément pour cause d'utilité publique ; elle est obtenue à l'issue d'une enquête d'utilité publique.

Le dossier de DUP comprend : 1°) Une notice explicative ; 2°) Le plan de situation ; 3°) Le plan général des travaux ; 4°) Les caractéristiques principales des ouvrages les plus importants ; 5°) L'appréciation sommaire des dépenses ; 6°) L'étude d'impact définie à l'article R. 122-3 du code de l'environnement, lorsque les ouvrages ou travaux n'en sont pas dispensés ou, s'il y a lieu, la notice exigée en vertu de l'article R. 122-9 du même code. En cas de dossier Loi sur l'Eau, la procédure d'enquête publique est conjointe.

- **Servitudes d'Utilité Publiques (SUP)** : Au titre de l'article L211-12 du Code de l'Environnement, des servitudes d'utilité publique peuvent être instituées à la demande de l'Etat, des collectivités territoriales ou de leurs groupements sur des terrains riverains d'un cours d'eau ou de la dérivation d'un cours d'eau, ou situés dans leur bassin versant, ou dans une zone estuarienne.

Ces servitudes peuvent avoir un ou plusieurs des objets suivants et peuvent être mises en place dans le cadre d'opérations de restauration hydromorphologique : 1°) Créer des zones de rétention temporaire des eaux de crues ou de ruissellement, par des aménagements permettant d'accroître artificiellement leur capacité de stockage de ces eaux, afin de réduire les crues ou les ruissellements dans des secteurs situés en aval ; 2°) Créer ou restaurer des zones de mobilité du lit mineur d'un cours d'eau en amont des zones urbanisées dans des zones dites "zones de mobilité d'un cours d'eau", afin de préserver ou de restaurer ses caractères hydrologiques et géomorphologiques essentiels.

- **Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter** : un dossier de demande d'autorisation d'exploiter (DDAE) au titre à l'article L512-2 du code de l'environnement permet d'exploiter une Installation Classée Pour l'Environnement (ICPE). Dans le cadre de travaux de restauration hydromorphologiques, il peut être nécessaire notamment d'exploiter une carrière, de stocker des déchets inertes (Installation de Stockage de Déchets Inertes – ISDI), etc.
- **Dossier de défrichement** : un dossier de demande d'autorisation préalable de défrichement au titre des articles L311-1 et 2 du Code Forestier doit être réalisé pour toute opération de déboisement d'une superficie supérieure à un seuil situé entre 0,5 et 4 ha et fixé par arrêté préfectoral par département ou secteur de département.
- **Dossier destruction espèce protégée** : un dossier de demande de dérogation exceptionnelle de destruction et/ou de déplacement d'espèces animales ou végétales protégées au titre des Articles L.411-1 et L.411-2 du Code de l'Environnement doit être réalisé si l'opération conduit à la destruction d'une espèce protégée du site. La délivrance de dérogation aux interdictions mentionnées à l'article L. 411-1 du code de l'environnement, est possible à condition qu'il n'existe pas d'autre solution satisfaisante et que la dérogation ne nuise pas au maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle.

3.3.3 III- MAITRISE D'ŒUVRE

3.3.3.1 II.1-Maîtrise d'œuvre des travaux

Phase intégrée dans l'outil.

3.3.3.2 II.2-Coordination Sécurité Protection de la Santé (SPS)

Phase intégrée dans l'outil.

3.3.3.3 II.3-Assistances à maîtrise d'ouvrage

Le maître d'ouvrage peut faire le choix de s'associer les services d'un AMO, notamment dans le cas où il estime ne pas avoir suffisamment de compétences en interne pour établir les dossiers de consultation des entreprises (DCE) des missions, assurer leur suivi et leur bonne réalisation. Cette assistance à maîtrise d'ouvrage peut porter sur :

- les études préalables (I) ;
- les dossiers réglementaires (II) ;
- la maîtrise d'œuvre (III.1) ;
- d'autres missions complémentaires.

- **Mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage sur les études préalables (I)** : Dans le cas des études préalables, la mission de l'AMO peut être une mission complète ou une mission partielle où celui-ci établit uniquement le DCE ou n'assure que le suivi des études préalables.

Le coût calculé porte sur la mission complète ; il s'établit à $C = 0,09 \times$ (montant prévisionnel des études) +/- 50%.

- **Mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage sur les dossiers réglementaires (II) :** Dans le cas des dossiers réglementaires, la mission de l'AMO peut être une mission complète ou une mission partielle où celui-ci établit uniquement le DCE ou n'assure que le suivi des dossiers réglementaires. Le coût calculé porte sur la mission complète ; il s'établit à $C = 0,07 \times$ (montant prévisionnel des études) +/- 40%.
- **Mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage sur la maîtrise d'œuvre (III.1) :** Dans le cas de la maîtrise d'œuvre, la mission de l'AMO peut être une mission complète ou une mission partielle où celui-ci établit uniquement le DCE ou n'assure que le suivi de la maîtrise d'œuvre. Le coût calculé porte sur la mission complète ; il s'établit à $C = 0,12 \times$ (montant prévisionnel de la maîtrise d'œuvre) +/- 50%.
- **Autres missions :** l'AMO peut porter sur de nombreux types de missions qui accompagnent notamment la maîtrise d'œuvre ou la compétence du maître d'ouvrage : concertation (dialogue territorial), animation/négociation foncière, communication, assistance juridique. Ces AMO étant difficiles à pré-identifier, on pourra prendre comme référence le coût journalier unitaire de l'AMO, à savoir 700 à 900 €/HT/jour.

3.3.4 IV- OPERATION DE TRAVAUX

3.3.4.1 IV.1-Travaux d'action type

Phase intégrée dans l'outil.

3.3.4.2 IV.2-Installation de chantier

Phase intégrée dans l'outil.

3.3.4.3 IV.3-Travaux préparatoires

Phase intégrée dans l'outil.

3.3.4.4 IV.4-Travaux connexes

Phase intégrée dans l'outil.

3.3.4.5 IV.5-Modalités foncières

Phase intégrée dans l'outil.

3.3.4.6 IV.6-Aléas

Phase intégrée dans l'outil.

3.3.5 V- SUIVI ET BILAN DES TRAVAUX

Le suivi et le bilan des travaux sont généralement indispensables pour pouvoir évaluer l'atteinte des objectifs d'un projet. Il est en effet généralement difficile de pouvoir anticiper avec certitude les résultats auquel le projet devrait permettre d'aboutir, soit parce qu'il existe un doute sur l'efficacité d'un aménagement présentant un caractère pilote, soit parce que l'aménagement peut dériver de son objectif initial du fait de facteurs externes non prévisibles, soit parce que la réponse de l'hydrosystème va dépendre de son inertie propre (occurrence de crues, transit-équilibre-gestion sédimentaire, développement de la revégétalisation, développement des peuplements aquatiques, etc.).

3.3.5.1 V.1-Définition d'indicateurs (P-E-R)

Le suivi consiste à réaliser des investigations permettant de quantifier l'évolution d'indicateurs préalablement définis, si possible en préalable et en parallèle à la conception du projet puisque ceux-ci peuvent aider à la définition des objectifs du projet. Ces indicateurs doivent résulter d'un travail en amont de diagnostic et peuvent être issus par exemple des travaux menés par la Région Rhône-Alpes (http://www.gesteau.eaufrance.fr/documentation/doc/guides/Indicateurs_regionaux_Resume.pdf) ou d'indicateurs particuliers au site. On cherchera dans tous les cas un équilibre entre des indicateurs de Pression, d'Etat et de Réponse (P, E, R).

Le travail de définition des indicateurs, de saisie des fiches de présentation et de suivi représente, en supposant les données de diagnostic existantes, un budget de l'ordre de 1000 à 5000 €HT selon la quantité d'indicateurs et l'ampleur du projet.

3.3.5.2 V.2-Suivi du milieu physique

Les indicateurs de suivi du milieu physique étant très nombreux, il est impossible de les décrire précisément. On trouvera ci-dessous une liste des indicateurs, ou outils permettant de quantifier les indicateurs, fréquemment utilisée :

- topographie ;
- piézomètres ;
- métrologie (piézométrie, hydrométrie, limnologie) ;
- espaces bon fonctionnement (emprises foncières) ;
- transit sédimentaire (volume transités, volume curé, volume stocké, etc.).

Pour le chiffrage de ces opérations de suivi, on pourra se reporter aux étapes I – Missions préalables et II – Dossiers réglementaires.

3.3.5.3 V.3–Suivi du milieu biologique

Les indicateurs de suivi du milieu biologique étant très nombreux, il est impossible de les décrire précisément. On trouvera ci-dessous une liste des indicateurs, ou outils permettant de quantifier les indicateurs, fréquemment utilisée :

- qualité eau et sédiments ;
- indices milieux aquatiques ;
- faune / flore.

Pour le chiffrage de ces opérations de suivi, on pourra se reporter aux étapes « I – Missions préalables » et « II – Dossiers réglementaires ».

3.3.5.4 V.4 – Suivi sociologique

Les indicateurs de suivi sociologique sont intéressants pour évaluer par exemple la réappropriation du territoire ou des milieux aquatiques par certains acteurs.

Un tel suivi se rapproche de l'étude sociologique listée en étape I – Missions préalables, et on pourra s'inspirer des éléments décrits à ce stade pour établir des coûts d'intervention très dépendants des objectifs recherchés et des moyens envisagés.

3.3.5.5 V.5 – Synthèse et bilan

Le travail de synthèse du suivi et d'établissement d'un bilan est souhaitable, a fortiori sur des opérations un peu ambitieuses, pour établir un retour d'expérience, ajuster de nouveaux projets à venir et faire profiter d'autres acteurs de l'opération réalisée.

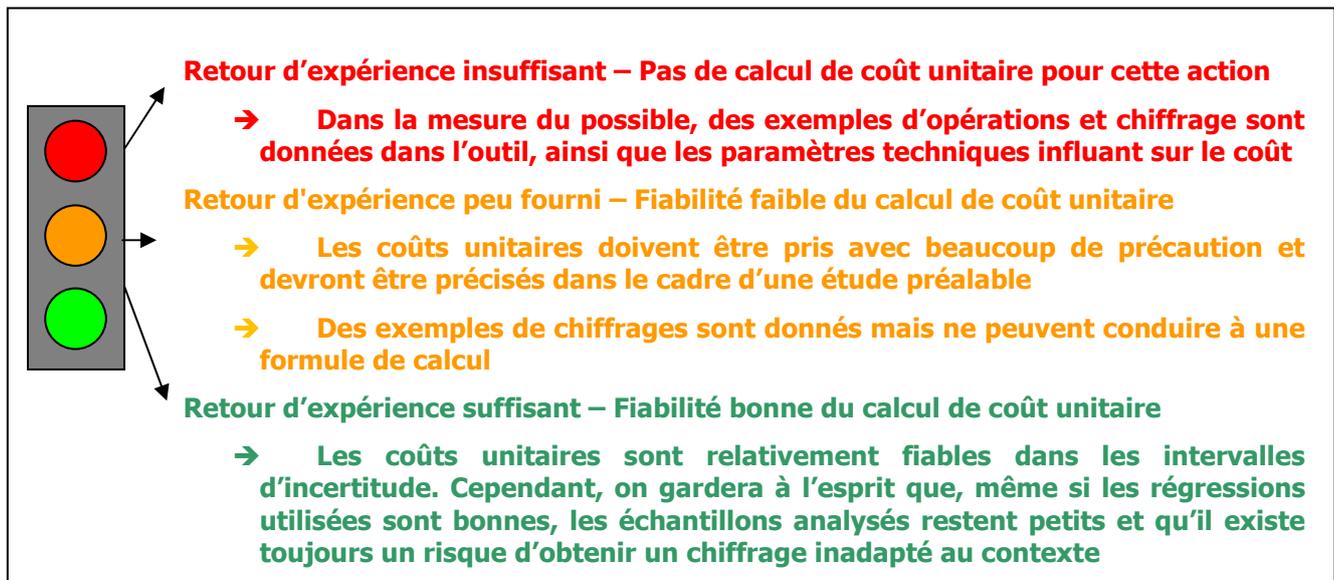
Un tel bilan peut être réalisé opération par opération, auquel cas on prévoira un coût de quantification des indicateurs, de synthèse et de bilan de l'ordre de 2000 à 20000 €HT en considérant les données précédentes de suivi existantes.

Un tel bilan peut également être rattaché à une étude bilan de démarche globale (telle que pour un Contrat de Rivière par exemple), ce qui permet alors de faire des économies d'échelle puisque la quantification des indicateurs et l'interprétation sont mutualisées.

3.4 Détermination des coûts unitaires des actions de restauration

Pour chaque « action type » de restauration, pour lesquelles suffisamment de données ont été recueillies, des régressions ont permis de déterminer des formules de coûts unitaires fonction des différents paramètres techniques impliqués.

Pour chaque cas, nous présentons une rapide synthèse du principe et des caractéristiques importants pouvant influencer sur le coût, en particulier pour les actions pour lesquelles les régressions n'ont pas pu aboutir. Un indice de fiabilité des régressions est donné pour chaque action suivant le code couleur suivant :



Cet indice apparaîtra dans des encarts textes (grisés). Ces encarts ont été mis en valeurs, car il représente le texte qui apparaîtra dans l'outil pour chaque détermination de coût. Des informations complémentaires et nécessaires peuvent également être données par l'intermédiaire des icônes suivantes :

Point important à propos du coût de l'action de restauration

Autres actions-types de restauration fréquemment associées dans le cadre d'une opération de restauration (cf. tableau de correspondance Annexe 1)

Un intervalle d'incertitude moyen (50% des estimations sont incluses dans l'intervalle), évalué à partir de l'analyse comparative des coûts réels et des coûts obtenus par régression, est donné pour chaque formule de coût unitaire.

Pour chaque partie, l'étape de détermination des coûts propre à l'outil est citée afin de suivre le cheminement de l'opérateur. Les étapes se résument comme suit (cf. Figure 8) :

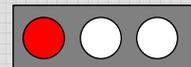
- Etape 1 : Sélection du cours d'eau dans l'outil (non traité dans cette partie – cf. Chapitre 5) ;
- Etape 2 : Détermination du coût de l'action et des coûts complémentaires ;
- Etape 3 : Détermination des coûts connexes ;
- Etape 4 : Détermination de l'aléa ;
- Etape 5 : Détermination des modalités foncières ;
- Etape 6 : Détermination des coûts de maîtrise d'œuvre et de la coordination SPS.

3.4.1 Etape 2 : Actions propres à la thématique de l'hydrologie fonctionnelle

3.4.1.1 Mesures 3C01 – Adaptation des prélèvements de la ressource

Action type n°1 : OPTIMISATION DU DEBIT RESERVE

Optimisation du débit réservé :

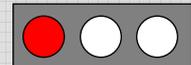


Gestion ou aménagement des ouvrages hydrauliques afin de conserver ou d'augmenter les débits qui transitent dans le cours d'eau au droit des installations de prélèvement. Ce type d'action doit être réalisé en prenant en compte les usages liés aux ouvrages hydrauliques (alimentation en eau d'un usage, hydroélectricité, irrigation, etc.)

 Le coût de cette action peut être nul si le gestionnaire de l'ouvrage s'engage de sa propre volonté. Plus généralement, le coût peut-être équivalent aux compensations financières visant à rétablir l'équilibre économique de l'usage suite à l'amélioration du débit réservé. Ce coût peut encore être modulé par des négociations portant sur d'autres actions (par exemple le gestionnaire de l'ouvrage s'engage à augmenter le débit réservé sans compensation financière si par ailleurs la restauration de son ouvrage est assurée ou financée par la collectivité parce qu'il présente un intérêt général). Le coût d'une telle action est donc très dépendant du contexte et ne peut être approché que par une étude préalable (cf. étude de volume prélevable).

Action type n°2 : LIMITATION DES PRELEVEMENTS

Limitation des prélèvements :



Réduction ou suppression des prélèvements sur les cours d'eau associés aux différents usages possibles (alimentation d'un bief, hydroélectricité, irrigation, etc.) afin de retrouver un régime hydrologique naturel

 Le coût de cette action peut être nul si le gestionnaire de l'ouvrage s'engage de sa propre volonté. Plus généralement, le coût peut-être équivalent aux compensations financières visant à rétablir l'équilibre économique de l'usage suite à la limitation des prélèvements. Ce coût peut encore être modulé par des négociations portant sur d'autres actions (par exemple le gestionnaire de l'ouvrage s'engage à réduire les prélèvements sans compensation financière si par ailleurs la restauration de son ouvrage est assurée ou financée par la collectivité parce qu'il présente un intérêt général). Le coût d'une telle action est donc très dépendant du contexte et ne peut être approché que par une étude préalable (cf. étude de volume prélevable).

Par exemple, la modification du règlement d'eau en sortie du Lac de Paladru dans le bassin versant de la Fure (38) pour rééquilibrer le partage de la ressource en eau entre les différents usages et les milieux naturels entraîne potentiellement une perte économique de 18% pour les microcentraliers de la vallée de Fure. Cette perte n'a pas été compensée directement mais il a été proposé d'aider financièrement les microcentraliers à moderniser leurs équipements et à basculer vers un nouveau contrat d'obligation d'achat permettant de revaloriser, hors investissement, leur revenu de 40%.

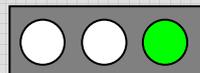
3.4.1.2 Mesure 3B06/3C02 – Gestion des ouvrages

Les mesures 3C02 « Définir des modalités de gestion du soutien d'étiage ou augmenter les débits réservés » et 3B06 « Mettre en place un plan de gestion des ouvrages à l'échelle du bassin versant » peuvent renvoyer aux mêmes types d'action-type que la mesure 3C01 « Adaptation des prélèvements de la ressource » si les objectifs à atteindre sont clairement définis.

Dans le cas contraire qui est le plus fréquent, une étude préalable doit être menée pour déterminer ces objectifs et les moyens associés. L'étude la plus adaptée est une « étude de volumes prélevables » qui permettra d'analyser les objectifs d'augmentation des débits réservés et les modalités de gestion des ouvrages.

Action type : ETUDE DE VOLUMES PRELEVABLES

Etude de volume prélevables :



Etude de diagnostic et d'élaboration d'un plan de gestion de la ressource en eau à l'échelle d'un bassin versant en vue d'améliorer les conditions d'étiage et de respecter les débits minimums biologiques. Cet étude se déroule classiquement selon les phases suivantes :

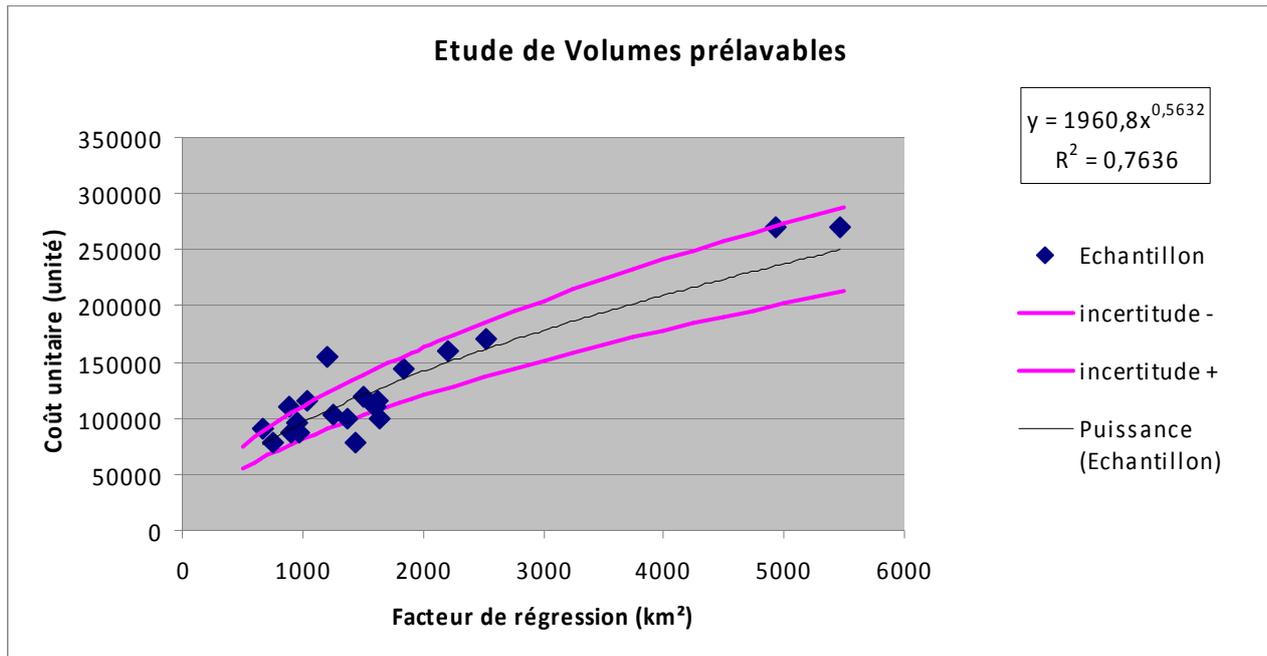
- Phase 1 - caractérisation du bassin et recueil de données.
- Phase 2 - bilan des prélèvements et analyse de l'évolution.
- Phase 3 - impact des prélèvements et quantification des ressources existantes.
- Phase 4 - détermination des débits minimum biologiques.
- Phase 5 - détermination des volumes prélevables et des débits objectifs.
- Phase 6 - proposition de répartition des volumes entre les usages et proposition de périmètre d'organisme unique.

 Le coût de cette action est dépendant principalement de la superficie du bassin versant et d'un indice global de pression intégrant implicitement le nombre d'ouvrages présents sur le bassin, la nature des usages de la ressource en eau et l'importance des enjeux..

Formule de coût : $C = 1960 \times (\text{Superficie BV (km}^2\text{)} \times \text{Indice enjeu})^{0,5632}$

Unité : €/unité

Incertitude : $\pm 15\%$



Le coût des études de volumes prélevables concernant la gestion de ressource, et en particulier la gestion des étiages en cours d'eau, dépend principalement de la taille du bassin versant propre au cours d'eau (superficie du BV) et d'un indice d'enjeu, qui a nous permis d'affiner la régression. Cette dernière correspond à une fonction puissance, ce qui met en valeur le fait que le coût des études à tendance à tendre vers une limite pour les grands bassins versant.

L'indice d'enjeu se définit comme explicité dans le tableau ci-dessous.

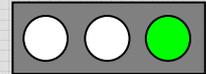
Indice d'enjeu	Valeur numérique
Bassin versant peu exploité, peu de prélèvement, pas d'enjeu sur cours d'eau	1
Bassin versant agricole et/ou urbain, enjeux avérés sur cours d'eau et/ou nappe	2
Bassin versant agricole et urbain, enjeux forts sur cours d'eau et nappe	4
Bassin versant agricole et urbain, enjeux très forts sur cours d'eau et nappe	5

Tableau 8 : Tableau des indices d'enjeux présents sur un bassin versant

3.4.1.3 Mesure 3C03 – Améliorer la gestion des débits de crue

Action type n°1 : SUPPRESSION D'OUVRAGE

Suppression d'ouvrage :



Suppression d'un ouvrage faisant obstacle à la continuité écologique sur un cours d'eau afin de permettre le retour d'une hydrologie fonctionnelle, de la continuité biologique et du transit sédimentaire.

Cette action s'attache dans la majorité des cas à des ouvrages de type seuil ou barrage, qui créent une discontinuité écologique entre l'amont et l'aval des cours d'eau. Elle consiste en des travaux de destruction du génie civil et, si nécessaire, de renforcements de berge au droit de l'aménagement afin de stabiliser les berges.

 Des travaux supplémentaires de protection des berges en amont de l'ancien ouvrage peuvent être nécessaires afin de stabiliser les talus. Ils ne sont pas pris en compte dans l'estimation du coût.

 Protection de berge en génie végétal – Plantation de végétaux - Restauration du lit mineur/moyen du cours d'eau

Formule de coût : $C = 1287,5 \times (\text{Hauteur OH (m)} \times \text{Largeur (m)} \times \text{Indice Pression}) / \text{Pente}(\%)$

Unité : €/unité

Incertitude : ± 35%

Domaine de validité : Largeur < 50m

Hauteur OH < 5m

Pente > 0.1%

Installation de chantier : 15% [5%-25%] du coût des travaux

Travaux préparatoires : 7% [4%-10%] du coût des travaux

Exemple de suppression d'ouvrage

Largeur plein bord : **10m**

Pente du cours d'eau : **0.3%**

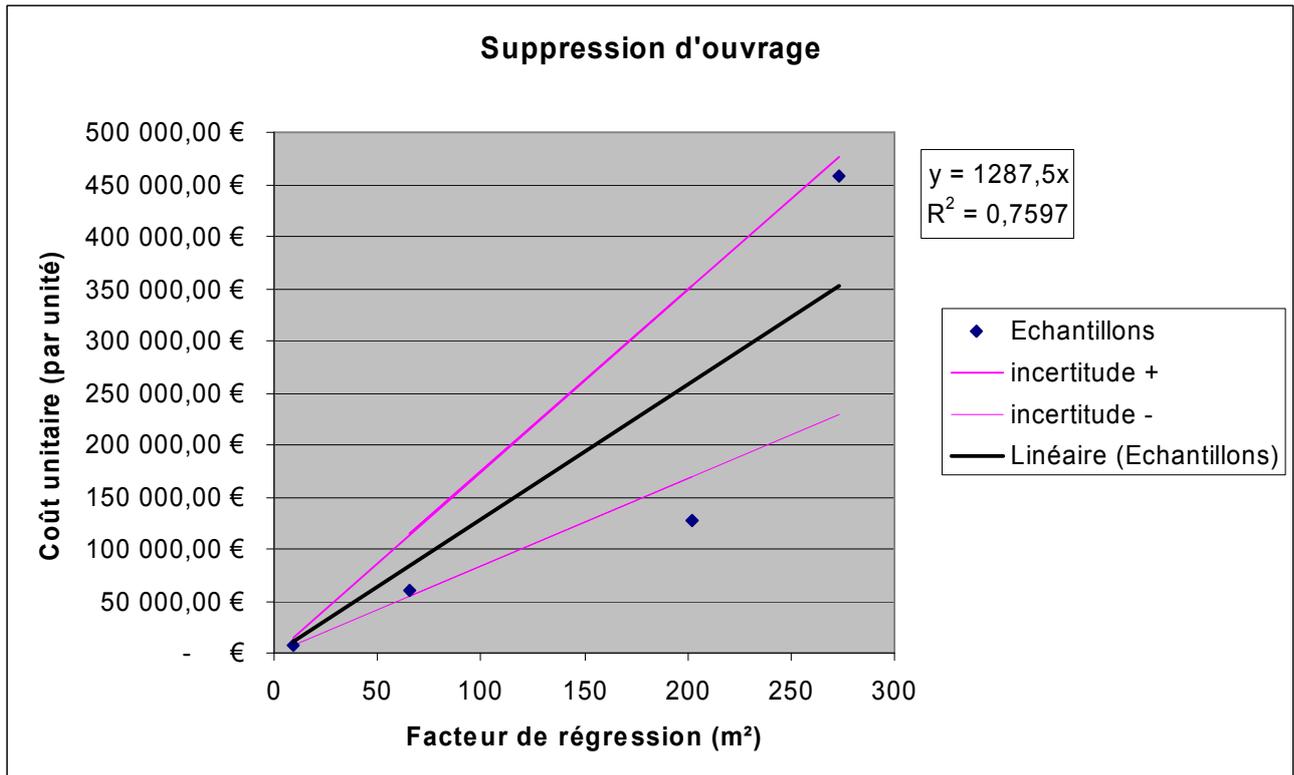
Hauteur OH : **2m**

Indice pression : **3 (Urbanisation diffuse)**

Coût : 258 000 € [167 000€ ; 348 000€]

Installation de chantier : 39 000€

Travaux préparatoires : 18 000€

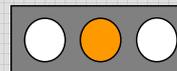


L'analyse des retours d'expérience nous a montré que le coût de cette action augmente principalement selon la hauteur de l'ouvrage à détruire et la largeur plein bord du cours d'eau. En effet, ces deux paramètres vont conditionner en grande partie l'ampleur des travaux de destruction à mettre en place. Par ailleurs, on a également pu affiner la régression en prenant en compte un indice de pression qui souligne le fait que le coût des travaux sera d'autant plus élevé que la pression liée à l'occupation du sol est importante. En effet, les dispositifs de chantier et les précautions à prendre (renforcement local des berges contre l'érosion régressive, gêne de la circulation, mobilité des engins) seront plus importants dans les secteurs à enjeux humains forts et représentent un coût plus important.

D'autre part, le coût varie également selon la pente du cours d'eau. En effet, plus la pente est faible, plus l'action de suppression sera chère étant donné les impacts importants de l'ouvrage sur les cours d'eau à faible énergie (effet de retenue, blocage de sédiments) et les capacités réduites de restauration du milieu.



Figure 9 : Exemple de travaux de suppression de seuil sur la Roanne (Onema, 2009)

Action type n°2 : INSTALLATION D'ORGANE MOBILE**Installation d'organe mobile :**

Action consistant en la mise en place d'un organe mobile (vannage, moine, clapet, batardeau, etc.) sur un ouvrage hydraulique faisant obstacle à la continuité (seuil, barrage, etc.) permettant un transit des crues, une amélioration du transit sédimentaire, voire la restauration de la continuité biologique, par ouverture à fréquence adaptée.

 Le coût de cette action est très dépendant du dimensionnement nécessaire de l'organe mobile, de la nature des ouvrages et de leur usage. On pourra établir, en supposant que les conditions de travail au sec requises sont observées, un coût sur la base de quelques exemples ci-dessous :

- Installation d'une vanne sur un petit barrage devant une conduite de vidange de 300 mm : 2000 €HT ;
- Installation d'un moine (ouvrage de vidange pour étang) pour un ouvrage de 2 à 3 m : 5000 €HT ;
- Installation d'un moine (ouvrage de vidange pour étang) pour un ouvrage de 3 à 5 m : 10000 €HT ;
- Installation d'une cheminée de mise en charge en génie civil équipée de deux jeux de vannes sur un ouvrage de 8 m de hauteur : 50 000 €HT ;
- Automatisation de 4 vannes guillotines de taille 0,80 x 3 m sur un barrage de 3 m de haut : 95 000 €HT ;
- Remplacement et automatisation de deux vannes d'évacuation des crues de taille 3x2 m sur un barrage de 5 m de haut : 150 000 €HT ;
- Aménagement d'une vanne de fond pour permettre le transit sédimentaire sur un ouvrage de 8 m de haut en béton équipé à l'origine d'une simple vanne de vidange : 400 000 €HT.

 En coût connexe, penser à intégrer les travaux de mise hors d'eau, la pêche de sauvegarde éventuelle (coût à majorer dans le cadre d'un étang : 5000 à 15000 €HT), un bassin de décantation pour vidange d'étang.

Formule de coût : Coût moyen

Installation de chantier : 8% [5%-11%] du coût des travaux

Travaux préparatoires : 7% [4%-10%] du coût des travaux

Le coût est ici un coût que l'opérateur devra rentrer en fonction des données fournies dans l'encadré.

Action type n°3 : REVISION DE LA CONSIGNE DE CRUE OU DE VIDANGE**Révision de la consigne de crue ou de vidange :**

Action consistant en la révision de la consigne de crue ou de vidange d'un barrage. Ce type de document est obligatoire pour un ouvrage concédé. Il est souhaitable pour un ouvrage autorisé, quelle que soit la taille de l'ouvrage. Il existe généralement deux types de consigne :

La consigne de crue qui va déterminer notamment de déclenchement de la manœuvre des vannes en fonction du niveau dans la retenue. Cette consigne peut être améliorée pour favoriser le transit sédimentaire, en ouvrant par exemple les vannes de fond de l'ouvrage pendant la phase de montée de la crue (ce qui suppose l'existence d'un dispositif d'alerte) ou pendant la décrue ; la consigne de vidange qui va déterminer le protocole pour vidanger la retenue dans des conditions hydrologiques, géotechnique et de qualité de l'eau satisfaisantes. Selon les conditions, une vidange peut avoir plutôt lieu en hiver et en été (dans les Alpes par exemple) de façon à diminuer les impacts sur le milieu relativement à d'autres époques. Dans ces conditions, il est difficile de modifier la consigne en faveur du transit sédimentaire grossier.

 Le coût de la modification de la consigne de crue est proportionnel aux pertes induites sur les usages du barrage (perte de production par exemple pour un barrage hydroélectrique du fait de volumes non turbinés supplémentaires), mais il n'existe pas de règle générale de chiffrage de cette action et il est nécessaire de se référer à une étude préalable.

3.4.2 Etape 2 : Actions propres à la thématique de la continuité biologique

3.4.2.1 Mesure 3C10 – Suppression des ouvrages bloquant la circulation piscicole

Action type : SUPPRESSION D'OUVRAGE

Action traitée au Cf. §.3.4.1.3

3.4.2.2 Mesure 3C11 – Franchissement piscicole à la montaison

Action type n°1 : RAMPE EN ENROCHEMENTS

Rampe en enrochements :



La mise en place d'une rampe en enrochement consiste à l'implantation d'un parement rugueux en enrochements de pente faible (pentes observées entre 4% et 15%) en lieu et place d'une chute d'eau liée à un ouvrage hydraulique (seuil, barrage) afin de permettre une restauration de la continuité biologique

 Plus la pente de la rampe est faible, plus les chances de franchissabilité piscicole augmentent. Cependant, plus la pente est faible, plus la longueur de la rampe et le besoin en matériaux seront importants. Pour garantir une bonne franchissabilité piscicole, il est conseillé de respecter une pente du parement de la rampe inférieure ou égale à 7%.

 Les taux d'installation de chantier et de travaux préparatoires sont maximaux pour les sites de chantier compliqués et difficiles d'accès (zone urbaine, etc.)

 Protection de berge en génie végétal – Plantation de végétaux – Restauration d'ouvrage – Stratégie de restauration de la franchissabilité piscicole.

Formule de coût : $C = 11849 \times (\text{Largeur(m)} \times \text{Hauteur OH(m)} / \text{Pente OH(\%)}) + 3213$

Unité : €/unité

Incertitude : $\pm 30\%$

Domaine de validité : Largeur < 50m

Hauteur OH < 5m

Installation de chantier : 15% [5%-25%] du coût des travaux

Travaux préparatoires : 7% [4%-10%] du coût des travaux

Exemple de rampe en enrochements

Largeur plein bord : **10m**

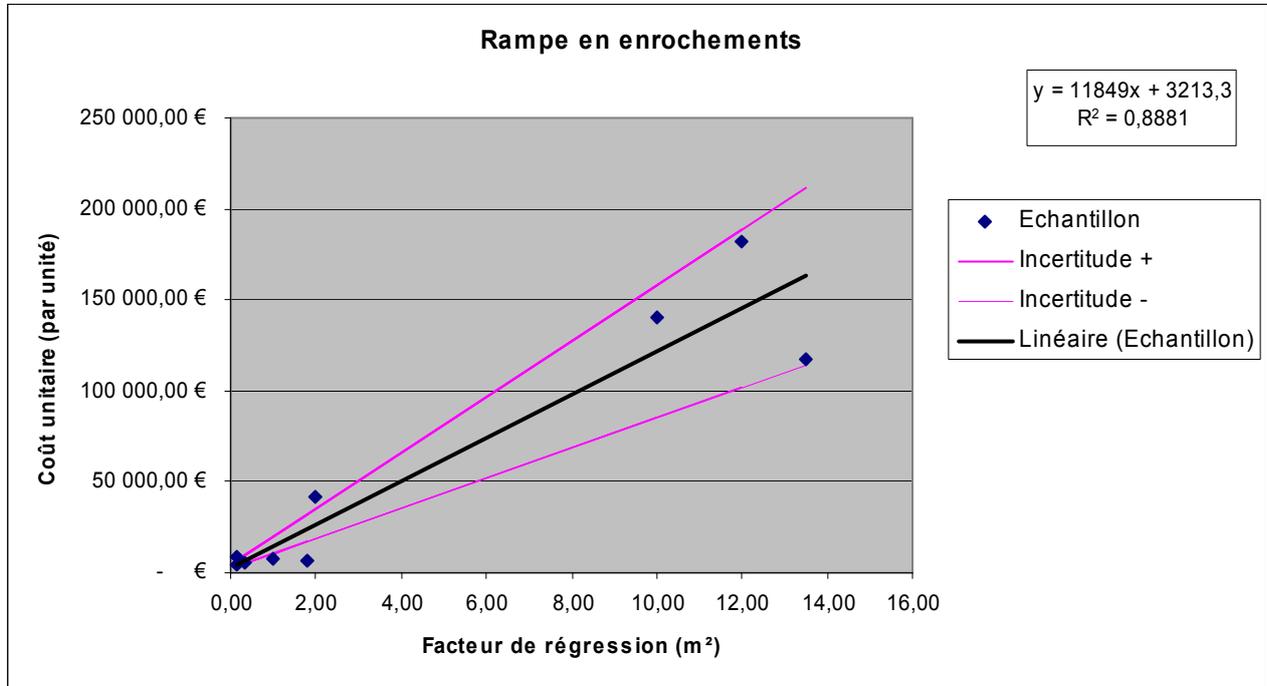
Pente OH : **5%**

Hauteur OH : **1.50m**

Coût : 39 000 € [50 000€ ; 27 000€]

Installation de chantier : 6 000€

Travaux préparatoires : 2 700€



Le coût pour l'implantation d'une rampe en enrochements dépend principalement de la largeur du cours d'eau et de la hauteur de l'ouvrage. En effet, ces deux paramètres vont conditionner l'importance des travaux de manière générale. De plus, le coût varie également selon la pente que l'on souhaite donner à la rampe, étant donné que ce paramètre va influencer sur la longueur et le besoin en matériaux de l'aménagement. On remarquera que si une pente de rampe forte peut réduire le coût de l'aménagement, elle n'ira pas dans le sens d'une favorisation de la continuité biologique, et qu'il est conseillé de limiter cette pente à 7%.

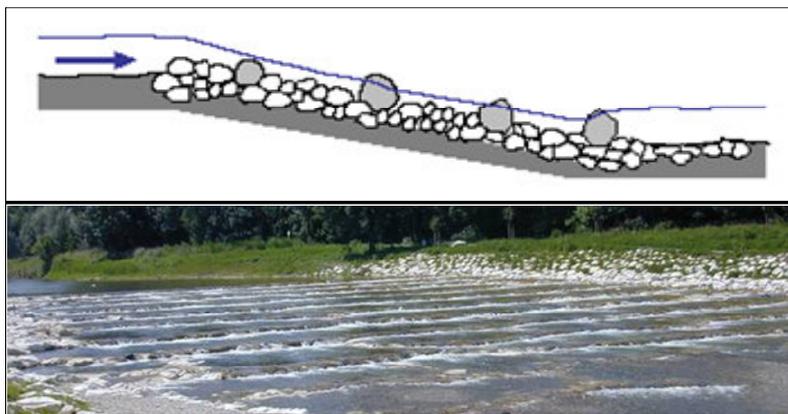
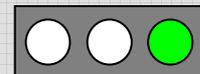


FIGURE 10 : EXEMPLES D'UNE RAMPE EN ENROCHEMENTS ET D'UNE PASSE À BASSINS SUCCESSIFS

Action type n°2 : PASSE A POISSONS A BASSINS SUCCESSIFS**Passé à poissons à bassins successifs:**

Ces passes à poissons consistent en la mise en place de bassins successifs en série, échelonnés entre eux par des chutes d'eau faibles, de l'ordre de 0,20-0,25 m, formant ainsi une voie de montaison pour les populations piscicoles sur des ouvrages hydrauliques infranchissables. Les passes à poissons à bassins successifs peuvent être réalisées en divers matériaux et peuvent adopter différentes structures selon l'ouvrage à aménager et l'espèce piscicole cible pour la montaison.

 Pour des espèces cibles autres que la truite, les valeurs de la fourchette haute du coût pourront être utilisées, étant donné les conditions de dimensionnement plus compliquées associées au franchissement de ces espèces (Alose, Cyprinidés, etc.). En effet, moins l'espèce cible aura des capacités de nage élevées, plus l'énergie dissipée par bassin devra être faible, plus le volume, le coût voire le nombre des bassins devra être élevé.

 Le coût des passes en bois est basé sur un seul exemple qui a été réalisé en régie, ce qui induit des coûts de réalisation assez faibles qui doivent être pris avec précaution.

 Les taux d'installation de chantier et de travaux préparatoires sont maximaux pour les sites de chantier compliqués et difficiles d'accès (zone urbaine, etc.)

 Protection de berge en génie végétal – Restauration d'ouvrage – Stratégie de restauration de la

Formule de coût : $C = 9725.4 \times (\text{Coefficient de Matériaux} \times \text{Hauteur OH(m)})$

Unité : €/unité

Incertitude : $\pm 20\%$

Domaine de validité : Hauteur OH < 5m

Installation de chantier : 13% [10%-16%] du coût des travaux

Travaux préparatoires : 7% [4%-10%] du coût des travaux

Exemple de passe à bassins successifs

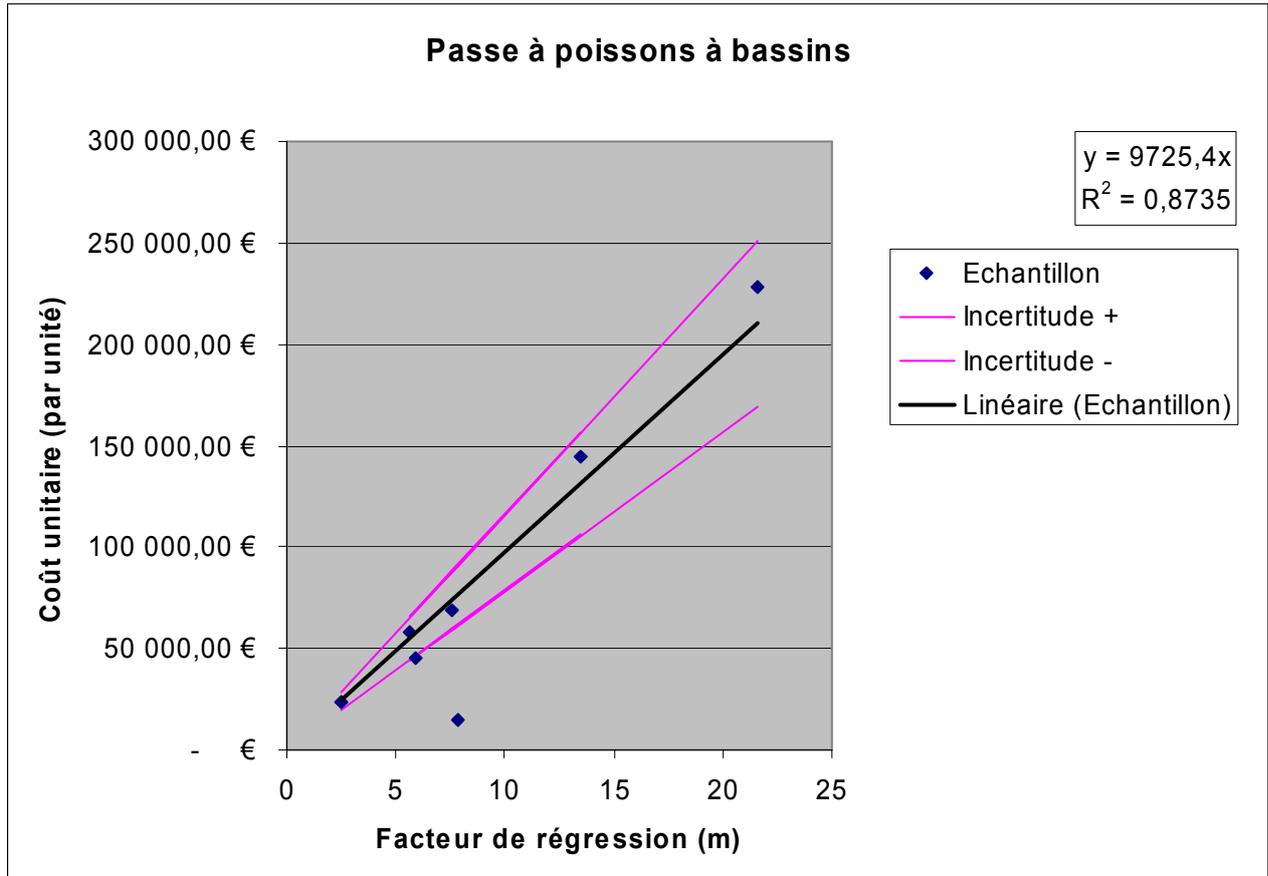
Matériaux : **Béton**

Hauteur OH : **2.00m**

Coût : **78 000 € [62 000€ ; 93 000€]**

Installation de chantier : **10 000€**

Travaux préparatoires : **5 500€**



Le coût des passes à bassins varient selon deux grands paramètres que sont la hauteur totale de l'ouvrage et les matériaux utilisés dans le cadre de sa réalisation. Dans le cadre de l'outil les matériaux sont représentés par 3 catégories (Bois – Pré-barrage/Enrochements/Enrochements liaisonnés – Béton), chacune associée à un coefficient spécifique, traduisant l'impact du choix des matériaux sur le coût de l'aménagement. L'analyse des retours d'expérience permet ainsi de constater qu'en moyenne une passe à bassin en bois coûte 3 fois moins chère qu'une passe en enrochements et 4 fois moins chère qu'une passe en béton. Cependant, le coût de l'ouvrage en bois est basé sur un seul exemple réalisé en régie et les coûts estimés devront être pris avec beaucoup de précaution.

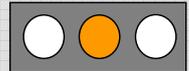
D'autre part à notre échelle de travail, malgré leur impact sur le coût de l'aménagement, les paramètres de débit de circulation dans la passe, de débit d'appel et d'espèce cible n'ont pas pu être pris en compte dans le résultat des régressions. Cependant, il sera conseillé de prendre en compte une fourchette haute de valeur de coût pour des espèces cibles autres que la truite dont les capacités de nage sont plus faibles.

Coefficient de matériaux	Valeur numérique
Bois	1
Pré-barrage - Enrochements - Enrochement liaisonnés	3
Béton	4

Tableau 9 : Tableau des coefficients de matériaux des passes à poissons à bassins

Action type n°3 : RIVIERE DE CONTOURNEMENT

Rivière de contournement :



La mise en place d'une rivière de contournement consiste en l'implantation d'une rivière artificielle en parallèle d'un ouvrage permettant ainsi une voie de circulation pour les espèces piscicoles. Cette rivière est alimentée par le cours d'eau en amont de l'ouvrage et se jette en aval au pied de l'ouvrage pour assurer un appel suffisant. Une rivière de contournement est une solution à envisager dès que l'ouvrage présente une faible hauteur ($H < 3$ m) et dès qu'une emprise foncière est disponible sur l'une des rive pour développer le linéaire nécessaire.

 La pente de la rivière artificielle doit être comprise entre 1% et 5%, avec des zones de repos, afin de garantir une bonne circulation piscicole.

 La largeur en eau de la rivière pour le débit moyen doit être comprise entre 1 m et 8 m. Pour les petits cours d'eau, la largeur de la rivière artificielle peut représenter en moyenne 50% de la largeur du cours d'eau, alors que pour les grands cours d'eau ce taux passera à 10 %.

 Le coût d'une rivière de contournement peut également être conditionné par la nature de l'occupation du sol au droit de l'ouvrage.

Formule de coût : $C = 161.53 \times (\text{Largeur OH(m)} \times \text{Hauteur OH(m)} / \text{Pente OH(\%)}) + 2075.1$

Unité : €/mètre linéaire de rivière artificielle

Incertitude : $\pm 15\%$

Domaine de validité : Hauteur OH < 3m

Linéaire de rivière artificielle < 200m

Pente de la rivière artificielle < 7%

Installation de chantier : 13% [10%-16%] du coût des travaux

Travaux préparatoires : 7% [4%-10%] du coût des travaux

Exemple de rivière de contournement

Largeur OH (Largeur en eau): **2.50m**

Hauteur OH : **2.50m**

Pente OH : **3.5%**

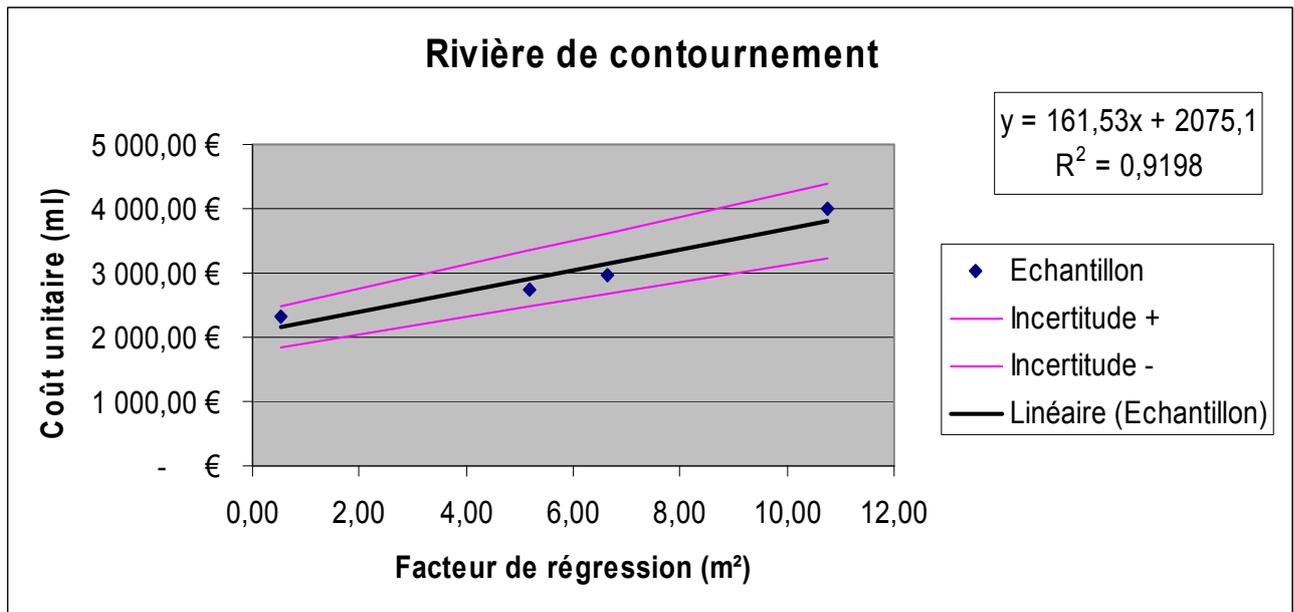
Linéaire OH : 30m

Coût : 67 500 €

2 250 €/ml [2600€/ml ; 1 900€/ml]

Installation de chantier : 10 000€

Travaux préparatoires : 5 500€



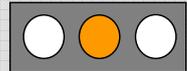
D'après l'analyse des retours d'expérience, les paramètres conditionnant le plus les coûts des rivières de contournement sont des paramètres uniquement associés à l'aménagement en lui-même, à savoir la largeur en eau, la pente et la hauteur totale de l'ouvrage, le linéaire de l'aménagement étant conditionné par la pente moyenne retenue et la hauteur. Les paramètres propres au cours d'eau ne sont pas utilisés pour cette action car dans la plupart des cas, le dimensionnement des projets de rivière de contournement dépend principalement d'autres paramètres (occupation du sol, volume de déblai, etc.)



Figure 11 : Exemple de rivière de contournement sur la Drôme

Action type n°4 : Equipement de la structure d'un ouvrage existant

Equipement de la structure d'ouvrage existant :



Cette action consiste à agir sur la structure superficielle d'un ouvrage en augmentant sa rugosité afin de permettre des conditions de franchissement plus accessibles pour la population piscicole. En pratique, cela correspond à la mise en place et de déflecteurs (blocs et/ou barrettes encastrées, plots ou rondins de bois fixés dans le radier, etc.) adaptés à la structure de l'ouvrage. Ces déflecteurs permettront localement une dissipation de l'énergie, un rehaussement de la lame d'eau et un ralentissement des écoulements qui faciliteront la montaison des espèces piscicoles.

! Le coût de cette action dépend en partie du nombre et des matériaux des déflecteurs utilisés. Il est donc nécessaire de connaître le nombre et la nature (bois, génie minéral) des ralentisseurs à mettre en place.

↕ Restauration d'ouvrage – Stratégie de restauration de la franchissabilité piscicole

Formule de coût : $C = 61,81 \times \text{Hauteur OH(m)} \times \text{Pente(\%)} \times (\text{Nombre ralentisseurs en bois} + \text{Nombre ralentisseurs en génie minéral} \times 3,5) \times \text{Longueur OH(m)} + 1379,1$

Unité : €/Unité

Incertitude : ± 20%

Domaine de validité : Hauteur OH ≤ 2m ; 0.1% < Pente < 1.5%

Installation de chantier : 10% [7%-13%] du coût des travaux

Travaux préparatoires : 7% [4%-10%] du coût des travaux

Exemple d'un équipement de structure d'ouvrage existant

Longueur OH **2.50m**

Nombre de ralentisseurs bois : **2**

Hauteur OH : **2.50m**

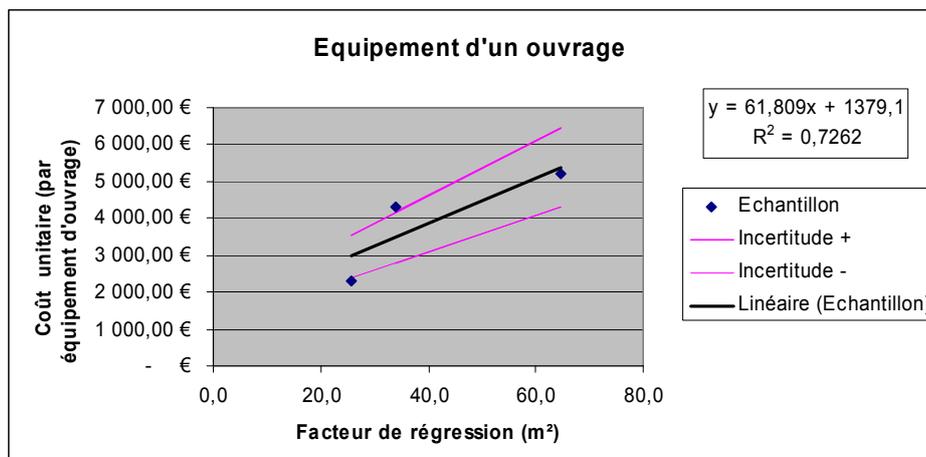
Coût : 5 800 € [7 000€/m ; 4 700€/m]

Pente OH : **3.5%**

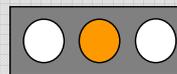
Installation de chantier : 580 €

Nombre de ralentisseurs minéraux : **2**

Travaux préparatoires : 400€



Le coût de cette opération dépend principalement de la hauteur de l'ouvrage et du nombre de ralentisseurs à mettre en place. La largeur plein bord du cours d'eau n'intervient pas ici car pour ce type d'aménagement, les interventions sont fréquemment localisées sur une tranche partielle de l'ouvrage, ce qui suffit à garantir la franchissabilité.

Action type n°5 : PASSE A ANGUILE**Passe à anguilles :**

Les passes à anguilles correspondent à l'implantation de parements rugueux (tapis en brosse, tapis en brosse, support en plots béton, etc.) au droit d'ouvrages hydrauliques. Ces installations permettent ainsi aux anguilles de franchir les ouvrages par reptation

 Les passes à anguilles peuvent être installées seules sur des ouvrages existants de cours d'eau où la problématique des anguilles est importante, mais dans la plupart des cas, elles sont incorporées dans des projets plus généraux d'aménagements d'ouvrages posant des problèmes de continuité biologique.

 Le calcul donne un coût moyen. Cependant, le coût d'une passe à anguille peut dépendre de nombreux critères comme la structure de l'ouvrage, la pente de la rampe du parement et sa longueur. Le coût réel est donc à choisir dans l'intervalle d'incertitude.

 Passe à poissons à bassins – Equipement de la structure d'un ouvrage – Abaissement d'ouvrage - Restauration d'ouvrage – Stratégie de restauration de la franchissabilité piscicole

Formule de coût : $C = 1000 + 500 \times \text{Hauteur OH}$

Unité : €/Unité

Incertitude : $\pm 50\%$

Domaine de validité : Hauteur OH < 20m

Exemple de passe à anguilles

Hauteur OH : **10.0m**

Coût : 6 000 € [3 000€ ; 9 000€]

La formule de coût unitaire propre aux actions de création de passe à anguille a été élaborée sans régression mais sur la base d'une expertise. Le coût suppose ici que la passe à anguille est intégrée à un programme de travaux plus global sur la continuité biologique (passe à poisson en parallèle par exemple), et se base ici principalement sur la hauteur de l'ouvrage à franchir, étant donné que ce paramètre conditionne l'ampleur des travaux. De plus, le coût se base également sur une part fixe, correspondant aux coûts basiques (matériaux, matériel, etc.) nécessaire à chaque projet.

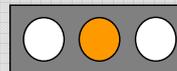
Etant donné le manque de données sur ce type d'action, l'incertitude sur le coût unitaire a été fixée à 50%, ce qui laisse une marge de manœuvre large à l'opérateur de l'outil pour le calcul de ce coût.

Les taux correspondant aux postes d'installation de chantier et des travaux préparatoires n'ont pas été pris en compte pour cette action étant donné qu'elle vient en complément d'autres actions sur les ouvrages. De plus, pour ce type d'action, l'ampleur du coût de ces deux postes semble négligeable par rapport au coût des travaux. Ainsi, dans le cas de l'estimation d'une passe à anguille seule, la borne supérieure de l'incertitude à 50% sur le coût unitaire peut couvrir l'absence de ces deux coûts.

3.4.2.3 Mesure 3C12 : Franchissement piscicole à la dévalaison

Action type : SYSTEME DE DEVALAISON

Systeme de dévalaison :



Les systèmes de dévalaison correspondent à la mise en place de glissière de dévalaison (goulotte) qui permet ou aident à la dévalaison des espèces piscicoles en présence d'ouvrages hydrauliques ou de barrages.



Le calcul donne un coût moyen. Cependant, le coût d'une glissière de dévalaison peut dépendre de nombreux critères comme la structure de l'ouvrage hydraulique, le système d'orientation des poissons jusqu'à la glissière (grilles, chenal, etc.) et les matériaux utilisés.



Equipement de la structure d'un ouvrage – Restauration d'ouvrage – Stratégie de restauration de la franchissabilité piscicole- Abaissement d'ouvrage

Formule de coût : $C = 2500 + 8000 \times \text{Hauteur OH}$

Unité : €/Unité

Incertitude : $\pm 50\%$

Domaine de validité : Hauteur OH < 20m

Installation de chantier : 10% [5%-15%] du coût des travaux

Travaux préparatoires : 7% [4%-10%] du coût des travaux

Exemple de systèmes de dévalaison

Hauteur OH : **5.00m**

Coût : 42 500 € [21 000€ ; 64 000€]

Installation de chantier : 4 200€

Travaux préparatoires : 3 000€

La formule de coût unitaire propre aux actions de création de passe à anguille a été élaborée sans régression mais sur la base d'une expertise. Le coût se base ici principalement sur la hauteur de l'ouvrage à franchir, étant donné que ce paramètre conditionne l'ampleur des travaux. De plus, le coût se base également sur une part fixe, correspondant aux coûts basiques (matériaux, matériel, accès, etc.) nécessaire à chaque projet.

3.4.2.4 Mesure 3C13 : Stratégie de restauration de la continuité piscicole

Action type : RECENSEMENT ET SECTORISATION DES OBSTACLES ET PLAN D'ACTION ADAPTE

Recensement et sectorisation des obstacles et plan d'action adapté :



Cette action consiste à réaliser une étude à l'échelle d'un cours d'eau ou d'un bassin versant visant à diagnostiquer les altérations propres à la continuité biologique puis dans un second temps à élaborer un programme d'actions visant à l'améliorer. Le coût de ce genre d'étude est conditionné par de nombreux paramètres dont les principaux sont les suivants :

- Linéaire ou superficie du périmètre d'étude
- Nombres d'ouvrages présents sur le périmètre d'étude
- Nature des données à recueillir sur le terrain (pêche d'inventaire, analyse de la qualité des habitats aquatique, etc.)
- Détail du niveau de rendu de l'étude

 Désormais les études de stratégie de la restauration piscicole sont rarement effectuées seules, mais en parallèle aux études de gestion du transit sédimentaire afin d'avoir une vision complète de la continuité écologique sur les cours d'eau.

 Etudes morphodynamiques – Programme de restauration de cours d'eau - Plan et protocole de gestion des ouvrages

Pour la réalisation d'étude de restauration de la continuité piscicole, le nombre de retours d'expérience étaient trop peu nombreux et les paramètres influant sur le coût, trop variables pour obtenir une analyse par régression pertinente. Par ailleurs, ce type d'étude spécifique étant voué à disparaître du fait du couplage avec la question de la continuité sédimentaire, nous renvoyons aux études et programme de continuité écologique.

3.4.3 Etape 2 : Actions propres à la thématique du transport solide

3.4.3.1 Mesure 3C07 : Suppression ou aménagement des ouvrages

Action type n°1: SUPPRESSION D'OUVRAGE

Action traitée au Cf. §.3.4.1.3

Action type n°2 : INSTALLATION D'ORGANE MOBILE

Action traitée au Cf. §.3.4.1.3

Action type n°3 : ABAISSEMENT D'OUVRAGE**Abaissement d'ouvrage :**

L'abaissement d'ouvrage consiste à araser partiellement le parement ou le radier d'un ouvrage hydraulique ou d'un barrage afin d'améliorer la continuité écologique.

L'abaissement d'ouvrage consiste à araser partiellement le parement ou le radier d'un ouvrage hydraulique ou d'un barrage afin d'améliorer la continuité écologique.



La largeur de l'ouvrage correspond à la largeur en crête et le taux d'abaissement au rapport entre la hauteur d'ouvrage arasée et la hauteur totale initiale.



La hauteur de chute initiale de l'ouvrage doit être suffisamment réduite pour permettre une amélioration du transit sédimentaire en crue, mais les fondations de l'ouvrage peuvent être conservées afin de garder un effet de stabilisation du profil en long. Les renforcements d'ouvrages en génie minéral au droit de l'aménagement sont pris en compte dans l'estimation du coût unitaire. Cependant, des travaux supplémentaires en protection végétale peuvent être nécessaires pour protéger les berges en amont de l'ouvrage, du fait de la baisse du niveau des eaux, et doivent être prévus en travaux connexes.



Les taux d'installation de chantier et de travaux préparatoires sont maximaux pour les sites de chantier compliqués et difficiles d'accès (zone urbaine, etc.)

Formule de coût : $C = 6372,7 \times (\text{Largeur OH(m)} \times \text{Hauteur OH(m)} \times \text{Taux abaissement} \times \text{Indice pression / pente(\%)})^{(0,3065)}$

Unité : €/Unité

Incertitude : ± 50%

Domaine de validité : 1m < Hauteur OH < 5m

Largeur OH < 50m

Pente du cours d'eau < 1.5%

Taux d'abaissement > 0.30

Installation de chantier : 15% [10%-20%] du coût des travaux

Travaux préparatoires : 20% [10%-30%] du coût des travaux

Exemple d'abaissement d'ouvrage

Hauteur OH : **3.00m**

Largeur OH : **25m**

Pente du cours d'eau : **0.5**

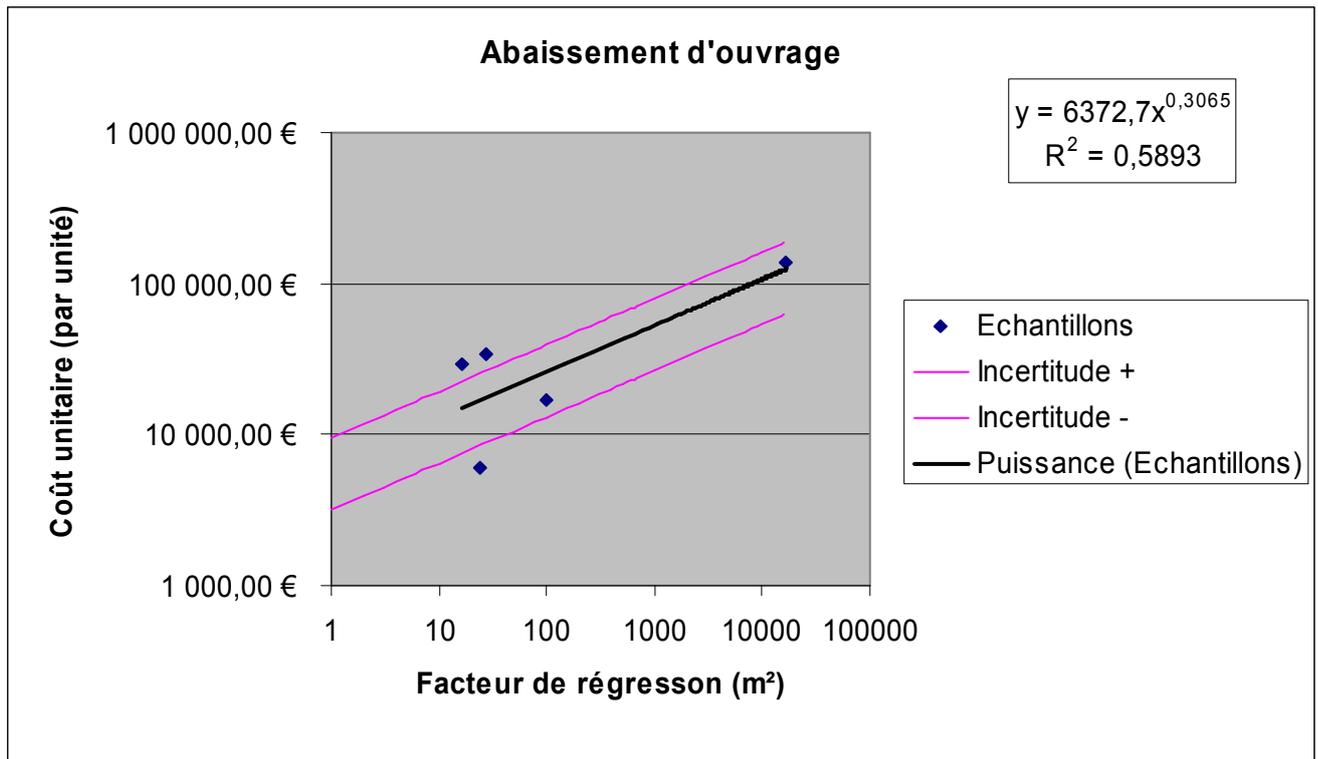
Pression liées à l'occupation du sol : **Naturel**

Taux d'abaissement : **0.75**

Coût : 27 000 € [41 000€ ; 13 500€]

Installation de chantier : 4 000€

Travaux préparatoires : 5 400€



Le coût unitaire des actions d'abaissement d'ouvrage est dépendant de la largeur et de la hauteur de l'ouvrage, du taux d'abaissement lié à l'arasement partiel, à la pression du site de chantier et à la pente du cours d'eau. Les trois premiers paramètres influent directement sur l'ampleur du chantier et donc sur les moyens à mettre en œuvre pour l'exécution des travaux. Ce type d'action dépend également de la pression associée à l'occupation du sol. En effet, les moyens et précautions à mettre en œuvre seront plus importantes dans les secteurs soumis à enjeux importants (zone urbaine, pression agricole forte, présence de voies de communication importantes, etc.). Enfin, les coûts augmentent pour les cours d'eau à pente faible du fait des conséquences plus importantes de ce type d'aménagement sur l'effet de retenu dû à l'ouvrage.

La régression effectuée à partir des retours d'expérience évolue selon une fonction « puissance », ce qui s'explique d'une part, par la nature des données collectées (1 seul exemple avec coût important) et d'autre part, par un lissage (exposant < 1) des coûts sur les grands ouvrages où les arasements ne se font pas sur l'intégralité de la largeur de l'ouvrage hydraulique, mais sur tranche partielle, ce qui revient à prendre en compte un ouvrage moins conséquent.

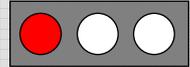


Figure 12 : Exemple de l'abaissement d'un seuil d'un seuil sur la Corrèze

3.4.3.2 Mesure 3C09 : Modalité de gestion des ouvrages

Action type : PLAN ET PROTOCOLE DE GESTION DES OUVRAGES

Plan et protocole de gestion des ouvrages :



Cette action consiste à établir un plan annuel ou pluriannuel de gestion des ouvrages afin de permettre leur ouverture lors des périodes de crue, permettant ainsi ponctuellement une restauration du régime hydrologique naturel, une amélioration du transit sédimentaire et une meilleure continuité biologique. Le coût de ce type d'action dépend principalement des paramètres suivants :

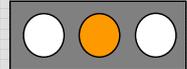
- Linéaire du cours d'eau concerné
- Nombres d'ouvrages et de propriétaires concernés par le périmètre d'étude
- Intensité des crues et des phénomènes morphodynamiques
- Détail du niveau de rendu de l'étude
- Importance des données topographiques à acquérir si besoin

 Les travaux de concertation et de communication auprès des propriétaires d'ouvrage, ainsi que les démarches réglementaires peuvent représenter une part importante voir majoritaire du coût de l'action.

 Etudes morphodynamiques – Programme de restauration de cours d'eau - Stratégie de restauration de la continuité piscicole

3.4.3.3 Mesure 3C37 : Limitation ou amélioration des apports solides néfastes

Action type n°1 : ZONE DE DEPOTS



Plage de dépôt :

La création de plages de dépôt est parfois nécessaire au niveau d'une rupture de pente, lorsque le tronçon de cours d'eau aval est incapable de transporter les sédiments apportés par le tronçon amont et lorsqu'en absence d'intervention ou d'alternative, certains usages (terres agricoles par exemple, zone habitée, etc.) ou fonctionnalités des milieux naturels (frayères, colmatage, etc.) pourraient être menacés. Un cas typique est le débouché d'un torrent à forte pente dans une zone humide ou une zone agricole à faible pente. Ces zones tampons peuvent prendre différentes formes :

- Plages de dépôts de type RTM observées dans les massifs montagneux ;
- Piège à sable, piège à graviers ;
- Bassin de décantation.

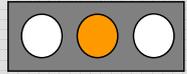
 Le coût de l'implantation d'une plage de dépôt peut être très variable selon la nature et l'importance de la zone. Il existe de plus une grande variété de techniques à adapter au contexte hydrologique, foncier et technique du site. On pourra établir un coût sur la base de quelques exemples ci-dessous :

- Création d'un piège à graviers / à sable d'un volume de 50 m³ en béton banché à l'exutoire de l'affluent torrentiel d'un cours d'eau à faible pente en plaine agricole : 15 000 €HT (300 €/m³) ;
- Création d'un piège à graviers de 500 m³ en entrée de zone urbaine dans un contexte complexe et sous voirie : 500 000 €HT (1000 €/m³) ;
- Création d'une plage de dépôt de type RTM d'un volume de 2000 m³, avec pertuis aval et seuil amont, sur un torrent d'une pente de 5 % : 100 000 €HT (50 €/m³) ;

Le coût présenté comprend l'investissement de l'aménagement de la plage de dépôt mais n'inclut pas les opérations de curage qui entrent dans l'action « curage enlèvement de matériaux néfastes ».

 Etudes morphodynamiques – Programme de restauration de cours d'eau – curage enlèvement de matériaux néfastes

Action type n°2 : ZONES TAMPONS



Zones tampons :

La création de zones tampons consiste à la mise en place de zones intermédiaires entre le bassin versant et le cours d'eau afin de permettre un ralentissement et un stockage provisoire des eaux de ruissellement et ainsi un captage des matières fines et des substances mises en suspension depuis les versants. Ces zones tampons peuvent prendre différentes formes :

- Restauration d'une ripisylve fonctionnelle, bandes enherbées et haies ;
- Bassin de rétention, lagunage, zone humide ;
- Bras morts aménagés, annexe fluviale ;
- Fossés enherbés, noues, rigoles.

Les zones tampons ont pour but de réguler le ruissellement et l'apport de fines et de polluants diffus provenant des versants tout en favorisant les capacités auto-épuratrices du milieu.

 Le coût de l'implantation d'une zone tampon peut être très variable selon la nature et l'importance de la zone. Il existe de plus une grande variété de techniques à adapter au contexte hydrologique, foncier et technique du site. On pourra établir un coût sur la base de quelques exemples ci-dessous :

- Création d'une noue enherbée, de stockage et d'infiltration des eaux de ruissellement, d'une largeur de 5 m et d'une profondeur de 0,50 m sur 100 m : 5000 €HT (50 €HT/ml) ;
- Création d'une zone humide, dans un bassin de rétention avant rejet d'eaux de ruissellement au cours d'eau, sur une surface de 500 m² : 15 000 €HT (30 €/m²) ;
 - Création d'un bassin de rétention aménagé en zone humide, avant rejet d'eaux pluviales au cours d'eau, d'un volume de 10 000 m³ : 500 000 €HT (50 €/m³).

 Des informations plus précises sont disponibles auprès d'organismes comme le CORPEN ou le CEMAGREF.

 Etudes morphodynamiques – Programme de restauration de cours d'eau

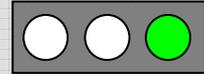


Figure 13 : Exemple de la création d'une zone tampon en aval d'un système de drainage et d'une zone de dépôts de matériaux en milieux montagneux

3.4.3.4 Mesure 3C32 : Programme de recharge sédimentaire

Action type n°1 : TRAITEMENT DES ATTERISSEMENTS

Traitement des atterrissements :



L'action de traitement des atterrissements vise à faciliter la remobilisation des matériaux sédimentaires du lit. Elle correspond généralement à la scarification et/ou à l'arasement des bancs de matériaux présents dans le cours d'eau. Ces bancs sont dévégétalisés et/ou arasés au niveau de l'eau pour que les matériaux soient rendus mobilisables par le passage des crues.

 Le traitement des atterrissements ne correspond en aucun cas à du curage où on l'extrait les matériaux hors du cours d'eau. Les matériaux en excédent sont remodelés, régalés ou déplacés à proximité.

 Les matériaux récupérés peuvent être réinjectés dans le lit dans des zones de déficit en matériaux ou régalés en berge. Le coût du transport des matériaux n'est pas pris en compte dans l'estimation du coût unitaire et renvoie au besoin à l'action « extraction et/ou transfert de matériaux

 Extraction et/ou transfert de matériaux - Recharge en granulats

Formule de coût : $C = 2.3 \times \text{Surface des atterrissements (m}^2\text{)}$

Unité : €/Unité

Incertitude : ± 50%

Installation de chantier : 5.5% [2.5%-8.5%] du coût des travaux

Travaux préparatoires : 7% [4%-10%] du coût des travaux

Exemple de traitement d'atterrissements

Surface des atterrissements : **1000m²**

Coût : 2 300 € [1 150€ ; 3 500€]

Installation de chantier : 126€

Travaux préparatoires : 160€

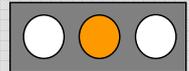
Le coût moyen de traitement des atterrissements a été obtenu par analyse de différents retours d'expérience. L'incertitude de 50% associée à ce coût permettra à l'opérateur de l'outil d'ajuster son coût unitaire selon le contexte des travaux (accessibilité, difficultés de chantier, etc.).



Figure 14 : Exemple du traitement d'un atterrissement sur l'Arve par scarification

Action type n°2 : SEUIL DE STABILISATION DU PROFIL EN LONG

Seuil de stabilisation :



Les seuils de stabilisation du profil en long visent à favoriser la recharge alluviale du lit et/ou à limiter l'incision du lit. Il s'agit de seuils rustiques de hauteur de chute faible (>0.30m) ou de seuils plus importants qui doivent être équipés de système de franchissement piscicole.

 L'estimation du coût des seuils de stabilisation en bois n'est applicable que pour les petits et très petits cours d'eau* (Largeur<10m) étant donné les risques de manque de stabilité.

 La mise en place de seuils rustiques doit être favorisée par rapport aux seuils avec une chute d'eau importante car ces derniers sont plus impactant pour les milieux.

 Suppression d'ouvrage – Stratégie de restauration de la franchissabilité piscicole – Etude morphodynamiques – Recharge en granulats - Reméandrage

* Nous considérons ici les petits et très petits cours d'eau comme les ruisseaux et petites rivières dont la largeur est inférieure à 5m.

Formule de coût : $C = 303,46 \times (\text{Hauteur OH(m)} \times \text{Largeur(m)} \times \text{Indice Matériaux})^{(1,346)}$

Unité : €/Unité

Incertitude : ± 30%

Domaine de validité : Hauteur < 3m

Largeur < 65m

Installation de chantier : 8% [5%-12%] du coût des travaux

Travaux préparatoires : 7% [4%-10%] du coût des travaux

Exemple de seuil de stabilisation

Hauteur OH : **1m**

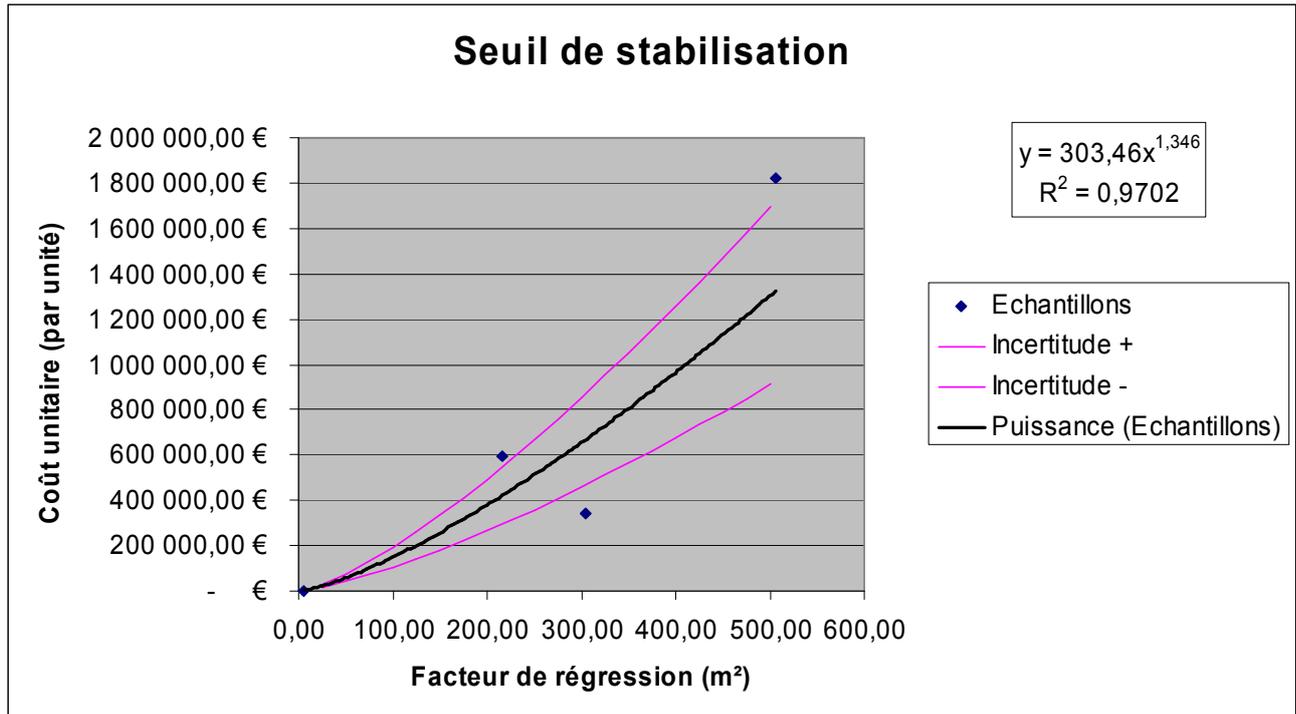
Largeur du cours d'eau : **25m**

Indice matériaux : **Enrochements**

Coût : 101 000 € [71 000€ ; 131 000€]

Installation de chantier : 8 000€

Travaux préparatoires : 7 000€

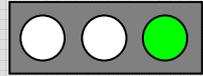


L'estimation du coût unitaire des actions de création de seuil de stabilisation dépend principalement de la hauteur de l'ouvrage, de la largeur plein bord du cours d'eau et des matériaux utilisés. La hauteur de l'ouvrage et la largeur du cours d'eau conditionnent l'importance des travaux et donc une grande partie du coût. Les matériaux utilisés ont également un impact. Ainsi, l'analyse des retours d'expérience ont montré qu'en moyenne un ouvrage en génie minéral (enrochements) coûte 3 fois plus cher qu'un ouvrage en bois, ces derniers n'étant utilisés que sur les petits cours d'eau.

La régression issue de l'analyse des retours d'expérience prend la forme d'une fonction « puissance », ce qui s'explique par la différence des coûts des aménagements entre les petits cours d'eau et les grands cours d'eau. En effet, sur les petits cours d'eau, l'installation de seuils rustiques à moindre coût peut suffire à lutter contre l'incision tandis que sur les grands cours d'eau, les aménagements ont tendance à prendre des dimensions assez imposantes du fait de l'importance des phénomènes morphodynamiques en jeu. On constate donc une augmentation assez rapide (exposant >1) du coût avec l'augmentation du facteur de régression. On notera enfin que les techniques « enrochements » et « enrochements liaisonnés » sont affectés du même coefficient en première approximation dans le cadre des corrélations réalisées. En pratique, l'enrochement liaisonné présente un coût majoré de 20 à 30% environ.

Coefficient de matériaux	Valeur numérique
Bois	1
Pré-barrage - Enrochements - Enrochements liaisonnés	3

Tableau 10 : Tableau des coefficients de matériaux pour les seuils de stabilisation

Action type n°3 : RECHARGE EN GRANULATS**Recharge en granulats :**

Cette action correspond à la mise en place de matériaux sédimentaires naturels (galets, graviers, sables, etc.) dans le lit mineur du cours d'eau afin de pallier à des déficits sédimentaires et recréer une dynamique naturelle des écoulements et des habitats aquatiques.

 Le coût de ce type d'action peut-être variable selon la provenance, la qualité et le prix de transport des matériaux.

 La recharge en granulat est une technique de restauration qui s'inscrit dans le moyen et long terme et ne donne des résultats probants en termes écologiques qu'après le passage d'au moins une crue morphogène. L'ajustement du coup unitaire doit être adapté dans ce sens.

 Transfert de matériaux – Seuil de stabilisation – Etude morphodynamique

Formule de coût : $C = 47 \times \text{Volume de matériaux rechargés (m3)}$

Unité : €/unité

Incertitude : $\pm 35\%$

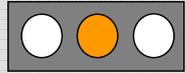
Installation de chantier : 7% [4%-10%] du coût des travaux

Travaux préparatoires : 10% [5%-15%] du coût des travaux

Le coût moyen des actions de recharge en granulats a été évalué en fonction des données issues des retours d'expérience et de coûts unitaires issues des travaux d'analyse de l'ONEMA. L'incertitude de 35% issue de la comparaison des coûts réels et des coûts estimés doit permettre d'ajuster le coût unitaire choisi par l'opérateur en fonction du contexte technique et économique du chantier (provenance et qualité des matériaux, etc.).



Figure 15 : Exemple de restauration d'un cours d'eau par recharge alluviale et seuil de stabilisation en enrochements sur l'Arve

Action type n°4 : CURAGE ET ENLEVEMENTS DE MATERIAUX NEFASTES**CURAGE ET ENLEVEMENTS DE MATERIAUX NEFASTES:**

Le curage des matériaux de cours d'eau est vivement déconseillé et soumis à réglementation. Cependant, dans le cas de présence de matériaux néfastes dans le lit mineur (vase, eutrophisation, dépôts de matières fines), des actions de curage visant à restaurer un état de référence satisfaisant peuvent être opérées pour améliorer la qualité des milieux aquatiques.

 Le curage peut également être utilisé dans le cadre de suppression ou d'abaissement d'ouvrages hydrauliques lorsqu'il est nécessaire d'enlever des matériaux néfastes présents dans la retenue formée par l'ouvrage.

 Le coût moyen du curage peut-être revu à la baisse dans le cadre de la fourchette d'incertitude pour les chantiers imposant l'enlèvement d'un volume important de matériaux. De même, pour de petits chantiers ce coût moyen peut-être revu à la hausse.

 Le coût moyen du curage ne comprend l'éventuelle valorisation des matériaux qui peut venir réduire le coût global de l'opération.

 Le coût moyen du curage suppose que les matériaux sont mis en remblais à proximité du site. Pour le déplacement et l'export de ces matériaux en aval sur le cours d'eau, on complètera l'opération avec l'action-type « Transfert de matériaux ».

 Suppression d'ouvrage – Abaissement d'ouvrage - Etude morphodynamiques – Recharge en granulats - Transfert de matériaux

Formule de coût : Coût moyen= 5.5 x **Volume de matériaux curés (m3)**

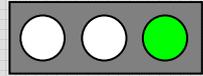
Unité : €/unité

Incertitude : ± 50%

Domaine de validité : Volume de matériaux curés < 10 000m³

Installation de chantier : 5.5% [2.5%-8.5%] du coût des travaux

Travaux préparatoires : 7% [4%-10%] du coût des travaux

Action type n°5 : TRANSFERT DE MATERIAUX**Transfert de matériaux :**

Cette action consiste à déblayer des matériaux stockés pour les transporter et les déposer soigneusement dans un autre site. Ce principe s'applique notamment lorsqu'il s'agit de transporter les matériaux d'une plage de dépôt vers un secteur de cours d'eau en déficit sédimentaire.

 L'option de remettre directement les matériaux en dépôt ou de les déposer en aval ou en amont immédiat du site de récupération peut également être prise en compte considérant une distance de transport nulle (cas de l'extraction en amont d'un seuil du dépôt en aval immédiat de ce seuil).

 Le coût de cette action suppose que la qualité des sédiments extraits (présence de pollution, granulométrie des matériaux, etc.) satisfait aux normes. En cas de conditions contraire, la mise en dépôt dans un centre adapté est obligatoire (cf. coût connexe).

 Recharge en granulats – Etude morphodynamique – Curage et enlèvement de matériaux néfastes

Formule de coût : $C = (0.5 \times \text{Distance de transfert} + 8) \times \text{Volume de matériaux}$

Unité : €/m³ de matériaux extraits

Incertitude : ± 50%

Installation de chantier : 7% [4%-10%] du coût des travaux

Travaux préparatoires : 8.5% [5%-12%] du coût des travaux

Exemple de transfert de matériaux

Distance de transfert (km) : **4 km**

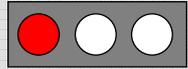
Volume de matériaux (m³) : **1500 m³**

Coût : 15 000 € [7 500€ ; 30 000€]

Installation de chantier : 1 050€

Travaux préparatoires : 1 275€

La formule du coût a été déterminée à partir d'un coût de transfert et d'un coût d'extraction et de mise en dépôt par expertise sur la base de coûts généralement observés.

Action type n°6 : EPIS ENGRAISSEURS**Epis engraisseurs :**

La création d'épis engraisseurs consiste en l'implantation d'épis encastrés dans la berge permettant la réduction du lit mineur et le stockage de sédiments en amont immédiat. Cette technique permet de lutter localement contre l'érosion des berges tout en évitant une banalisation du milieu. Cependant, le dimensionnement des épis doit être correctement adapté à la dynamique et aux caractéristiques du cours d'eau (équilibre sédimentaire, granulométrie, pente, etc.). Le coût des épis dépendra principalement des paramètres suivants :

- Linéaire de cours d'eau concerné ;
- Largeur du cours d'eau ;
- Longueur et matériaux de construction des épis ;
- Energie et force tractrices associées au cours d'eau.

En l'absence d'étude préalable dimensionnant ces ouvrages, on pourra prendre un coût moyen de 100 €HT/m³ d'enrochements à raison de 1 à 5 m³/ml d'épi selon la taille et l'énergie du cours d'eau. Pour des épis en génie végétal, on prendra un coût moyen de 100 €HT/ml d'épi, en considérant que cette technique est à privilégier pour les petits et très petits cours d'eau.



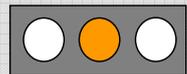
Etudes morphodynamiques – Programme de restauration de cours d'eau – Seuil de stabilisation – Protection en génie végétal

3.4.4 Etape 2 : Actions propres à la thématique de la restauration de la morphologie et des habitats

3.4.4.1 Mesure 3C14 : Restauration des habitats aquatiques (niveau R1)

Action type n°1 : SEUIL RUSTIQUE

Seuil rustique :



La création de seuils rustiques consiste en la mise en place de seuils de fonds (hauteur < 0.3 à 0.5m) dans le lit mineur afin de redonner localement une dynamique naturelle au cours d'eau et de favoriser le retour de faciès d'écoulement diversifiés (radier, mouilles, etc.)

⚠ Les seuils rustiques sont par définition des seuils avec une hauteur de chute limitée et devant être complètement franchissables par la faune piscicole. De plus, ce type de technique s'applique de préférence à des petits à moyens cours d'eau.

↕ Epis de diversification – Création de lit d'étiage – Création de caches piscicoles - Reméandrage - Réouverture de cours d'eau – Suppression d'ouvrage – Etude morphodynamique

Formule de coût : $C = 432,01 \times (\text{Largeur(m)} \times \text{Hauteur OH(m)} \times \text{Pente(\%)})$

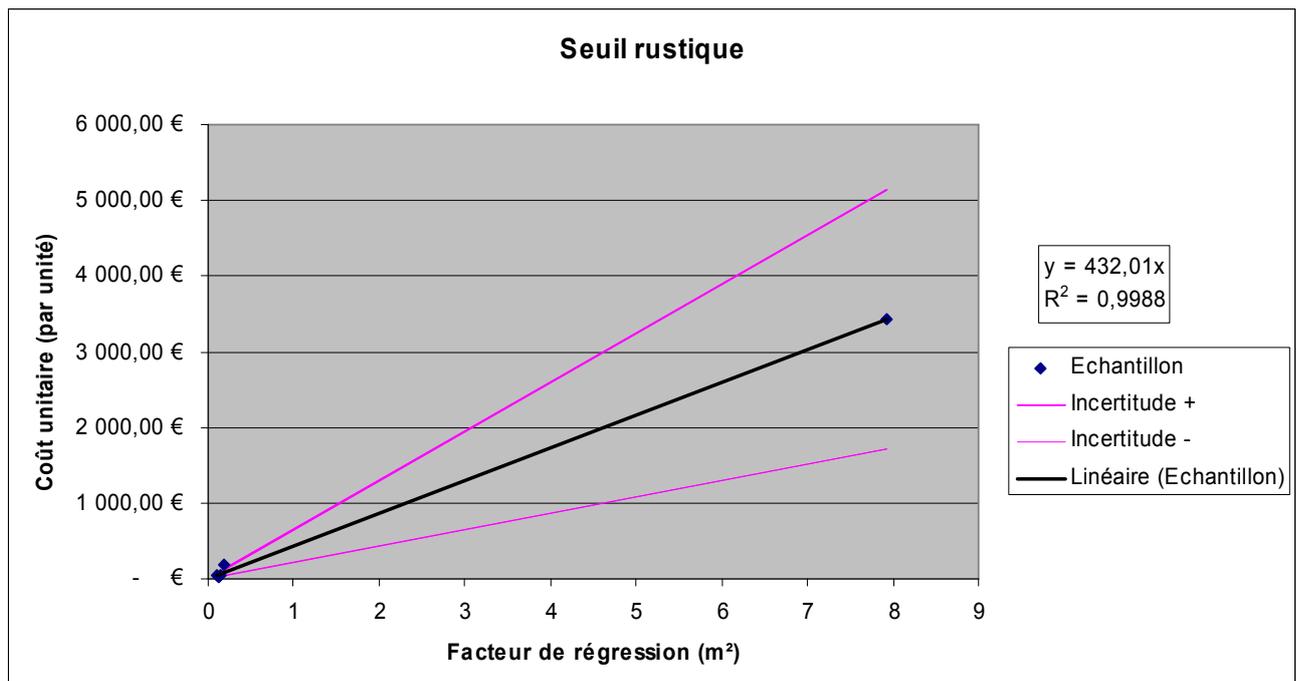
Unité : €/unité

Incertitude : ± 50%

Domaine de validité : 0,2m < Hauteur OH < 0,5m

Installation de chantier : 7% [4%-10%] du coût des travaux

Travaux préparatoires : 8% [5%-12%] du coût des travaux

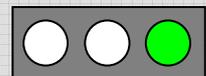


La régression issue de l'analyse des retours d'expérience donne une fonction de type « linéaire ». L'incertitude forte de 50% est en partie due au manque de données notamment pour les valeurs fortes du facteur de régression (Largeur x Hauteur OH x Pente de cours d'eau).

Le coût de la création de seuil rustique dépend de sa hauteur et de la largeur plein bord du cours d'eau qui conditionnent l'ampleur des travaux nécessaires (dimensionnement de l'aménagement). De plus, plus la pente du cours d'eau est forte, plus le coût de l'aménagement est important du fait des précautions à prendre pour la stabilité de l'ouvrage en fonction de l'énergie du cours d'eau. L'analyse des retours d'expérience n'a pas démontré d'influence forte des types de matériaux. En effet, le fait que cette action ne s'applique qu'à des petits à moyens cours d'eau induit une quantité nécessaire de matériaux peu importante et donc une influence faible de leur nature dans le coût unitaire globale.

Action type n°2 : EPIS DE DIVERSIFICATION

Epis de diversification :



Cette action consiste à mettre en place dans le lit mineur du cours d'eau des épis encastrés en berge permettant de redynamiser les écoulements et de favoriser le retour de faciès d'écoulements diversifiés.

 Le dimensionnement des épis doit être adapté à la morphodynamique et aux caractéristiques physiques du cours d'eau afin d'éviter des problèmes importants d'érosion de berge qui ne sont en général pas souhaités pour des travaux d'ambition R1 en lit mineur.

 Le coût de cette action peut également varier selon la qualité des matériaux utilisés.

 Recharge en granulats – Création de lit d'étiage – Création de caches piscicoles - Reméandrage - Réouverture de cours d'eau - Etude morphodynamique

Formule de coût : $C = 102.3 \times (\text{Largeur(m)} \times \text{Coefficient de matériaux})$

Unité : €/unité

Incertitude : ± 50%

Domaine de validité : Largeur plein bord du cours d'eau < 25m

Installation de chantier : 7% [4%-10%] du coût des travaux

Travaux préparatoires : 8% [5%-12%] du coût des travaux

Exemple de pose d'épis de diversification

Largeur plein bord du cours d'eau (m) : **25m**

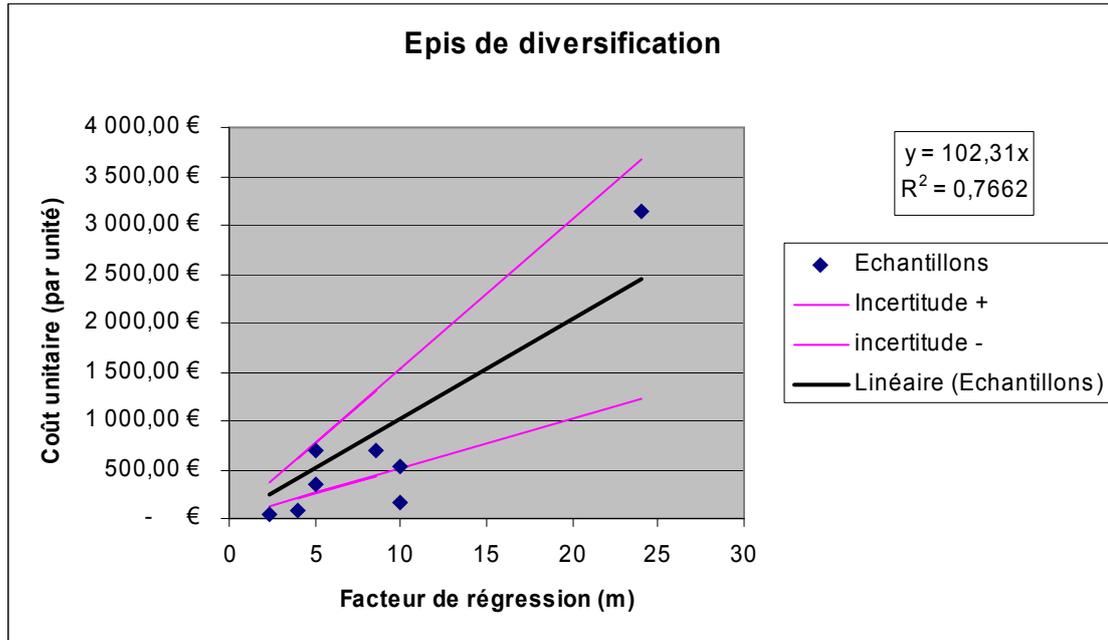
Matériaux : **Bois**

Nombres d'épis : 8

Coût : 18 600 € [9 300€ ; 28 000€]

Installation de chantier : 1 300€

Travaux préparatoires : 1 500€



Le coût d'un épi de diversification varie selon la largeur plein bord du cours d'eau et la nature des matériaux utilisés pour sa construction. En effet, le dimensionnement d'un épi et donc son coût sont directement dépendant de la largeur plein bord du cours d'eau. D'autre part, l'analyse des retours d'expérience a également démontré que la nature des matériaux utilisés avait un impact direct sur les coûts. Ainsi, les épis construits en génie minéral semblent deux fois plus chers que ceux en bois ou en technique végétal.

Coefficients associés aux matériaux	Valeur Numérique
Bois	1
Enrochements	2

Tableau 11 : Tableau des coefficients de matériaux des épis de diversification

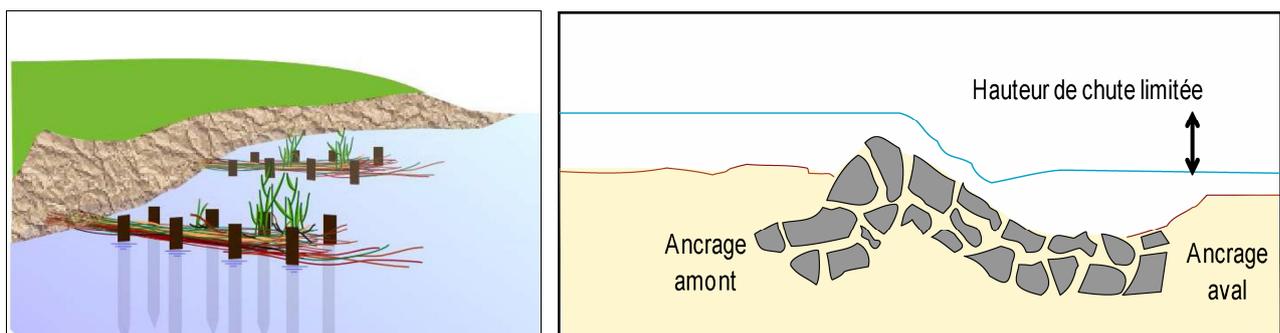
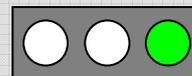


Figure 16 : Schéma d'épis végétaux et d'un seuil rustique noyé en enrochement

Action type n° 3 : RISBERME / BANQUETTE / LIT D'ÉTIAGE**Risberme / Banquette / Lit d'étiage :**

Cette action consiste à aménager le lit mineur du cours d'eau en terrassant les berges ou en implantant des banquettes (ou bombements de berge) ou des risbermes inondables afin de recréer un lit réduit (lit ou chenal d'étiage) proposant des conditions d'écoulements plus naturelles et favorisant le retour d'habitats aquatiques diversifiés.

 Cette action est adaptée à des cours d'eau recalibrés, curés et/ou rectifiés dont le lit surdimensionné a conduit à une banalisation des conditions d'écoulement et des habitats.

 Cette action se limite à des travaux dans le lit mineur sans changement du tracé du cours d'eau. Seules les berges peuvent être terrassées afin d'aménager le lit mineur afin de rester dans un niveau d'ambition R1. Le coût unitaire est donné en € par mètre linéaire de cours d'eau restauré.

 Recharge en granulats – Création de caches piscicoles - Reméandrage - Réouverture de cours d'eau
- Epis de diversification - Etude morphodynamique

Formule de coût : $C = 439.79 \times (1 / (\text{Puissance spécifique (Watt/m}^2))) + 52.0304$

Unité : €/ mètre linéaire de cours d'eau

Incertitude : ± 15%

Domaine de validité : Largeur plein bord du cours d'eau < 30m

0.05% < Pente du cours d'eau < 1%

Installation de chantier : 7% [4%-10%] du coût des travaux

Travaux préparatoires : 8% [5%-12%] du coût des travaux

Exemple de création d'un lit d'étiage

Largeur plein bord du cours d'eau (m) : **12m**

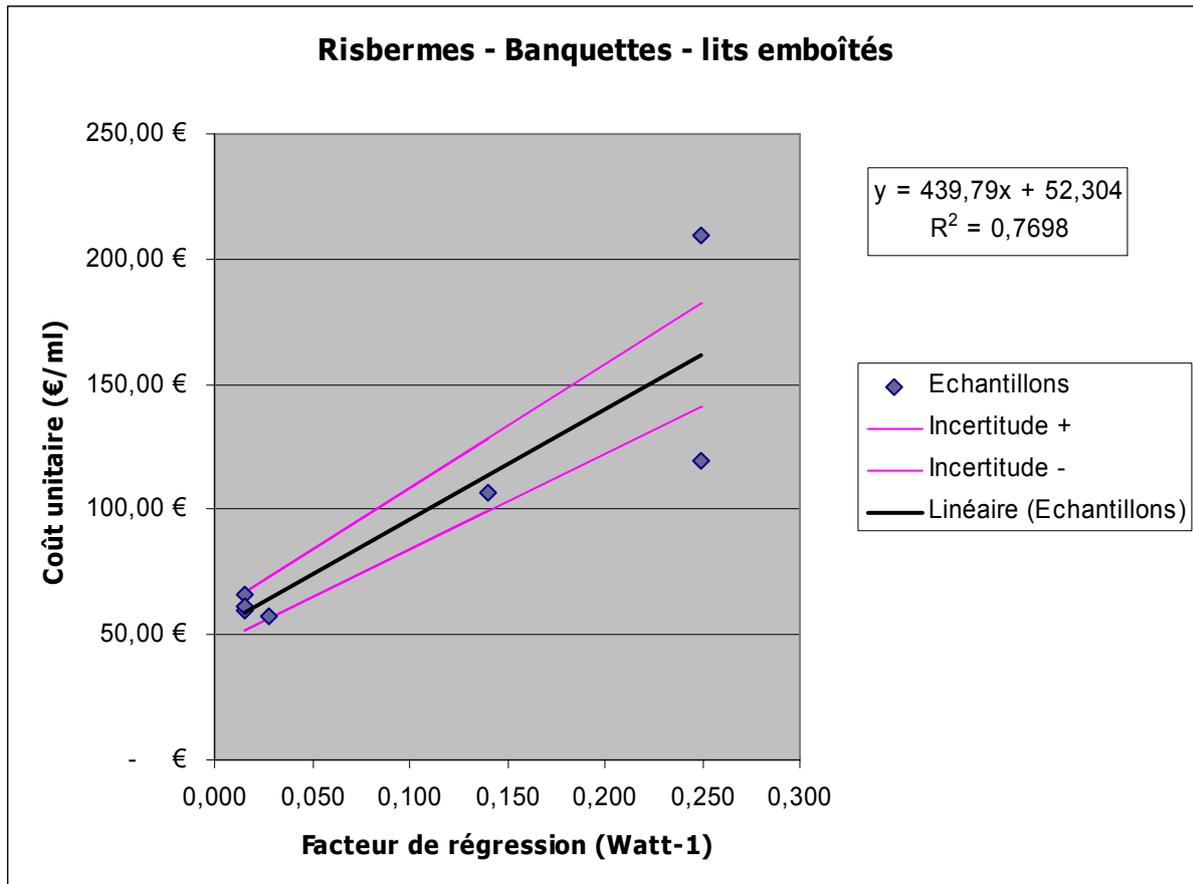
Pente du cours d'eau (%) : **0.08%**

Linéaire de cours d'eau à restaurer (m) : **500m**

Coût : 57 000 € [49 000€ ; 64 000€]

Installation de chantier : 4 000€

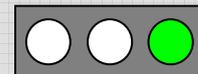
Travaux préparatoires : 4 600€



L'analyse des retours d'expérience a permis de mettre en valeur que le coût des actions de restauration du lit d'étiage varie en grande partie selon l'inverse de la puissance spécifique du cours d'eau. En effet les cours d'eau bénéficiant d'une puissance spécifique importante (capacité érosive, dynamique de reméandrage, dépôts de sédiments), se caractérisent par une capacité à réadapter les dimensions du lit mineur vers l'état naturel par le passage des crues morphogènes, ce qui limite les travaux de restauration au sein du lit mineur. A l'opposé, un cours d'eau dont l'énergie spécifique est faible aura besoin de plus de mesures d'aménagement pour redonner une dynamique naturelle aux écoulements.



Figure 17 : Exemples d'une opération de restauration de cours d'eau par recréation d'un lit d'étiage et exemple de création de caches par fascinage

Action type n°4 : CREATION DE CACHES**Création de caches :**

Cette action consiste en la mise en de place de caches piscicoles (amas de blocs, blocs dispersés, abris sous berges, fixation d'embâcles, disposition localisée de bois morts, etc.) qui servent de lieux refuge, de repos et de nourriture aux espèces piscicoles. Ces caches permettent de recréer directement des habitats aquatiques pour la faune piscicole.

 Les coûts unitaires calculés donnent une estimation du coût d'une cache. Le nombre de caches doit être saisi par l'opérateur pour obtenir le coût total du projet. Le coût unitaire peut-être ajusté dans le cadre de la limite des incertitudes afin de prendre en compte la complexité du chantier et la nature des matériaux utilisés.

 Recharge en granulats – Création lit d'étiage - Reméandrage - Réouverture de cours d'eau - Epis de diversification - Etude morphodynamique

Formule de coût : $C = 10438 \times (\text{Indice pression} / \text{Puissance (Watt/m}^2))$

Unité : €/ unité

Incertaince : ± 40%

Domaine de validité : Largeur plein bord du cours d'eau < 15m

0.05% < Pente du cours d'eau < 1%

Installation de chantier : 7% [4%-10%] du coût des travaux

Travaux préparatoires : 8% [5%-12%] du coût des travaux

Exemple de création de caches

Largeur plein bord du cours d'eau (m) : **8m**

Pente du cours d'eau (%) : **0.10%**

Puissance spécifique : **25 Watt/m²**

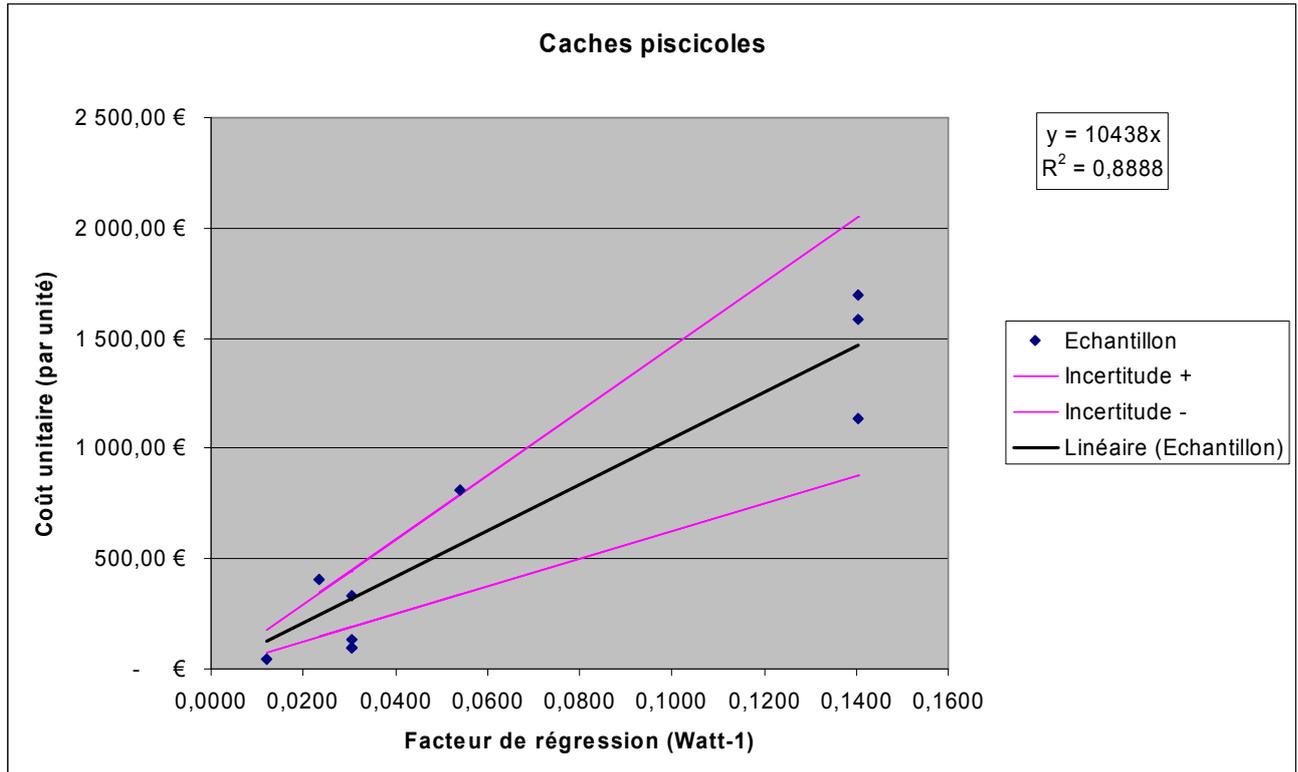
Pression : **Zone urbaine dense**

Nombre de caches : **10**

Coût : 4 250 € [2 600€ ; 6 000€]

Installation de chantier : 300€

Travaux préparatoires : 350€



Le coût de mise en œuvre de caches piscicoles est dépendant de la puissance spécifique et de la pression associée à l'occupation du sol sur le site du chantier. En effet, de même que pour la création d'un lit d'étiage, les travaux seront plus importants pour les cours d'eau à énergie faible. D'autre part, l'analyse des retours d'expérience a également démontré que suivant les enjeux humains présents, le coût des travaux pouvait augmenter, ce qui peut s'expliquer par les difficultés à effectuer les travaux dans des zones à enjeux importants (pression urbaine, etc.)

Action type n°5 : CREATION DE FRAYERE A BROCHETS**Création de frayères à brochets :**

Cette action consiste en la restauration de zones de frayère pour l'habitat et la reproduction des espèces d'eaux lenticques, en particulier le brochet. Les travaux consistent en la création ou la restauration d'annexes fluviales (bras morts et secondaires, mares, herbiers aquatiques, prairie inondables, etc.) tout en s'assurant de leur bonne connexion avec le cours d'eau.

 Selon la nature et l'objectif des frayères, leur mise en eau peut être de fréquence variable (pluriannuelle, annuelle, etc.)

 La surface de création de frayères à brochets est exprimée en hectare (ha) alors que le coût obtenu est exprimé en €/m² pour plus de précision sur le coût total de l'action.

 Restauration Zone humide alluviale - Reconnexion bras mort- Reméandrage – Suppression de contrainte latérale - Suppression d'étang - contrainte latérale - Réouverture de cours d'eau - - Etude morphodynamique - Plantations

Formule de coût : $C = 0,7854 \times \ln (1/\text{Superficie (en ha)}) + 1,86$

Unité : €/ m² de frayère restaurée

Incertitude : ± 35%

Domaine de validité : Superficie de la zone de frayère > 100m²

Installation de chantier : 6% [4%-8%] du coût des travaux

Travaux préparatoires : 8% [5%-12%] du coût des travaux

Exemple de création de frayère

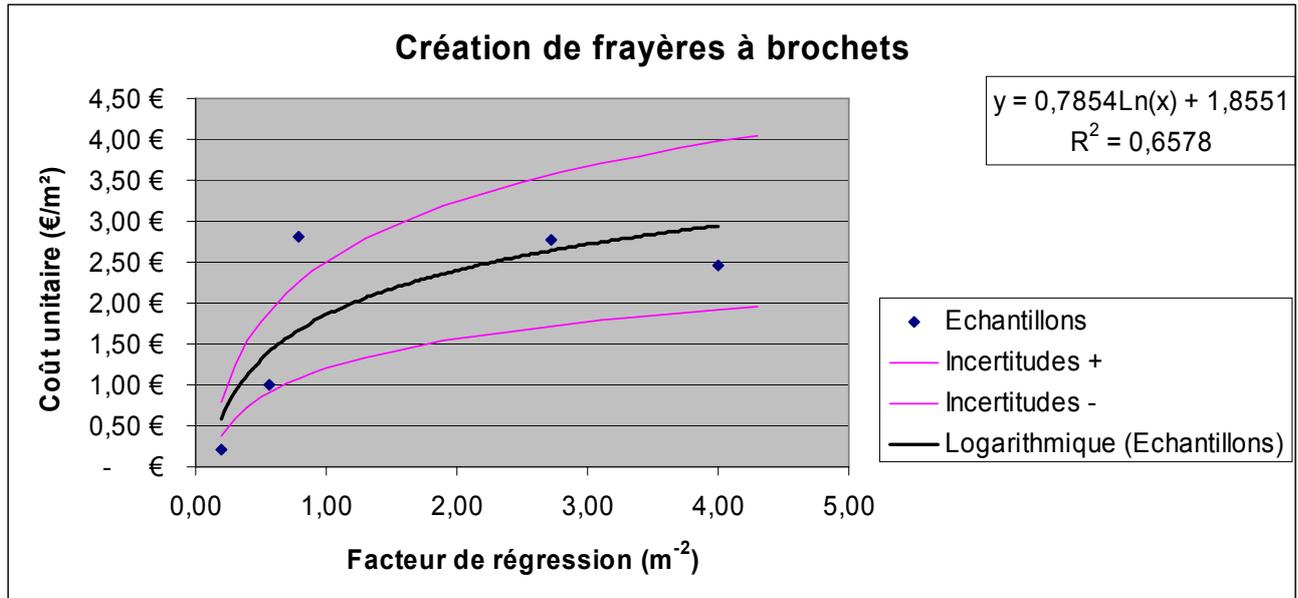
Surface de la frayère (ha) : **0.1ha**

Surface de la frayère (m²) : **1000m²**

Coût : 3 700 € [2 400€ ; 5 000€]

Installation de chantier : 220€

Travaux préparatoires : 300€



L'analyse des retours d'expérience a montré que le paramètre le plus influant sur les travaux de création de frayère est naturellement la superficie restaurée. En effet, on constate que plus la superficie de la zone de frayère est importante, plus le coût de revient au m² est faible. Ce paramètre est ici plutôt associé aux aspects économiques des chantiers mais reflète bien la réalité des coûts de création/restauration des frayères. La régression obtenue varie selon une loi logarithmique, ce qui signifie que les coûts au m² se stabilisent vers une valeur maximale de 3.00 € /m² pour les projets de petite superficie.

Action type n°6 : CREATION DE FRAYERES A TRUITES**Création de frayères à truites :**

Cette action consiste en la création de zone de frayère pour les espèces piscicoles d'eaux vives, en particulier les truites, par la recharge et la disposition de matériaux adaptés (graviers de granulométrie 20 à 50 mm) dans le lit mineur.

Ce type d'opération a connu des expériences concluantes. Toutefois, il est important de noter que l'efficacité dépasse rarement une saison piscicole puisque les sédiments vont probablement être entraînés à la moindre crue morphogène et que, s'ils ne le sont pas, ils pourront subir le même type d'altération que les sédiments en place : colmatage par les fines ou par le développement algal par exemple.



Reméandrage – Dérivation du lit - Réouverture de cours d'eau – Retour thalweg d'origine.

Formule de coût : $C = 31.6 \times \text{Surface de frayère (en m}^2\text{)}$

Unité : €/unité

Incertitude : $\pm 35\%$

Installation de chantier : 7% [4%-10%] du coût des travaux

Travaux préparatoires : 8% [5%-12%] du coût des travaux

Pour cette action, un coût moyen de 31.60 € / m² de frayère créée a été déterminé avec une incertitude de 35%, sur le modèle des frayères à brochets. Ce coût moyen est issu de données provenant d'analyses de coûts effectuées par l'ONEMA. Il reflète les coûts d'actions consistant à recréer des zones de frayères dans le cours d'eau par aménagement de lits de graviers.

3.4.4.2 Mesure 3C43 : Plan de restauration de cours d'eau

Action type : ETABLISSEMENT D'UN PROGRAMME DE RESTAURATION ADAPTE

Etablissement d'un programme de restauration adapté :



L'établissement d'un plan de restauration et de gestion physique des cours d'eau passe par l'établissement passe par une phase d'analyse des enjeux présents (diagnostic éco-morphologique, hydraulique, socio-économique) sur le cours d'eau afin de concevoir un programme d'action et de gestion adapté. Cette action correspond donc à une étude d'élaboration d'un plan global de restauration du cours d'eau. Son coût sera principalement conditionné par les paramètres suivants

- Linéaire de cours d'eau ou superficie de bassin concerné ;
- Complexité du contexte socio-économique associé aux usages de l'eau ;
- Intensité des phénomènes morphodynamiques et richesse écologique des milieux aquatiques ;
- Importance des données à acquérir si besoin : topographiques, données poissons, données faune-flore, etc. ;
- Niveau de détail du rendu des résultats de l'étude

 Le coût d'une étude d'établissement d'un programme peut être très variable selon les paramètres précédents. On pourra établir un coût sur la base de quelques exemples ci-dessous :

- Etude géomorphologique de bassin versant (900 km²) préalable à un contrat de rivière, avec pour objectif de répondre à l'ensemble des enjeux hydromorphologiques de la DCE, avec peu d'enjeux, sans investigations lourdes de terrain, avec topographie : 15 000 €HT : 90 000 €HT (100 €/km²)
- Etude morpho-écologique de bassin versant (600 km²) préalable à un contrat de rivière, avec pour objectif de répondre à l'ensemble des enjeux hydromorphologiques de la DCE et des risques d'inondation, sans investigations lourdes de terrain ni topographie : 130 000 €HT (220 €/km²) ;
- Etude globale de bassin versant (600 km²) préalable à un contrat de rivière, avec pour objectif de répondre à l'ensemble des enjeux hydromorphologiques de la DCE et des risques d'inondation, avec de nombreux enjeux et de nombreuses investigations physiques et milieux (jaugeages, pêches d'inventaire, hydrobiologie, zones humides, faune-flore, etc.), hors topographie : 290 000 €HT (480 €HT/km²) ;

 Les problématiques de concertation auprès des différents acteurs et les problématiques foncières pourront également influencer sur le coût total de l'action.

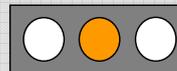
 Ce type d'étude intègre les études morphodynamiques, sédimentaires et de stratégie d'amélioration de la continuité biologique

 Etudes morphodynamiques – Stratégie de restauration de la continuité piscicole - Plan de gestion des ouvrages

3.4.4.3 Mesure 3A20 : Entretien et restauration de la fonctionnalité des ouvrages

Action type n°1 : RESTAURATION DES OUVRAGES HYDRAULIQUES

Restauration des ouvrages hydrauliques :



La restauration des ouvrages hydrauliques consiste en la réfection d'ouvrages, en particulier les seuils, en termes de génie civil et de maçonnerie. Ces travaux sont effectués dans le cadre d'enjeux sécuritaires (stabilité de l'ouvrage, travaux post-crise), paysagers, écologiques (amélioration de la continuité écologique) ou hydrauliques.

 Le coût obtenu est basé sur l'analyse de travaux concernant uniquement la réfection de seuils et ne comprend d'éventuels travaux de réfection de berges qui pourraient l'accompagner.

 Au niveau de l'entretien des ouvrages, les frais annuels peuvent varier de 0.5% à 10% du coût d'investissement initial, avec une valeur moyenne de 2%, que l'on peut utiliser en l'absence d'informations plus précises.

 Passe à poissons à bassins - Rampe en enrochements - Rivière de contournement - Equipement d'un ouvrage existant – Système de dévalaison – Gestion des embâcles – Plan de gestion des ouvrages

Formule de coût : $C = 4502.5 \times (\text{Hauteur OH(m)} \times \text{Largeur OH(m)} \times \text{Niveau réfection} \times \text{Pente (\%)})$

Unité : €/unité

Incertitude : ± 45%

Domaine de validité : Largeur de l'ouvrage en crête < 200m

Pente du cours d'eau < 1,5%

Installation de chantier : 15% [5%-25%] du coût des travaux

Travaux préparatoires : 5% [2%-8%] du coût des travaux

Exemple de restauration d'ouvrage hydraulique

Largeur OH (m) : **40m**

Pente du cours d'eau (%) : **0.15%**

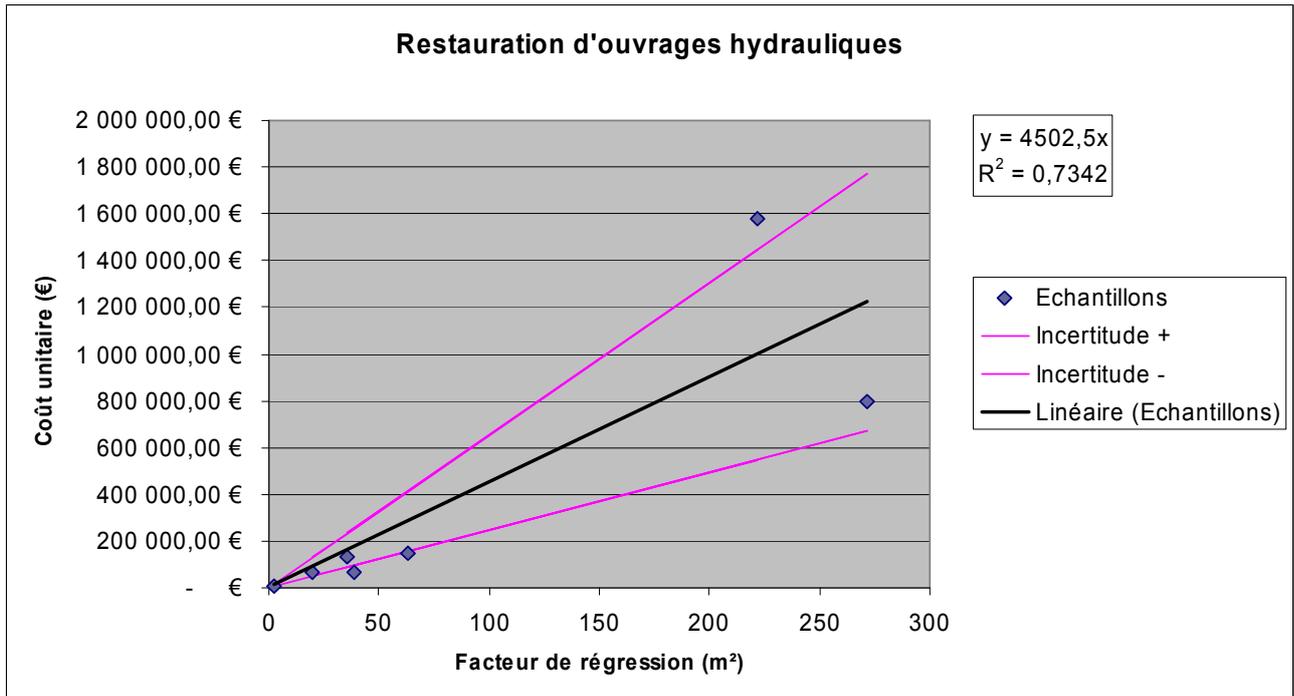
Hauteur OH(m) : **2.5m**

Niveau de réfection : **Reprise partielle**

Coût : 135 000 € [74 000€ ; 196 000€]

Installation de chantier : 20 000€

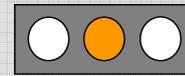
Travaux préparatoires : 6 700€



Les coûts associés aux actions de restauration d’ouvrage dépendent principalement de la hauteur d’ouvrage, de sa largeur en crête, de la pente du cours d’eau et du niveau de réfection associé aux travaux. La hauteur et la largeur en crête de l’ouvrage conditionnent l’importance des travaux, ainsi que le niveau de réfection. En effet l’analyse des retours d’expérience a montré que selon la nature des travaux que l’on applique à l’ouvrage, le coût est modifié. Ainsi, en moyenne, il a été constaté que la démolition complète de l’ouvrage suivi de sa reconstruction coûte 100 fois plus cher que l’aménagement seul de vannage et 50 fois plus cher qu’une restauration partielle. De plus, il a été constaté que le coût de cette action augmente avec la pente du cours d’eau, ce qui s’explique par la nécessité de travaux plus importants sur les cours d’eau à plus forte énergie afin d’assurer leur stabilité.

Coefficient du niveau de réfection des ouvrages	Valeur numérique
Aménagement de vannages	0,1
Reprise partielle de l'ouvrage	2
Démolition complète et reconstruction de l'ouvrage	10

Tableau 12 : Tableau des coefficients de niveau de réfection des ouvrages

Action type n°2 : GESTION DES EMBACLES AU NIVEAU DE L'OUVRAGE**Gestion des embâcles au niveau de l'ouvrage :**

Cette action consiste en l'enlèvement des encombrants (embâcle, bois mort, déchets ; etc.) qui peuvent obstruer un ouvrage et perturber sa fonctionnalité ou mettre en péril sa stabilité.

 Le coût de l'action peut varier selon la nature des encombrants à enlever. Le coût obtenu est un coût moyen, mais sa valeur peut-être vue à la hausse ou au rabais selon le contexte des travaux, dans la limite de la fourchette d'incertitude.

 Ce coût est à moduler en fonction de l'ampleur des embâcles, de la fréquence des enlèvements et l'accessibilité au chantier

 Restauration d'ouvrage – Suppression d'ouvrage – Abaissement d'ouvrage – Plan de gestion des ouvrages

Formule de coût : $C = 155 \times \text{Volume d'embâcles (en m}^3\text{)}$

Unité : €/unité

Incertitude : ± 20%

Installation de chantier : 7% [4%-10%] du coût des travaux

Travaux préparatoires : 7% [4%-10%] du coût des travaux

Le coût de l'action est basé sur un coût moyen évalué d'après une analyse de coût effectuée par l'Agence de l'Eau Seine Normandie.

3.4.4.4 Mesure 3C16 : Reconnexion d'annexes hydrauliques

Action type n°1 : RECONNEXION DE BRAS MORT

Reconnexion de bras mort :



Ce type de travaux comprend des opérations de terrassement et de plantations, et consiste à remettre en communication, à relier un ancien bras d'un cours d'eau, déconnecté du cours d'eau principal. La reconnexion du bras mort devrait permettre de recréer des zones de reproduction pour diverses espèces piscicoles (saumons, etc.).

 Le coût obtenu donne un prix au mètre linéaire de bras mort reconnecté et restauré, que l'action s'applique à l'ensemble du linéaire du bras mort ou seulement à des secteurs localisés (connexion aval et/ou amont), c'est-à-dire que le coût unitaire au mètre linéaire est calculé à partir du linéaire total de bras mort, mais les travaux (linéaire de projet) ne peuvent concernés qu'une partie localisée.

 Protection en génie végétal – Plantations – Création de frayères – Suppression de contraintes latérales – Restauration de zone humide alluviale

Formule de coût : $C = 3329,8 \times (\text{Section Bras mort (en m}^2\text{)} / \text{Linéaire total bras mort (en ml)}) + 47,11$

Unité : €/ml de bras mort restauré

Incertitude : ± 20%

Domaine de validité : linéaire de bras mort > 50 m

Installation de chantier : 9% [6%-12%] du coût des travaux

Travaux préparatoires : 6% [2%-10%] du coût des travaux

Exemple de reconnexion de bras mort

Section Bras mort (m²) : **40m²**

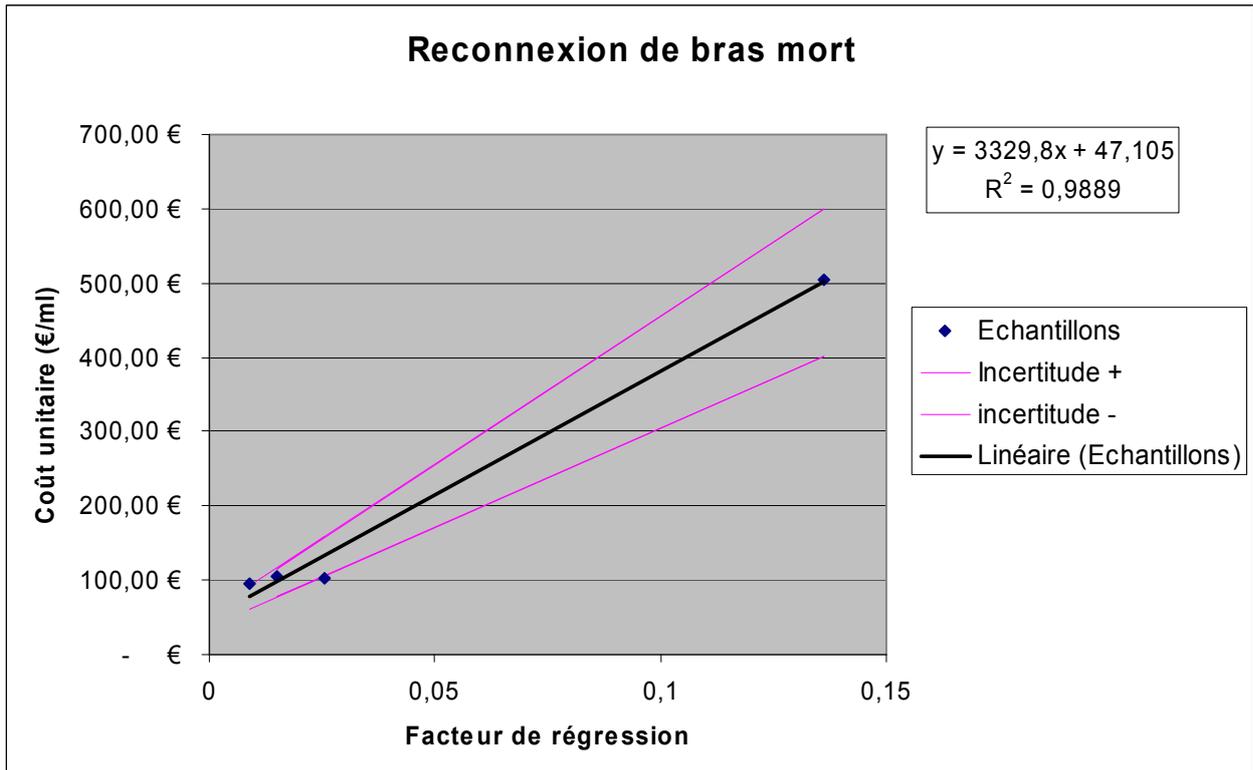
Linéaire total de bras mort (m) : **500m**

Linéaire bras mort à restaurer (m) : **300m**

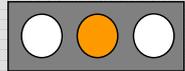
Coût : **34 000 € [27 000€ ; 41 000€]**

Installation de chantier : **3 000€**

Travaux préparatoires : **2 000€**



Le coût des actions de reconnexion de bras mort dépend de la section hydraulique du bras et de son linéaire total, qui conditionnent le coût des opérations de terrassement et le coût des aménagements à mettre en place au niveau de la prise d'eau du bras et de la confluence avec le cours d'eau principal.

Action type n°2 : RESTAURATION DE ZONE HUMIDE ALLUVIALE**Restauration de zone humide alluviale:**

Certaines espèces piscicoles ont besoin de la présence de zones humides connectées au cours d'eau afin de se reproduire (cas du brochet). Il est donc essentiel de restaurer certaines zones humides afin de permettre cette reproduction. Il est également parfois nécessaire de reconnecter certains bras mort avec ces zones humides. Ici, on ne s'intéresse qu'aux zones humides alluviales c'est-à-dire les zones humides en connexion avec la nappe du cours d'eau et situées en fond de vallée

De plus, au delà de l'aspect piscicole, les zones humides ont aussi un rôle important au niveau de richesse écologique terrestre (amphibiens, végétation, etc.) et de la régularisation du régime hydrologique (Recharge de la nappe en étiage, effet tampon sur les crues, etc.)

 Le coût de l'action peut varier selon la nature et les caractéristiques écologiques et physiques de la zone humide (prairie inondable, forêt alluviale, marais tourbeux, etc.)

 Protection en génie végétal – Plantations – Création de frayères – Suppression de contraintes latérales – Reconnexion de bras mort – Reméandrage – Réouverture de cours d'eau – Dérivation de cours d'eau – Retour du cours d'eau dans son thalweg d'origine

Formule de coût : $C = 10.15 \times \text{Superficie la zone humide alluviale (m}^2\text{)}$

Unité : €/ unité

Incertitude : $\pm 35\%$

Domaine de validité : Surface de la zone humide alluviale $< 25\,000\text{ m}^2$

Installation de chantier : 7% [4%-10%] du coût des travaux

Travaux préparatoires : 11% [7%-15%] du coût des travaux

Le coût obtenu est un coût moyen évalué à partir de l'analyse de plusieurs retours d'expérience.

3.4.4.5 Mesure 3C44 : Restauration du fonctionnement hydromorphologique (niveaux R2-R3)

Action type n°1 : REMEANDRAGE

Reméandrage :

La récréation des méandres et d'un lit sinueux est basée sur la disponibilité d'un minimum de foncier sur l'une et/ou l'autre des berges (< 10 fois la largeur plein bord pour R2, > 10 fois pour R3). Ce type d'intervention doit permettre de recréer globalement de la biodiversité dans l'hydrosystème, et permettre à certaines espèces piscicoles de recoloniser le secteur de cours d'eau par le retour d'une dynamique naturelle des écoulements et donc d'habitats aquatiques. Les actions de reméandrage se basent principalement sur des travaux de terrassement. Les opérations de revégétalisation et le besoin d'acquisition foncière sont traités par ailleurs..

 Le coût obtenu ne prend pas en compte les coûts de plantations végétales, de protections de berge en génie végétal et fonciers. Cependant, il comprend les aménagements de démolition, de terrassements et d'aménagements en génie minéral (enrochements) associés au remodelage du lit.

 Restauration des habitats aquatiques - Protection en génie végétal – Plantations – Reconnexion de bras mort – Suppression de contraintes latérales – Restauration de zone humide alluviale – Réouverture de cours d'eau – Etude morphodynamique

Formule de coût : $C = 310,82 \times (\text{Ipression} \times (\text{Largeur PB projet(m)} / \text{Largeur PB initiale(m)}) / \text{Puissance spécifique (watt/m}^2)) + 43,98$

Unité : €/ mètre linéaire de cours d'eau reméandré

Incertitude : ± 45%

Domaine de validité : Pente ≤ 1.5%

EPS > 10 watt/m²

Largeur plein bord initial < 25m

Installation de chantier : 15% [10%-20%] du coût des travaux

Travaux préparatoires : 15% [10%-20%] du coût des travaux

Exemple de reméandrage

Pente (%) : **0.1%**

Largeur plein bord initiale (m) : **10m**

Largeur plein bord projet (m) : **25m**

Puissance spécifique (watt/m²) : **15 Watt/m²**

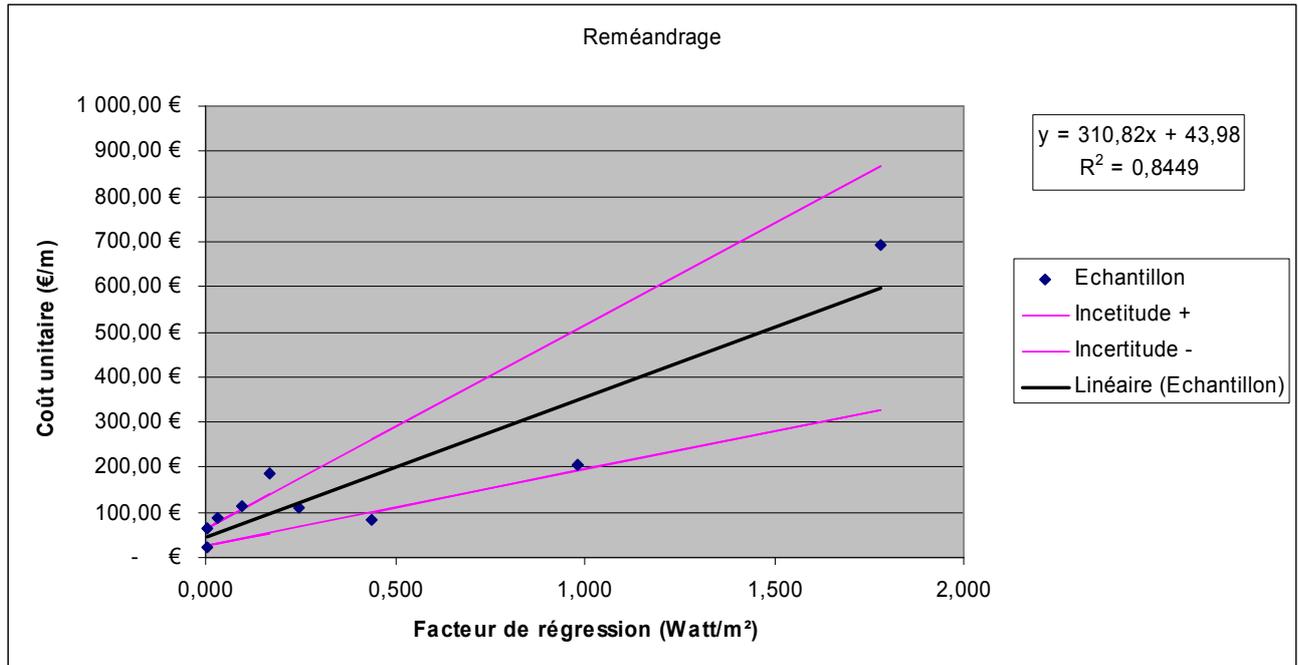
Pression : **Cultures**

Linéaire : **500m**

Coût : **260 000 € [143 000€ ; 376 000€]**

Installation de chantier : **39 000€**

Travaux préparatoires : **39 000€**



Le coût des actions de reméandrage dépend principalement de la puissance spécifique du cours d'eau et du rapport entre la largeur plein bord initial et la largeur plein bord projetée dans le cadre du reméandrage. En effet, l'ampleur des travaux de terrassement va dépendre à la fois du niveau de restauration imposé par l'énergie spécifique du cours d'eau et d'autre part de l'espace possible de reméandrage, correspondant à la largeur plein bord du cours d'eau projetée. De plus, l'indice de pression nous a également permis d'affiner la formule de régression en distinguant les travaux ayant lieu dans des secteurs à pression humaine faible et des secteurs à pression humaine plus importante où le coût des travaux devient plus élevé étant donné les contraintes plus nombreuses.

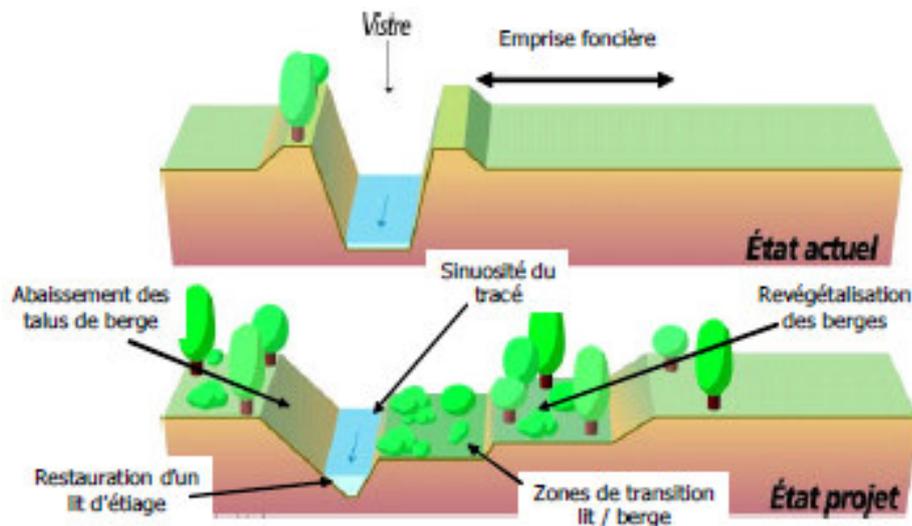
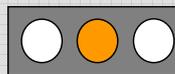


Figure 18 : Exemple de principe de reméandrage et d'augmentation de la largeur plein bord dans le cadre de la réhabilitation du Vistre en aval de Nîmes (BURGEAP, 2007)

Action type n°2 : Réouverture de cours d'eau**Réouverture de cours d'eau :**

La réouverture de cours d'eau consiste en des travaux de génie civil (destruction de chaussée ou de bâtiment, suppression de fondations d'ouvrages) et de terrassement en vue de remettre à ciel ouvert un cours d'eau qui a été busé et canalisé sur un long linéaire.

Le coût de cette action peut-être compris entre 200 €HT et 1000 €HT par mètre linéaire de cours d'eau réouvert. Le choix de cette valeur sera à adapter principalement en fonction des paramètres suivants :

- Energie du cours d'eau ;
- Intensité de la pression anthropique locale (zone urbaine, présence d'enjeux proches, etc.) ;
- Linéaire de réouverture de cours d'eau ;
- Largeur du cours d'eau ;

En privilégiant la valeur de 200 €HT/ml pour les très petits cours d'eau busés et les valeurs supérieures pour les cours urbains de taille petite à moyenne. Pour les grands cours d'eau, les coûts pourront encore multipliés par un facteur de 2 à 10 en fonction du contexte initial.

 Le coût de l'action prend en compte les travaux d'ouverture mais également les travaux de terrassement et de remise en forme du lit du cours d'eau, nécessaires à l'amélioration de l'état écologique. Cependant, il ne prend pas en compte les coûts de plantations végétales, de protections de berge en génie végétal et fonciers qui sont traités par ailleurs

 Le coût de l'action de réouverture varie beaucoup en fonction du contexte des travaux et de leur localisation. En effet, le coût peut être plus important dans le cas de travaux en zones à enjeux forts (zone urbaine, etc.) par rapport à des chantiers se déroulant dans des zones où la pression anthropique est plus faible (prairie, forêt, etc.).

 Protection en génie végétal – Plantations – Création de frayères — Reconnexion de bras mort – Restauration des habitats aquatiques - Etude morphodynamique

Formule de coût : Coût moyen compris entre 200€/ml et 1000€/ml

Unité : €/ mètre linéaire de cours d'eau réouvert

Incertitude : ± 50%

Domaine de validité : Largeur plein bord ≤ 10 m

Installation de chantier : 15% [10%-20%] du coût des travaux

Travaux préparatoires : 15% [10%-20%] du coût des travaux

Le coût moyen de cette action a été déterminé à partir de l'analyse de quelques retours d'expérience et d'expertise en termes de restauration hydromorphologique. Il a donc été évalué une fourchette de coût allant de 200€/ml à 1000€/ml suivant la diversité des cas possibles de chantier. La fourchette basse correspondant aux cas simples pour des petits cours d'eau (simple busage) tandis que la fourchette haute représente les cas plus compliqués situés par exemple en zone urbaine pour des cours d'eau de taille petite à moyenne.

Action type n°3 : RETOUR DU COURS D'EAU DANS SON THALWEG D'ORIGINE**Retour du cours d'eau dans son thalweg d'origine :**

Cette action consiste à remettre un cours d'eau dans son lit d'origine. Elle concerne les cours d'eau dont le tracé originel a été modifié pour des raisons hydrauliques ou autres (rectification, rescindement de méandre, recalibrage, etc.). Les travaux comportent des opérations de terrassement afin de rouvrir le lit d'origine et de combler le lit artificiel. Des aménagements de stabilisation du lit remis en eau, si nécessaires, sont également inclus dans l'action.

 Le coût obtenu ne prend pas en compte les coûts de plantations végétales, de protections de berge en génie végétal ni les frais fonciers. Cependant, il comprend les aménagements de démolition, de terrassement et d'aménagements en génie minéral (enrochements).

 La largeur de cours d'eau prise en compte dans la détermination du coût unitaire est la largeur plein bord du cours d'eau avant projet.

 Protection en génie végétal – Plantations – Reconnexion de bras mort – Restauration de zone humide alluviale - Suppression de contraintes latérales – Etude historique - Etude morphodynamique

Formule de coût : $C = 74088 \times \text{Ipression} / \text{Linéaire (m)} \times (1/\text{Puissance spécifique (Watt/m}^2)) + 33,97$

Unité : €/ mètre linéaire de cours d'eau restauré

Incertitude : ± 25%

Domaine de validité : Largeur plein bord du cours d'eau initial < 10m

Pente du cours d'eau ≤ 1 %

EPS > 10 watt/m²

Installation de chantier : 5% [2%-8%] du coût des travaux

Travaux préparatoires : 7% [4%-10%] du coût des travaux

Exemple de retour de cours d'eau dans son lit d'origine

Pente (%) : **0.1%**

Largeur plein bord (m) : **10m**

Puissance spécifique (watt/m²) : **15 Watt/m²**

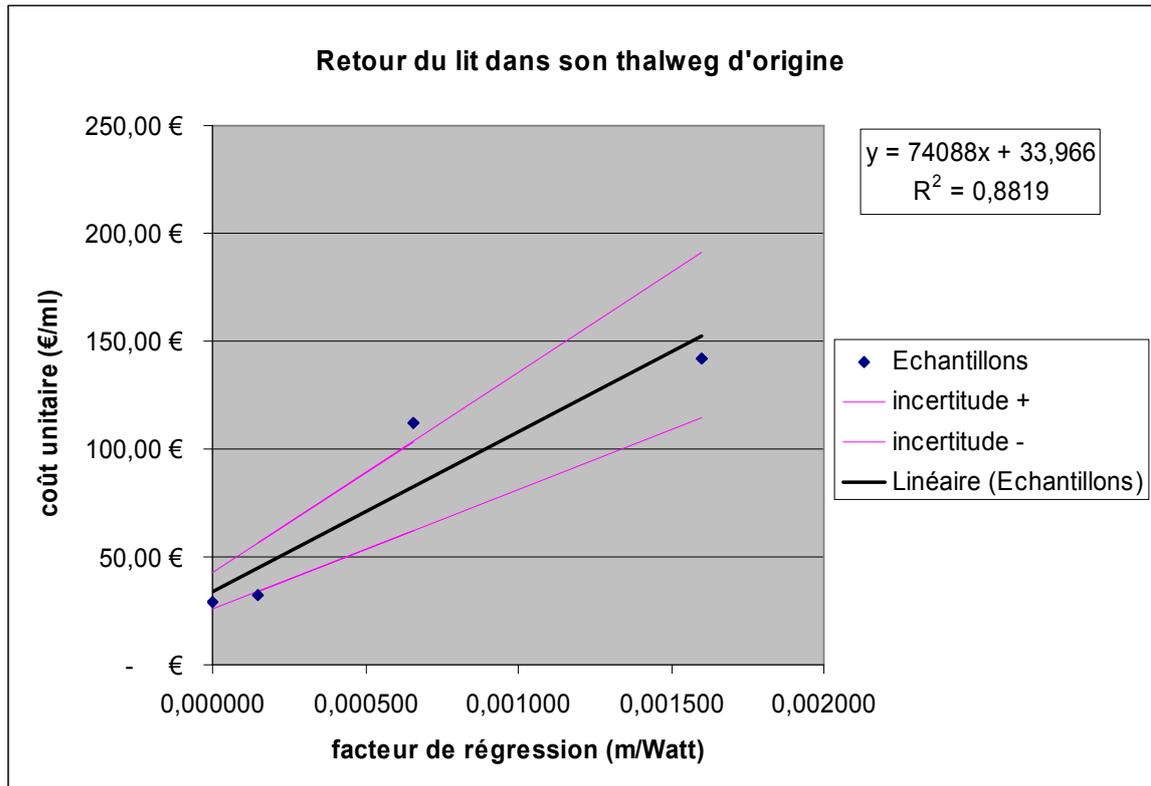
Pression : **Cultures**

Linéaire : **500m**

Coût : 22 000 € [17 000€ ; 28 000€]

Installation de chantier : 1 100€

Travaux préparatoires : 1 500€



Le coût des actions de retour des cours d'eau dans leur thalweg d'origine dépend principalement de leur énergie spécifique, de la pression associée au site de chantier et du linéaire de cours d'eau restauré (thalweg d'origine). La puissance spécifique du cours d'eau va conditionner sa capacité à restaurer les faciès d'écoulement et la diversité des habitats ; ainsi pour les rivières dont l'énergie n'est pas suffisante pour redonner une dynamique naturelle aux cours d'eau, les travaux de restauration devront être plus importants afin de garantir le retour à un état écologique fonctionnel. De plus, le coût sera également dépendant du contexte de pression anthropique associé aux travaux, conditionnant les mesures de sécurité et de respect des enjeux humains à proximité du chantier. Enfin, l'analyse des retours d'expérience nous a permis d'affiner la régression linéaire en faisant intervenir le linéaire de restauration (linéaire du thalweg d'origine restauré) qui permet une déclinaison des coûts unitaires en fonction de l'ampleur des travaux.

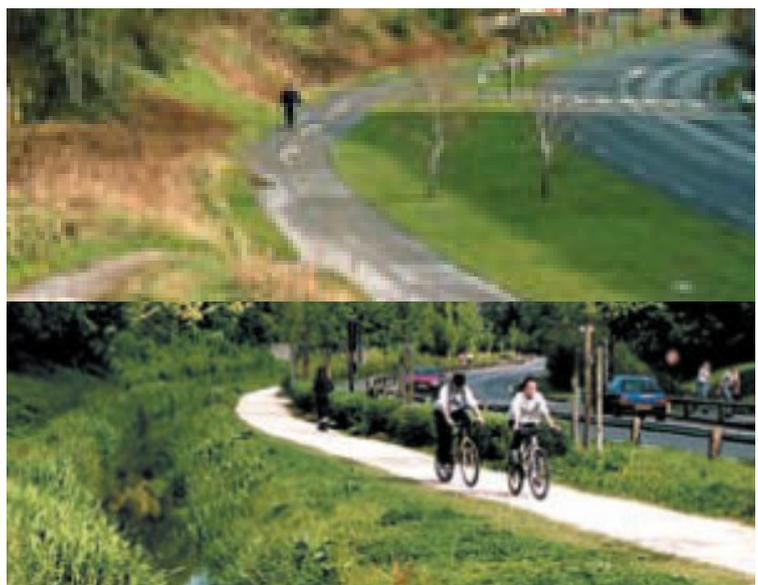
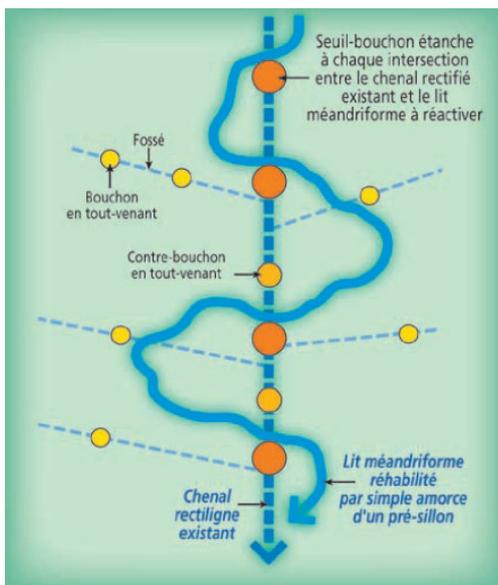
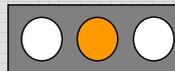


Figure 19 : Exemple de travaux de retour de la Clauge (39) dans son lit d'origine et de réouverture d'un tronçon de la Bièvre (94)

Action type n°4 : DERIVATION PAR CREATION D'UN NOUVEAU LIT**Dérivation par création d'un nouveau lit :**

Cette action consiste à créer un nouveau lit pour le cours d'eau afin de permettre une dérivation par rapport à un aménagement, le plus souvent une retenue d'eau, imposant une dégradation forte de l'état et de la continuité écologique (étang, gravière, plan d'eau, etc.). Cette action permet de redonner au cours d'eau une dynamique fonctionnelle et de garantir la continuité écologique entre l'amont et l'aval. Les travaux sont principalement basés sur des opérations de terrassement et sur l'implantation ponctuelle d'aménagement de stabilisation.

 Le coût obtenu ne prend pas en compte les coûts de plantations végétales, de protections de berge, de remblayage d'anciens lits et fonciers. Cependant, il comprend les aménagements de démolition, de terrassement et l'aménagement du lit (mise en forme du lit).

 La largeur de cours d'eau prise en compte dans la détermination du coût unitaire est la largeur plein bord du cours d'eau avant projet. La largeur appliquée au projet doit être cohérente avec la largeur naturelle du cours d'eau en amont et en aval de la retenue d'eau.

 Protection en génie végétal – Plantations – Création de frayères — Reconnexion de bras mort – Restauration de zone humides alluviales - Restauration des habitats aquatiques - Etude morphodynamique

Formule de coût : $C = 422,18 \times (\text{Ipression} \times \text{Lpb(m)}^2) / \text{Puissance spécifique (watt/m}^2)$

Unité : €/ mètre linéaire du cours d'eau restauré

Incertitude : ± 30%

Domaine de validité : Largeur plein bord du cours d'eau initial < 15m

Pente du cours d'eau ≤ 1 %

EPS > 10 watt/m²

Installation de chantier : 3% [1%-5%] du coût des travaux

Travaux préparatoires : 3% [1%-5%] du coût des travaux

Exemple de dérivation de cours d'eau

Pente (%) : **0.2%**

Largeur plein bord (m) : **5m**

Puissance spécifique (watt/m²) : **78 Watt/m²**

Pression : **Patûre**

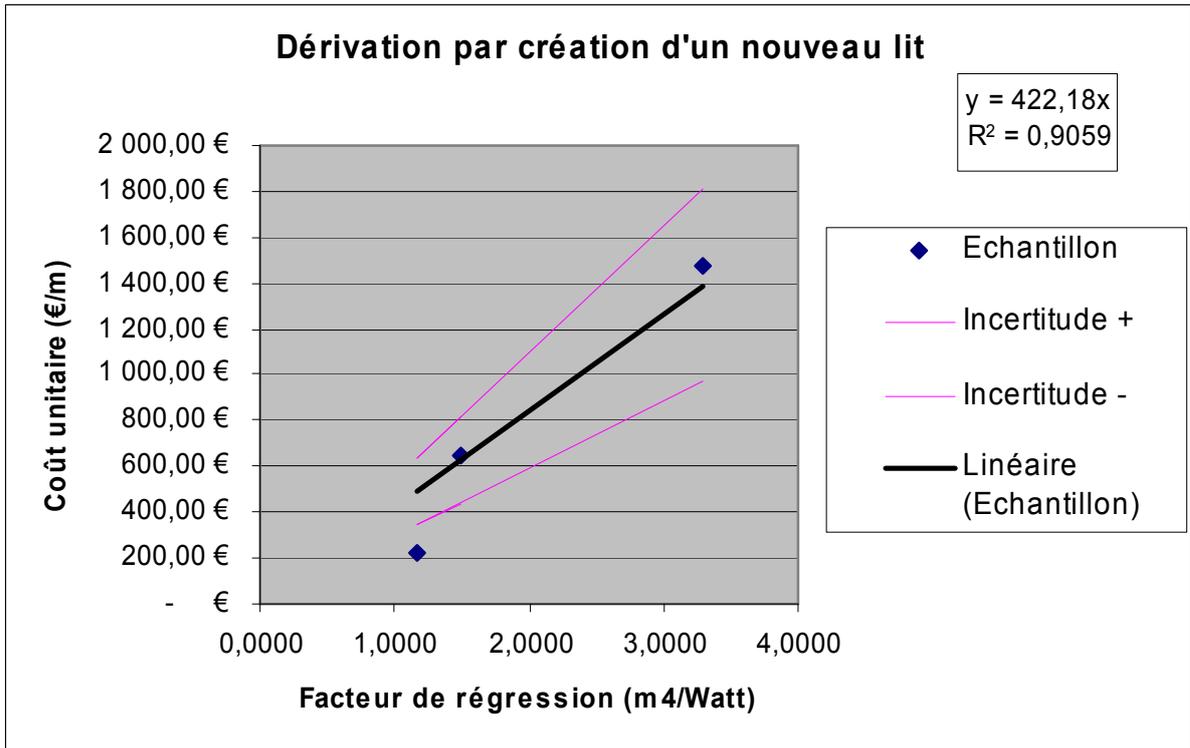
Linéaire : **1250m**

Coût : 337 000 €

[438 000€ ; 236 000€]

Installation de chantier : 8 400€

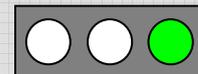
Travaux préparatoires : 8 400€



L'analyse des retours d'expérience a mis en évidence que les principaux paramètres influant sur le coût des actions de dérivation du lit mineur sont la puissance spécifique, la pression locale du chantier et la largeur plein bord du cours d'eau. La puissance spécifique et la largeur plein bord du cours d'eau vont conditionner l'ampleur des travaux et le niveau de la restauration à prendre en compte. D'autre part, l'analyse des travaux réalisés a permis d'affiner la régression linéaire en appliquant l'indice de pression qui rend compte de l'évolution des coûts en fonction du contexte du chantier et des pressions locales présentes associées à l'occupation du sol et aux activités humaines.



Figure 20 : Exemple de la restauration de la Veyre par dérivation d'une gravière par création d'un nouveau lit (2010, Syndicat de la Veyre Vivante – Vital)

Action type n°5 : SUPPRESSION DE CONTRAINTES LATÉRALES**Suppression de contraintes latérales :**

Cette action consiste en la démolition des aménagements ou ouvrages contraignant la dynamique latérale des cours d'eau (enrochements, murs, palplanches, digues, etc.) et empêchant la mobilité érosive du lit mineur. Les travaux correspondent à des travaux de démolition et de réaménagement de berge par terrassement.

 Cette action est souvent comprise dans les autres actions de restauration du fonctionnement hydromorphologique mais elle peut également être appliquée seule.

 Le coût obtenu ne prend pas en compte les coûts de plantations végétales, de protections de berge en génie végétal et fonciers.

 Protection en génie végétal – Plantations – Reconnexion de bras mort – Restauration de zone humide alluviale - Etude morphodynamique

Formule de coût : $0,8846 \times \text{Largeur} \times \text{Ipression} \times \text{Coefficient de la Nature de la Contrainte} + 15$

Unité : €/ mètre linéaire de contrainte supprimée

Incertitude : ± 30%

Domaine de validité : 3m < Largeur plein bord du cours d'eau < 150m

Installation de chantier : 15% [10%-20%] du coût des travaux

Travaux préparatoires : 7% [4%-10%] du coût des travaux

Exemple de suppression de contraintes latérale

Largeur plein bord (m) : **25m**

Coefficient de la nature de la contrainte : **Digue**

Pression : **Cultures**

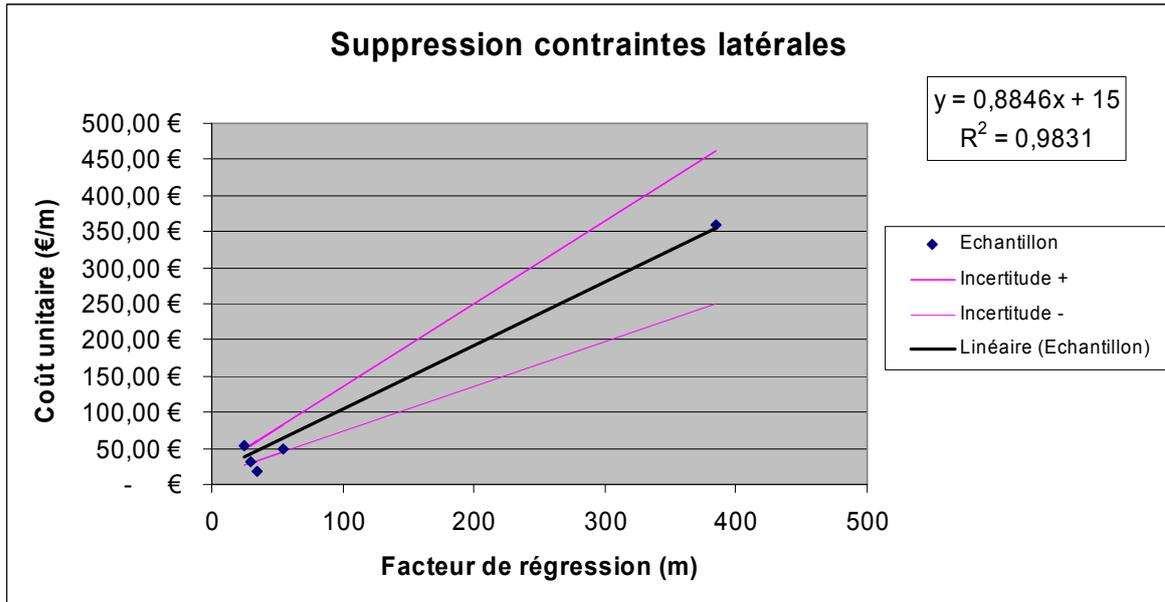
Linéaire : **250m**

Coût : 45 000 €

[32 000€ ; 59 000€]

Installation de chantier : 7 000€

Travaux préparatoires : 3 000€



Le coût des actions de suppression de contraintes latérales est principalement conditionné par la largeur plein bord du cours d'eau, la pression anthropique associée au chantier et la nature de la contrainte à supprimer. La largeur plein bord d'un cours d'eau conditionne en partie l'importance des aménagements ou ouvrages de protection de berge ou de limitation des inondations et donc le coût de leur destruction. D'autre part, l'indice de pression permet d'affiner la régression linéaire en prenant en compte les impacts sur le coût du contexte du chantier. Enfin, l'analyse des retours d'expérience nous a permis de paramétrer un coefficient associé à la nature de la contrainte, permettant d'adapter les coûts en fonction de la typologie et des matériaux de l'aménagement de protection. Il a ainsi été évalué que la destruction d'une digue protégée par du génie minéral (enrochements, béton, etc.) coûte 3,5 plus cher que la destruction d'une simple protection de berges en génie minéral (mur, enrochement, gabions, etc.) sans présence de digue. Ce ratio passe à 2,5 si la digue est en remblai simple sans protection de berge.

Coefficient de la nature de la contrainte	Valeur numérique
Contrainte de berge en génie minéral (mur, enrochement, gabions, etc.)	1
Digue	2,5
Digue et génie minéral	3,5

Tableau 13 : Tableau des Coefficients de nature des contraintes latérales



Figure 21 : Exemple de la suppression de protections de berges sur l'Orge (91) et de retour à une dynamique d'écoulement naturel suite à la suppression d'un étang sur le Vicoin (53)

Action type n°6 : SUPPRESSION D'ETANG**Suppression d'étang :**

Cette action consiste en la suppression d'étangs ou de retenues d'eau formés par la présence d'un obstacle à la continuité écologique (barrage, digue, seuil). Les travaux consistent à supprimer l'effet de retenue et à remodeler le lit, ce qui correspond majoritairement à des actions de génie civil et de terrassement ou de gestion d'ouvrage.

Le coût de cette action est principalement conditionné par les paramètres suivants :

- Surface de la retenue d'eau et linéaire de cours d'eau à restaurer
- Hauteur de l'ouvrage faisant obstacle à la continuité des écoulements
- Nature des travaux de vidange de la retenue (suppression de l'ouvrage, ouverture de vannage)

 Pour les cas de chantier où l'ouvrage de retenue est supprimé, on peut calculer un coût total en combinant l'action de suppression d'ouvrage, et éventuellement les actions de retour du cours d'eau dans son thalweg d'origine et de restauration de la végétation et de plantations.

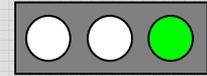
 Pour les cas de chantier où l'ouvrage de retenue est conservé, on peut calculer un coût en prenant la seule action d'équipement de l'ouvrage avec un organe mobile.

 Restauration des habitats aquatiques – Restauration de zones humides alluviales – Etudes morphodynamiques – Plan de gestion des ouvrages - Stratégie de restauration de la continuité piscicole

3.4.4.6 Mesure 3C17 : Restauration des berges et/ou de la ripisylve

Action type n°1 : RESTAURATION DE LA VEGETATION DE BERGE

Restauration de la végétation de berge :



L'action de restauration de la végétation consiste en la remise en état satisfaisant de la végétation actuelle des berges de cours d'eau par des travaux lourds de restauration.

 Les actions de restauration doivent se réaliser dans le cadre de programme d'actions où les zones à enjeux concernant la restauration de la végétation ont été ciblées selon les problématiques existantes (inondation, écologie, plantes invasives, etc.)

 Plantations

Formule de coût : $C = 11 \times \text{linéaire de cours d'eau(m)}$

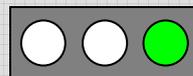
Unité : €/unité

Incertitude : $\pm 40\%$

Installation de chantier : 15% [10%-20%] du coût des travaux

Travaux préparatoires : 7% [4%-10%] du coût des travaux

Le coût obtenu est un coût moyen de 11 € par mètre linéaire de cours d'eau qui, multiplié par le linéaire de cours d'eau où la végétation doit être restaurée, donne le coût des travaux propres à l'action. Ce coût moyen a été déterminé à partir de différentes ressources bibliographiques.

Action type N°2 : ENTRETIEN DE LA VEGETATION**Entretien de la végétation :**

L'action d'entretien de la végétation consiste en la gestion des formations végétales aux abords des cours d'eau. Elle rassemble les travaux de coupe, d'abattage, de bûcheronnage, de débroussaillage et d'évacuation des déchets de coupe sur un linéaire de cours d'eau qui a fait l'objet auparavant de travaux de restauration. Ces travaux se concentrent sur des linéaires prédéfinies en fonction des demandes et des contraintes d'entretien et doivent permettre de conserver une ripisylve en bon état et fonctionnelle.

 Les actions d'entretien doivent se réaliser dans le cadre de programme d'action où les zones à enjeux concernant l'entretien de la végétation ont été ciblées selon les problématiques existantes (inondation, écologie, plantes invasives, etc.).

 Plantations

Formule de coût : Coût moyen = 4 x linéaire de cours d'eau(m)

Unité : €/unité

Incertitude : ± 20%

Installation de chantier : 15% [10%-20%] du coût des travaux

Travaux préparatoires : 7% [4%-10%] du coût des travaux

Le coût obtenu est un coût moyen de 4€ par mètre linéaire qui, multiplié par le linéaire de cours d'eau où la végétation doit être entretenue, donne le coût des travaux propres à l'action. Ce coût moyen a été déterminé à partir de différentes ressources bibliographique (Mireille Boyer CCEAu – ARRA).

Action type n°3 : Protection de berge en génie végétal**Protection de berge en génie végétal :**

Cette action consiste en l'implantation de protections de berge en techniques végétales d'une manière générale (fascinage, tressage, peignes, boudins végétalisés, caissons végétalisés, lits de plançons) dans le cadre de projets de restauration. Elle prend en compte le retalutage de berge, la pose de géotextile, la protection en technique végétale et des replantations sur l'ensemble de la berge.

 Cette action peut-être associé à la plupart des autres actions de restauration impliquant des travaux de terrassement et/ou une protection des berges.

 Le coût de cette action comprend la révégétalisation de toute la berge, il n'est donc pas nécessaire de l'associer à l'action de Plantations.

 Le coût obtenu donne un coût moyen. Il pourra être revu à la hausse, dans le cadre de la fourchette donnée, pour les techniques plus élaborées qui prennent en compte l'ensemble de la berge (lits de plançons, caissons végétalisés)

 Ce coût comprend les coûts d'entretien et de garantie des végétaux sur une durée de 3 ans

 Restauration du fonctionnement hydromorphologique, Restauration des habitats aquatiques, Suppression d'ouvrage, Abaissement d'ouvrage, Reconnexion des annexes aquatiques

Formule de coût : $C = 13,11x (\text{Largeur(m)} \times \text{Pente(\%)}) + 135,75$

Unité : €/ ml linéaire de berge de cours d'eau

Incertitude : ± 25%

Domaine de validité : Largeur plein bord du cours d'eau < 100m

0.05% < pente de cours d'eau < 1.5%

Installation de chantier : 10% [5%-15%] du coût des travaux

Travaux préparatoires : 7% [3%-11%] du coût des travaux

Exemple de protection de berge en génie végétal

Pente (%) : **0.5%**

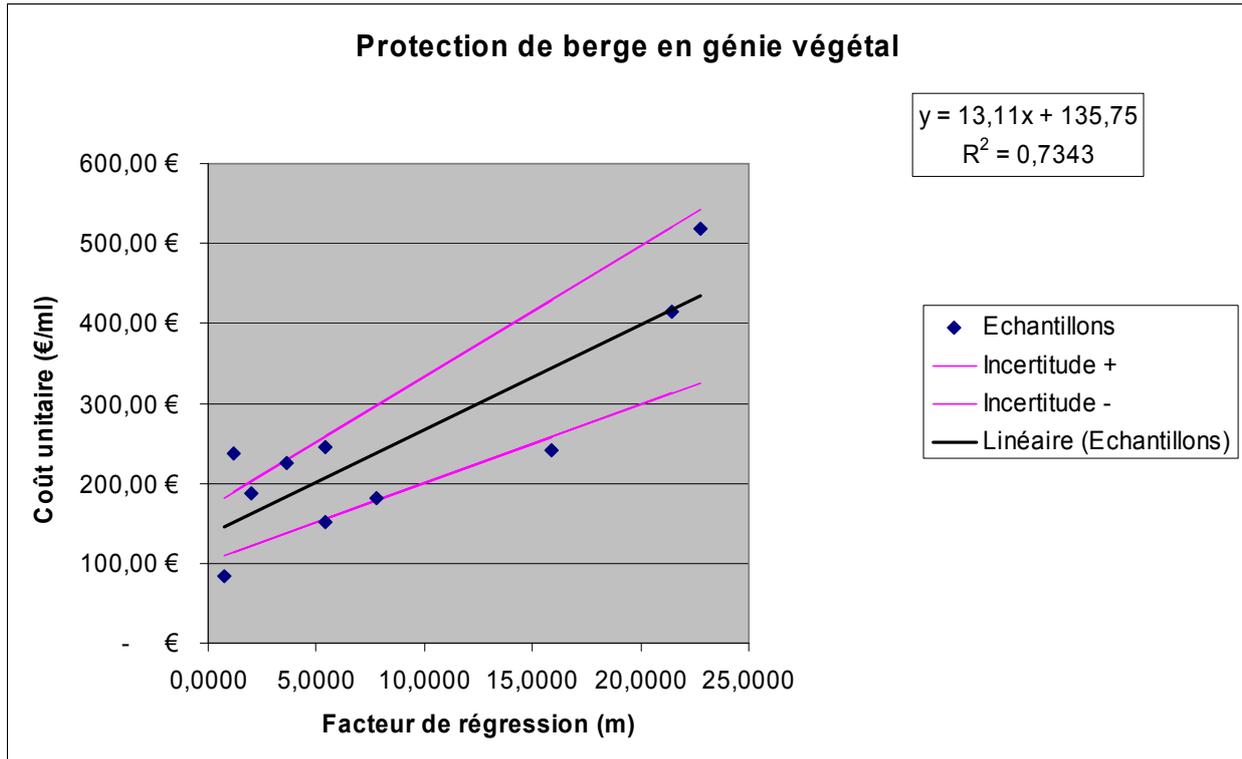
Largeur plein bord (m) : **10m**

Linéaire : **100m**

Coût : 22 000 € [16 000€ ; 27 000€]

Installation de chantier : 2 200€

Travaux préparatoires : 1 500€



Le coût de cette action varie en fonction de la largeur plein bord et de la pente du cours d'eau. La largeur indique de manière indirecte l'importance du cours d'eau et de fait la hauteur des berges. L'interprétation des retours d'expérience indique en effet que la largeur plein bord du cours d'eau influe sur le coût des aménagements, ce qui s'explique par une relation morphologique avec la hauteur des berges. Par ailleurs, le coût varie également selon la pente, ce qui s'explique physiquement par le fait que plus la pente est forte, plus les forces tractrices seront importantes et imposeront des techniques végétales résistantes donc plus chères.



Figure 22 : Exemple de travaux de protection de berge par caissons végétalisés et fascinage (SIGAL)

Action type n°4 : PLANTATIONS**Plantations :**

Cette action consiste à la reconstitution complète de la végétation des boisements de berge (hélrophytes, plants, bouturage, enherbement) sur un talus préalablement remodelé et couvert de terre végétale. Les espèces végétales peuvent être aquatiques (hélrophytes, herbiers) ou terrestres (aulnes, saules, etc.).

 Le coût ne prend pas en compte les apports et la mise en place de terre végétale. Ces coûts sont compris dans le coûts des actions imposant un terrassement.

 Cette action peut-être associée à la plupart des autres actions de restauration impliquant des travaux de terrassement.

 Ce coût comprend les coûts d'entretien et de garantie des végétaux sur une durée de 3 ans

 Restauration du fonctionnement hydromorphologique, Restauration des habitats aquatiques, Suppression d'ouvrage, Abaissement d'ouvrage, Reconnexion des annexes aquatiques

Formule de coût : $C = 110,27 \times (\text{Largeur(m)} \times \text{Indice Pression} / \text{Surface traitée (m}^2)) + 3,9972$

Unité : €/ m² de surface traitée

Incertitude : ± 15%

Domaine de validité : Largeur plein bord du cours d'eau < 70m
500m² < Surface traitée < 30 000m²

Installation de chantier : 10% [5%-15%] du coût des travaux

Travaux préparatoires : 7% [4%-10%] du coût des travaux

Exemple de plantations

Pression : **Cultures**

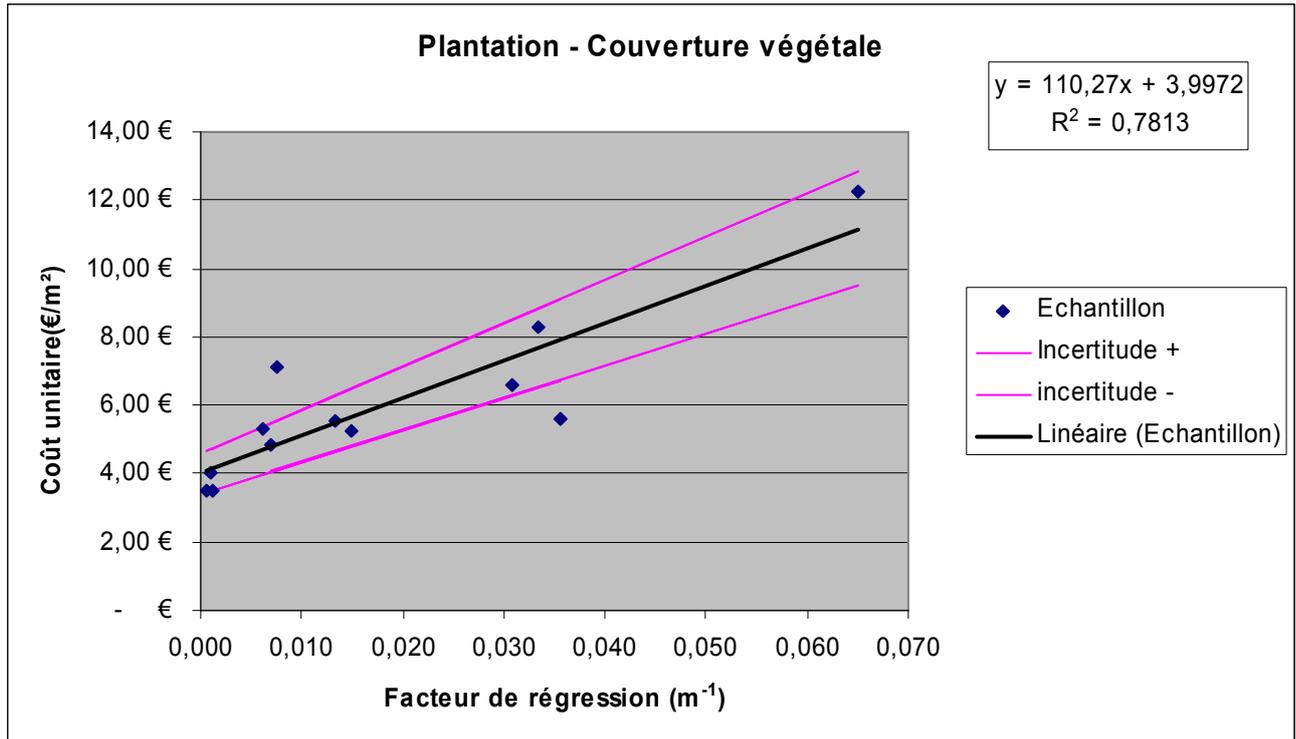
Largeur plein bord (m) : **15m**

Surface traitée : **500m²**

Coût : 3 100 € [2 600€ ; 3 500€]

Installation de chantier : 310€

Travaux préparatoires : 220€



Le coût de cette action varie en fonction de la largeur plein bord du cours d'eau, de la pression locale du chantier et de la surface traitée pour les plantations. De même que pour l'action de protection de berge en génie végétal, la largeur plein bord du cours d'eau est liée à la hauteur des berges. L'indice de pression permet d'affiner la régression en différenciant les secteurs à pression faible et forte et la surface traitée permet de lisser le coût unitaire en fonction de la totalité de la surface traitée.

3.4.5 Etape 2 : Actions propres à la thématique des études

3.4.5.1 Etudes sociologiques

Etudes sociologiques :



On dénombre 3 types d'actions sociologiques :

- **Enquêtes sociologiques qualitatives** : (Enquête ciblées sur les acteurs spécialisés avec passages, préparation et analyse d'entretiens)

Le coût dépend du niveau de perception demandé, de la taille et du ciblage de l'échantillon et donc de la durée de l'étude

Coûts spécifiques : 25 000 €HT pour 10 personnes ou groupes de personnes

70 000 €HT pour 40 personnes ou groupes de personnes

100 000 €HT pour 100 personnes ou groupes de personnes

- **Enquêtes sociologiques quantitatives** : (Etudes larges avec questionnaires pour le public et analyse sociologique globale)

Le coût dépend de la complexité des sujets, de la taille de l'échantillon et donc de la durée de l'étude

Coût spécifique : 600 €HT à 800 €HT par entretien (préparation, entrevue, interprétation)

- **Assistance à Maîtrise d'ouvrage et concertation** dans le cadre de projets précis :

Analyse du contexte et des refus sociologiques à un projet et établissement d'un programme stratégique d'amélioration. Le coût dépend du contexte politique local (opposition au projet) et de la diversité des acteurs concernés

Coûts spécifiques : Ateliers de communication : de 500 à 3000 €HT

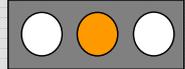
Assistance complète: de 5 000 à 100 000 €HT selon le degré d'implication des acteurs



Etude historique - Etude morphodynamique – Programme global de restauration

3.4.5.2 Etudes historiques

Etudes historiques :



Le format et le coût de l'étude vont dépendre de l'objectif final et du niveau d'investigation :

- **Etude de l'historique du cours d'eau** (contexte et acteurs) : Historiens qualifiés avec collecte exhaustive de données et recherches aux archives ;
- **Outil d'aide à la concertation** : Collecte de données auprès des acteurs et des établissements locaux.

Coûts spécifiques :

De 5 000€ à 20 000 €HT pour une étude historique classique sur site localisé

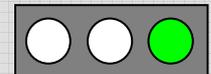
De 20 000€ à 100 000 €HT pour une étude historique à l'échelle d'un bassin versant de taille moyenne (500 km²)



Etude sociologique - Etude morphodynamique – Programme global de restauration – Plan de gestion des ouvrages

3.4.5.3 Etudes morphodynamiques

Etudes morphodynamiques :



Etude d'analyse des phénomènes morphodynamiques à l'échelle d'un cours d'eau ou d'un tronçon de cours d'eau et élaboration de propositions de gestion et d'action concernant l'espace de mobilité et de bon fonctionnement, la gestion du transport solide et la restauration écologique.



Ce type d'étude peut-être utilisée sur des secteurs localisés pour l'évaluation du fonctionnement morphodynamique du cours d'eau et des impacts éventuels d'un aménagement sur ce dernier.



Ce type d'étude peut intégrer ou être intégré dans les études de stratégie de la restauration biologique ou de gestion du transport solide. Le programme global de restauration de cours d'eau intégrera tous ces types d'études.



Etude sociologique – Etude historique

Formule de coût : $C = 19,393 \times l / \text{Linéaire (km)} + 2,4275$

Unité : €/ m de linéaire d'étude

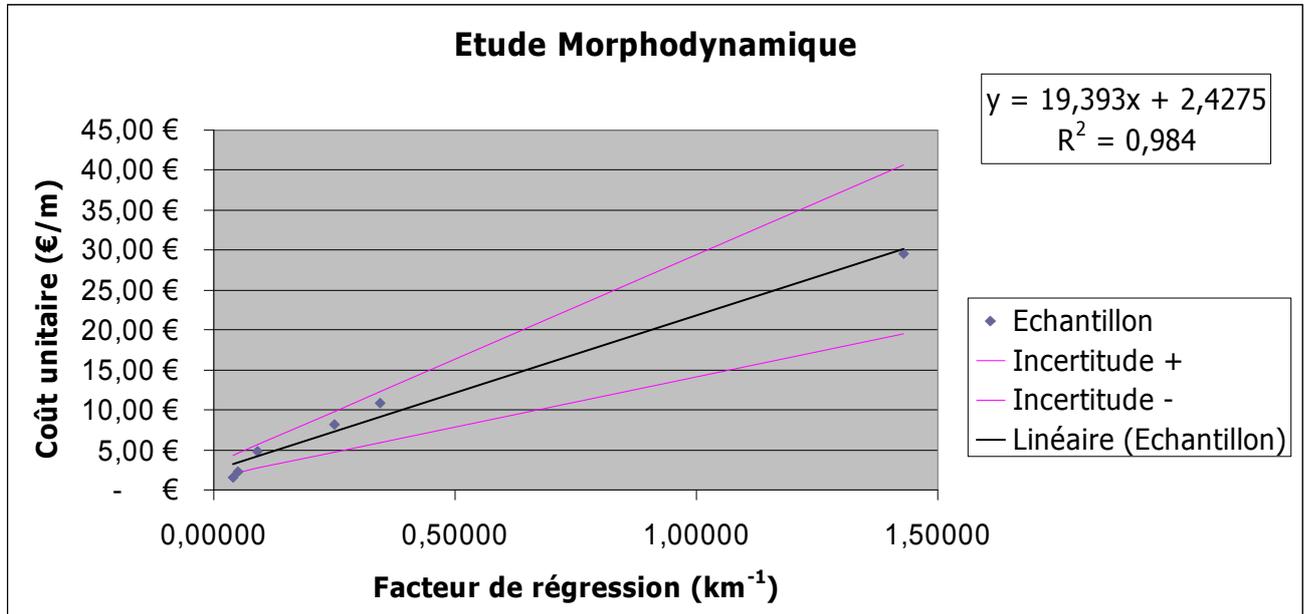
Incertitude : ± 35%

Domaine de validité : $500\text{m} \leq \text{linéaire} \leq 100\,000\text{m}$

Exemple d'étude morphodynamique

Linéaire d'étude : **5 km**

Coût : 31 500 € [21 000€ ; 42 600€]



Le coût des études morphodynamiques est, dans la formule de régression, uniquement conditionné par le linéaire d'étude. L'analyse des retours d'expérience a effectivement démontré que le coût unitaire (€/m) variait principalement selon le linéaire à étudier, du fait du lissage du prix en fonction de la longueur de tronçon à analyser.

3.4.6 Etape 2 : Coûts complémentaires

Dans le cadre de l'étude, les coûts complémentaires se résument aux coûts propres aux postes d'installation de chantier et de travaux préparatoires. Ils sont déterminés pour chaque action par l'intermédiaire d'un pourcentage du coût des travaux de cette dernière, avec une fourchette haute et basse afin d'adapter le coût en fonction de la difficulté de réalisation.

La définition et les caractéristiques des coûts complémentaires dans le cadre de l'outil sont données ci-dessous :

Installation et repliement de chantier :

Mesures propres à la réalisation des installations de chantier :

- les formalités de déclaration d'intention de travaux (DICT) ;
- le transport aller, le chargement, le déchargement, l'installation, montage et le démontage de tous engins, outils et installations nécessaires à la réalisation des travaux,
- les opérations de préparation du terrain pour l'aménagement des aires de chantier et d'accès et de retournement,
- l'approvisionnement en eau et énergie nécessaire au chantier,
- la signalisation de chantier,
- la mise à disposition du matériel de secours adapté au chantier,
- la prise en compte des mesures de prévention des pollutions (plan d'assurance environnement),
- l'implantation et le piquetage,
- le terrassement des voies d'accès au chantier,
- le maintien des pistes et voies de communications,
- le nettoyage régulier des accès et terrain mis à disposition de l'entrepreneur,
- la mise en place des protections du chantier vis à vis des personnes extérieures (barrières et plots fluorescents pour sécuriser le chantier tant le jour que la nuit).

et de repliement et de remise en état de chantier :

- le transport en retour, le chargement, le déchargement, le démontage de tous engins, outils et installations nécessaires à la réalisation des travaux,
- le retrait des déchets de chantier et l'évacuation dans une filière adaptée,
- la remise en état des chemins d'accès.

 Le coût de l'installation et du repliement de chantier peut-être très variable selon les difficultés liées à l'accessibilité du site et aux protections contre les aléas (inondation, etc.). La valeur haute de l'intervalle doit être utilisée pour les sites difficilement accessibles.

Travaux préparatoires :

Les travaux préparatoires correspondent aux mesures de préparation du site recevant le chantier afin d'assurer l'accès, la sécurité et la mobilité des hommes et engins. Ces travaux se concentrent le plus souvent sur des actions de débroussaillage, d'abattage d'arbres, de création de piste et de piquetage associé.



La mise à sec provisoire des cours d'eau lors des travaux n'est pas comprise dans les travaux préparatoires. Son coût est disponible dans la liste des coûts connexes avec d'autres coûts préparatoires spécifiques.

Le coût des travaux préparatoires peut varier en fonction de l'accessibilité du site de chantier et de l'état

Le coût de l'installation de chantier et des travaux préparatoires est calculé à partir d'un pourcentage du coût des travaux, par analyse de retours d'expérience. Pour chaque action type un taux spécifique est déterminé, ainsi qu'une fourchette haute et basse.

3.4.7 Etape 3 : Coûts connexes

Les coûts connexes représentent des dépenses facultatives qui peuvent venir en complément des travaux des opérations de restauration. Ces coûts correspondent aux coûts les plus fréquents des différentes étapes d'une opération de restauration globale (§ 3.2) et à des coûts spécifiques de mesures de chantier.

Au niveau de l'outil, ces coûts vont se calculer une fois que l'ensemble des actions types de restauration aura été estimé. L'ensemble des coûts des actions associé aux coûts connexes donnera le coût du programme des travaux.

Les travaux connexes sont des travaux qui ne répondent donc pas directement à l'objectif de restauration hydromorphologique, mais qui sont indispensables pour le développement du projet. Il s'agit :

- Soit de travaux préparatoires qui ne sont pas spécifiques à l'action type et n'entrent donc pas dans l'étape des travaux préalables précédente :
 - o Pêche de sauvegarde
 - o Dérivation de cours d'eau / mise à sec du chantier
 - o Aménagement d'un franchissement temporaire
- Soit de travaux visant à rétablir des usages lésés par l'aménagement de restauration hydromorphologique. Cette liste est par définition incomplète et doit être ajustée au cas par cas :
 - o Dévoisement de réseaux secs ou mouillés
 - o Construction d'abreuvoir à bétail
 - o Remplacement/création d'une clôture bois
 - o Remplacement/création d'une passerelle
 - o Remplacement/création d'une voie ou d'un sentier
 - o Remplacement/création d'une protection de berge
- Soit de travaux complémentaires à vocation pédagogique :
 - o Panneau d'information spécifique au chantier

3.4.7.1 Travaux préparatoires particuliers

Pêche de sauvegarde

Pêche de sauvegarde :

La pêche de sauvegarde consiste à réaliser une pêche électrique sur tout un tronçon de cours d'eau dans le but de récupérer et déplacer la faune piscicole avant le début des travaux. Cette pêche permet ainsi de préserver la faune locale des impacts potentiellement mortels des travaux en cours d'eau.

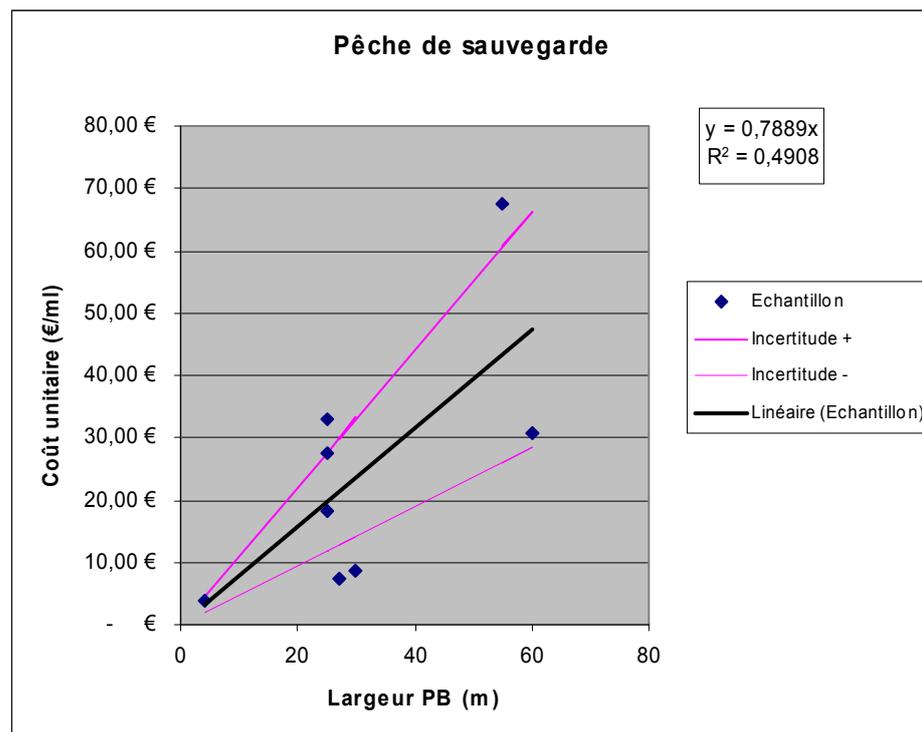
⚠ Le coût d'une pêche de sauvegarde peut également varier de l'accessibilité et de la praticabilité de la pêche en fonction de la hauteur d'eau et des conditions d'écoulements dans le cours d'eau.

Formule de coût : $C = 0,7889 \times \text{Largeur(m)}$

Unité : €/ ml de cours d'eau pêché

Incertitude : $\pm 40\%$

Domaine de validité : Largeur plein bord du cours d'eau > 4m



Les coûts sont issus des opérations de pêche de sauvegarde réalisées dans le cadre des travaux de restauration recueillis dans le cadre de la recherche documentaire.

Déviation de cours d'eau/ mise à sec de chantier

Déviation de cours d'eau/ mise à sec de chantier :

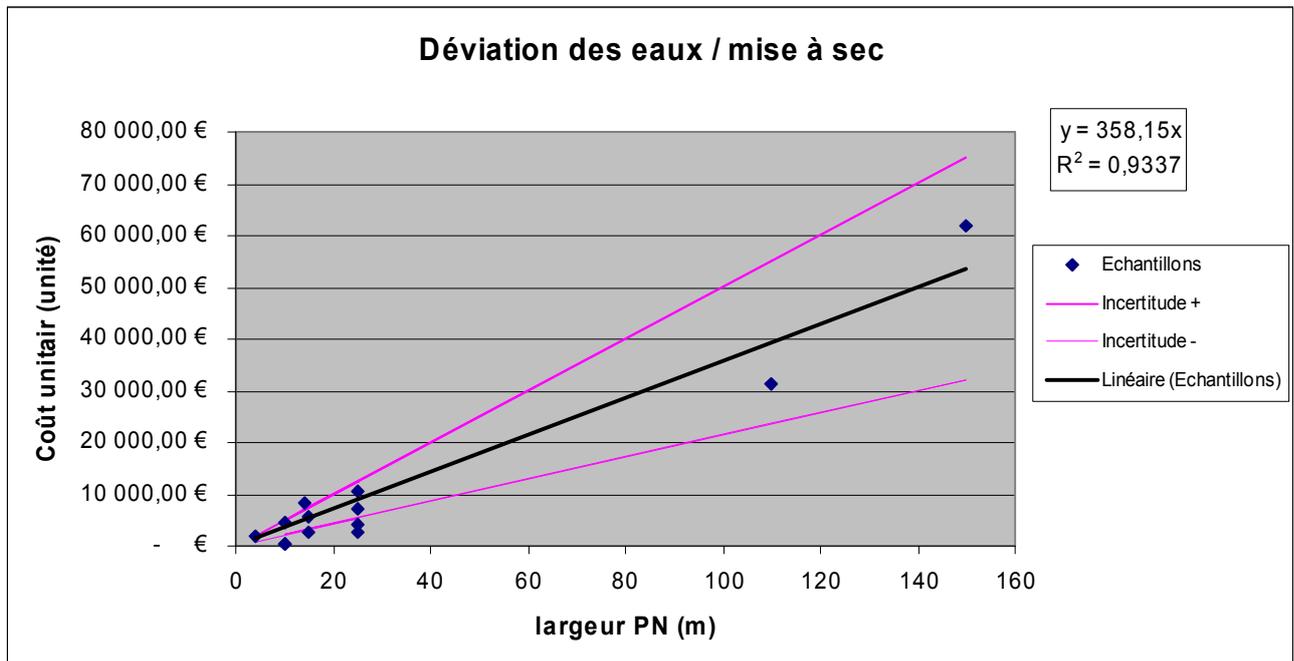
La déviation de cours d'eau permet de canaliser les écoulements superficiels à l'écart des travaux afin de préserver la qualité de l'eau et d'assécher le site durant la phase de chantier. La mise à sec concerne principalement les chantiers demandant des travaux dans le lit mineur. Elle consiste soit, en la mise en place d'un thalweg de contournement pour les travaux concernant un long linéaire, soit en un isolement par pose de batardeaux et pompage des eaux vers l'aval pour des sites ponctuels. Ces systèmes requiert de plus dans le majorité des cas des systèmes de filtration (géotextile, etc.) afin d'éviter toute dégradation vers l'aval par la mise en suspension de fines ou la diffusion de pollutions ponctuelles.

⚠ La mise à se d'un cours d'eau peut représenter un coût très important pour les cas où l'intégralité du débit du cours d'eau doit transiter vers l'aval hors du secteur de chantier afin de permettre un travail au sec. Le coût dépendra principalement du débit à dévier, de la nature des travaux dans le lit mineur et de la technique utilisée.

Formule de coût : $C = 358,15 \times \text{Largeur(m)}$

Unité : €/Unité

Incertitude : ± 40%



Le coût des travaux connexes de déviation de cours d'eau a été déterminé par l'analyse des exemples issus du recueil de retours d'expérience auprès des maîtres d'ouvrage et par expertise de BURGEAP. Le coût d'une action de déviation dépend uniquement ici de la largeur et non du linéaire de déviation, du fait du manque de données pour ce paramètre. De plus, l'analyse des exemples de travaux montre bien une relation intéressante entre la largeur de cours d'eau le coût des systèmes de mise à sec de chantier.

Aménagement d'un franchissement temporaire

Aménagement d'un franchissement temporaire :

Ces aménagements consistent en l'implantation de systèmes de traversée provisoire pour permettre le franchissement des cours d'eau lors des périodes de chantier. L'implantation de ces aménagements est indispensable afin de limiter les impacts de pollution et d'érosion sur les cours d'eau du aux perturbations causées par les engins de chantier.

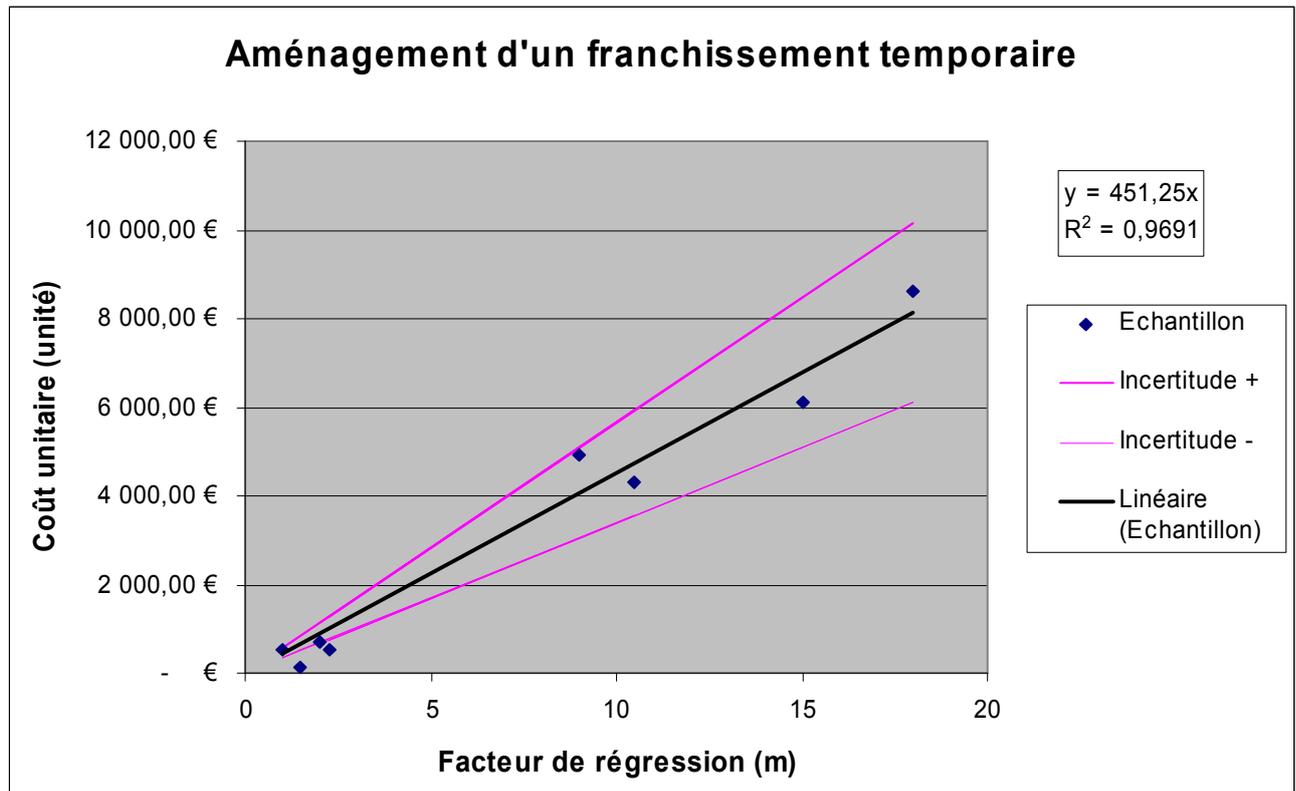
⚠ Le coût de ce type d'aménagement dépend de la nature des matériaux et des techniques utilisées pour le franchissement. Ces derniers doivent être adaptés au contexte du chantier.

Formule de coût : $C = 451,21 \times (\text{Largeur (m)} \times \text{Indice de la Nature du passage})$

Unité : €/Unité

Incertitude : ± 25%

Domaine de validité : Largeur plein bord du cours d'eau < 15m



Le coût des aménagements de franchissement provisoire dépend essentiellement de la largeur du cours d'eau à franchir et de la technique utilisée. Afin d'affiner la régression (fonction linéaire), un indice correspondant à la nature de la technique a été déterminé. Ce coefficient rend compte de la complexité de la mise en place et du retrait de la technique de franchissement et du coût propre aux matériaux utilisés.

Indice de la nature des travaux	Valeur numérique
Pose de tubes PEHD	0,25
Pont temporaire en bois	0,75
Pont métallique	1,75
Rampe métallique	3

Tableau 14 : Tableau des indices sur la nature des aménagements provisoires

3.4.7.2 Travaux de rétablissement des usages initiaux

Dévoisement de réseaux secs ou mouillés

Dévoisement de réseaux secs ou mouillés :

Les dévoiements de réseaux peuvent être multiples. Le retour d'expérience sur de tels travaux conjoints à des travaux de restauration hydromorphologique étant limité, les coûts unitaires seront pris avec précaution et devront être précisés ultérieurement.

- Réseaux secs (téléphone, électricité, câble, fibre optique). Le coût varie en fonction du type de réseau (voltage, densité, etc.), du linéaire, des caractéristiques de la tranchée, du type de sol fini (terre, bitume, etc.), etc. Compter entre 100 et 300 €HT/ml de conduite selon les conditions précédentes.
- Réseau d'eaux usées (EU). Le coût varie en fonction du type de réseau (polyéthylène, PVC, etc.), du linéaire, des caractéristiques de la tranchée, du diamètre, du type de sol fini (terre, bitume, etc.), etc. Compter entre 60 et 200 €HT/ml de conduite selon les conditions précédentes.
- Réseau d'eaux pluviales (EP). Le coût varie en fonction du type de réseau (PVC, béton, etc.), du linéaire, des caractéristiques de la tranchée, du diamètre, du type de sol fini (terre, bitume, etc.), etc. Compter entre 100 et 400 €HT/ml de conduite selon les conditions précédentes.
- Réseau d'eau potable (AEP). Le coût varie en fonction du type de réseau (fonte, polyéthylène, etc.), du linéaire, des caractéristiques de la tranchée, du diamètre, du type de sol fini (terre, bitume, etc.), etc. Compter entre 60 et 200 €HT/ml de conduite selon les conditions précédentes.
- Gaz (GrT Gaz). Le déplacement d'une conduite de gaz GRT est globalement une opération délicate qui ne peut être envisagé, sauf enjeu hydromorphologique très fort, que pour les réseaux secondaires et locaux à faible pression. En effet, les réseaux de transport usuels présentent des conduites de 0,60 à 1,20 m de diamètre avec des pressions de 40 à 85 bars ne peuvent être déplacés à coût raisonnable. On veillera surtout à bien les repérer sur site si les travaux se passent à proximité et à respecter les distances de sécurité. Pour les réseaux secondaires, on pourra compter sur un coût de déplacement d'environ 500 à 1000 €HT/ml, à confirmer avec le gestionnaire.
- Autres réseaux potentiellement concernés : réseau de chauffage urbain, réseaux industriels d'éthylène, de saumure, etc.



En fonction des informations ci-dessus, un coût unitaire moyen de dévoiement doit être rentré dans l'outil pour l'estimation du coût associé aux travaux de réaménagement de réseaux dans le cadre de l'opération de restauration.

La démarche est ici de fournir à l'opérateur des coûts estimés par expertise et analyse de retours d'expérience de travaux. Le choix final du coût moyen au mètre linéaire est laissé libre à l'opérateur en fonction des informations qui lui sont données dans l'encart ci-dessus.

Construction d'abreuvoir à bétail

Construction d'abreuvoir à bétail :

La mise en place d'abreuvoirs pour le bétail concerne les chantiers des restaurations hydromorphologiques ayant lieu dans des zones de pâturage. Ces installations consistent en l'aménagement d'un accès sécurisé et protégé au cours d'eau pour le bétail.

D'après une analyse de retours d'expérience propres à ce type d'aménagement, les coûts suivants ont pu être déterminés :

- Coût moyen d'un abreuvoir : 700 €
- Coût maximal d'un abreuvoir : 1400 €
- Coût minimal d'un abreuvoir : 200 €

 Le coût va dépendre des besoins en terrassement et en matériaux pour l'aménagement de l'abreuvoir. Le coût sera d'autant plus importants que l'accès à la rivière est compliqué (hauteur de berge, végétation, etc.)

 En fonction des informations ci-dessus, un coût unitaire moyen d'installation d'abreuvoir doit être rentré dans l'outil.

La démarche est ici de fournir à l'opérateur des estimations de coûts estimées par expertise et analyse de retours d'expérience de travaux. Le choix final du coût moyen est laissé libre à l'opérateur en fonction des informations qui lui sont données dans l'encart ci-dessus.

Remplacement/création de clôture bois

Remplacement/création de clôture bois :

Mise en place d'une clôture en bois le long du cours d'eau pour garantir la sécurité sur les berges et/ou dans un intérêt paysager.

D'après une analyse de retours d'expérience propres à ce type d'aménagement, les coûts unitaires (€/mètre) suivants ont pu être déterminés :

- Coût moyen d'une clôture : 8.1 €/mètre linéaire
- Coût maximal d'une clôture : 25 €/mètre linéaire
- Coût minimal d'une clôture : 1.5 €/mètre linéaire

 Le coût de la pose de clôture peut varier en fonction des matériaux choisis et des difficultés de mise en place.

 En fonction des informations ci-dessus, un coût unitaire de mise en place de clôture doit être rentré dans l'outil.

La démarche est ici de fournir à l'opérateur des estimations de coûts estimées par expertise et analyse de retours d'expérience de travaux. Le choix final du coût moyen est laissé libre à l'opérateur en fonction des informations qui lui sont données dans l'encart ci-dessus.

Remplacement/création de clôture passerelle

Remplacement/création d'une passerelle :

Mise en place d'une passerelle pour la traversée du cours d'eau.

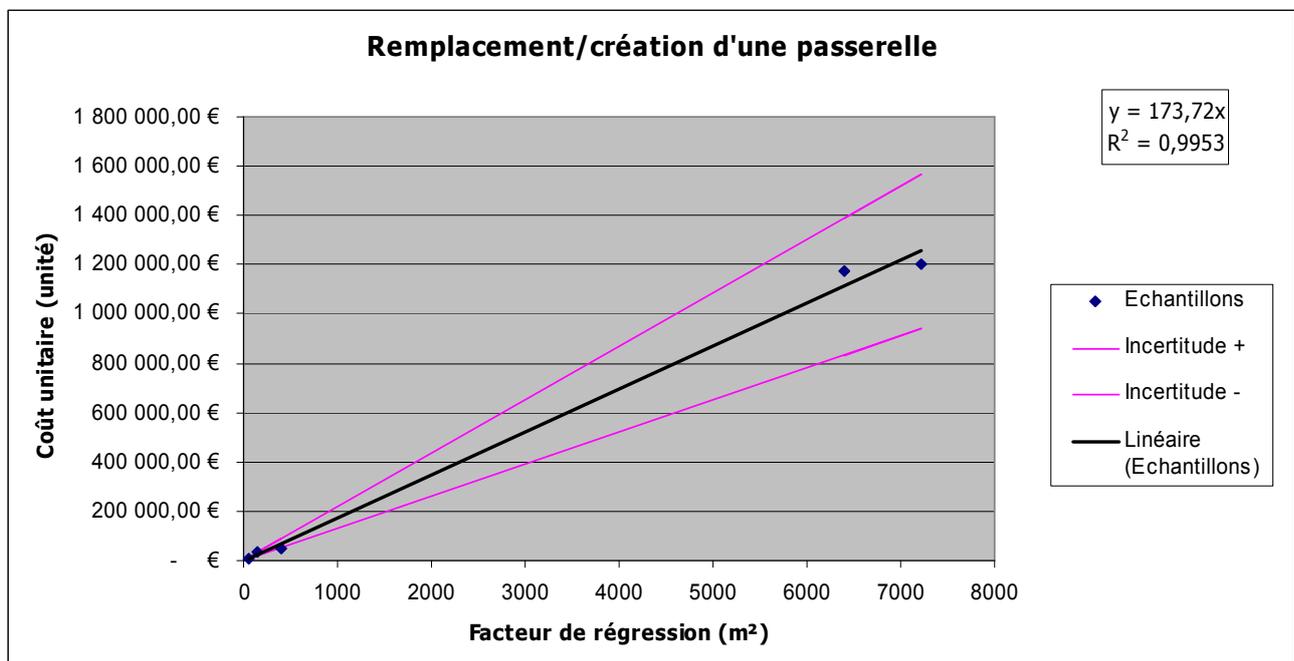
! Le coût de l'installation d'une passerelle va varier selon la nature et la noblesse des matériaux utilisés.

Formule de coût : $C = 173,72 \times (\text{Largeur(m)})^2$

Unité : €/Unité

Incertitude : ± 25%

Domaine de validité : Largeur plein bord du cours d'eau < 100m



Le coût est ici principalement déterminé par la largeur du cours d'eau à traverser.

Remplacement/création d'une voie d'accès

Remplacement/création d'une voie de sentier :

La reconstruction ou la création d'une voie d'accès peut être très variable selon les contextes : voirie bitumée, voirie béton, allée privative bitumée ou autobloquant, chemin circulaire en terre, sentier pédestre terrassé ou simplement débroussaillé.

On comptera un coût unitaire à la superficie de voie aménagée, variable entre **20 et 150 €/m²** selon la technique utilisée.

! En fonction des informations ci-dessus, un coût surfacique moyen doit être rentré dans l'outil.

La démarche est ici de fournir à l'opérateur des estimations de coûts estimées par expertise et analyse de retours d'expérience de travaux. Le choix final du coût moyen est laissé libre à l'opérateur en fonction des informations qui lui sont données dans l'encart ci-dessus.

Remplacement/création d'une protection de berge en lit mineur ou en lit majeur

Remplacement/création d'une protection de berge en lit mineur ou en lit majeur :

La reconstruction d'une protection de berge peut être nécessaire en limite de l'espace de mobilité ou de bon fonctionnement du cours d'eau dans le cadre de la restauration hydromorphologique. Ce coût vient en complément de l'éventuelle reconstruction d'une digue qui comprend essentiellement des travaux de terrassement (cf. Remplacement/création de digue).

Le coût d'une protection de berge en enrochement dépend de la technique utilisée (enrochement, gabions, technique végétale, technique mixte, géogrille, etc.), du linéaire, de la hauteur de talus protégée, de la profondeur du sabot d'ancrage, etc.

Le coût varie entre **100 et 150 €/ml** pour un retalutage de berge avec fascinage entre **1000 à 1500 €/ml** pour une protection de berge en enrochements sur une hauteur conséquente (5m).



En fonction des informations ci-dessus, un coût linéaire moyen doit être rentré dans l'outil.

La démarche est ici de fournir à l'opérateur des estimations de coûts estimées par expertise et analyse de retours d'expérience de travaux. Le choix final du coût moyen est laissé libre à l'opérateur en fonction des informations qui lui sont données dans l'encart ci-dessus.

Remplacement/création d'une digue

Remplacement/création d'une digue :

La reconstruction d'une digue peut être nécessaire en limite de l'espace de mobilité ou de bon fonctionnement du cours d'eau dans le cadre de la restauration hydromorphologique. Le coût d'une digue comprend le débroussaillage, la fondation, le terrassement des matériaux constitutifs de la digue et leur compactage. Les travaux de protection de la digue sont inclus dans l'action précédente.

Le coût de reconstruction d'une digue dépend du linéaire, de la hauteur de digue par rapport au terrain naturel, de la profondeur de la fondation, de la largeur en crête (4 m minimum), de la pente des talus (3H/2V au plus pentu), etc. Le coût varie entre 200 €/ml pour une digue de 1 m de hauteur et 1500 €/ml pour une digue de 5 m de hauteur.



En fonction des informations ci-dessus, un coût linéaire moyen doit être rentré dans l'outil.

La démarche est ici de fournir à l'opérateur des estimations de coûts estimées par expertise et analyse de retours d'expérience de travaux. Le choix final du coût moyen est laissé libre à l'opérateur en fonction des informations qui lui sont données dans l'encart ci-dessus.

3.4.7.3 Travaux complémentaire à vocation pédagogique

Panneau d'information spécifique au chantier

Panneau d'information spécifique au chantier :

Ce type de panneau installé de manière temporaire ou durable a pour but d'explicitier au public l'intérêt et la nature des travaux en cours. Le coût moyen de ce type d'installation est de 3 000€/unité.



Le coût des panneaux d'informations dépendra de la qualité des matériaux et des supports utilisés dans le cadre de l'installation.

On donne ici un coût moyen qui pourra être revu par l'opérateur de l'outil en cas de besoin.

3.4.8 Etape 4 : Aléa

Par principe, un chiffrage des aléas potentiels du projet doit être provisionné en estimation prévisionnelle. Cet aléa est chiffré à partir d'une proportion de l'enveloppe globale des investissements (Etape 2 à 4 ou travaux IV.1 à IV.5). Le taux à appliquer se situe entre 5 et 20% ; on prendra une valeur moyenne de 10 à 15%.

Aléa :

Par principe, un chiffrage des aléas potentiels du projet doit être provisionné en estimation prévisionnelle.

Cet aléa est chiffré à partir d'une proportion de l'enveloppe globale des investissements (Etape 2 à 4).



Le taux à appliquer se situe entre 5 et 20% ; on prendra une valeur moyenne de 10 à 15%.

3.4.9 Etape 5 : Modalités foncières

On peut distinguer plusieurs types de modalités foncières.

- Soit la propriété de la parcelle reste inchangée. Les aménagements peuvent se dérouler dans le cadre d'un conventionnement, que l'on cherchera à inscrire aux hypothèques pour assurer la pérennité du contenu de la convention. On parle alors de servitude conventionnelle, qui ouvre droit à des indemnités, inscrites dans la convention, et implique des frais notariés.
- Soit la propriété est transférée, ce qui peut être obtenu dans deux cas : par acquisition amiable ou par ordonnance du juge de l'expropriation (suite à une Déclaration d'Utilité Publique). Dans ces deux cas, le transfert de propriété s'accompagne de 3 types d'indemnités : 1) la valeur vénale du bien (valeur des domaines pour une DUP ou négociée) ; 2) des indemnités accessoires ; 3) les frais notariés.

La valeur vénale est la valeur marchande du bien immobilier. Elle dépend du type d'occupation du sol de la parcelle :

1. prairie naturelle : étendue de terrain où l'herbe, une fois semée, se perpétue et se multiplie d'elle-même ;
2. terre labourable : superficies en céréales, oléagineux, protéagineux, betteraves industrielles, plantes textiles, médicinales et à parfum, pommes de terres, légumes frais et secs de plein champ, cultures fourragères, ainsi que les jachères ;
3. terrain forestier ;
4. terrain urbain, plus ou moins aménageable et constructible.

La valeur vénale des terrains de type 1, 2 et 3 est donnée, en valeur moyenne, par un décret publié annuellement au journal officiel par le Ministère de l'Agriculture

(décret publié en octobre de l'année n analysant la valeur des terres pour l'année n-1 ; cf. site :

<http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/enquetes/territoire-prix-des-terres/valeur-venale-des-terres-agricoles/>)

La valeur vénale des terrains de type 4 est laissée à l'appréciation du propriétaire en fonction du marché.

La carte ci-dessous illustre la valeur vénale moyenne des terres labourables et des prairies naturelles en 2006 (décret du 2 octobre 2007) dans le bassin RM&C.

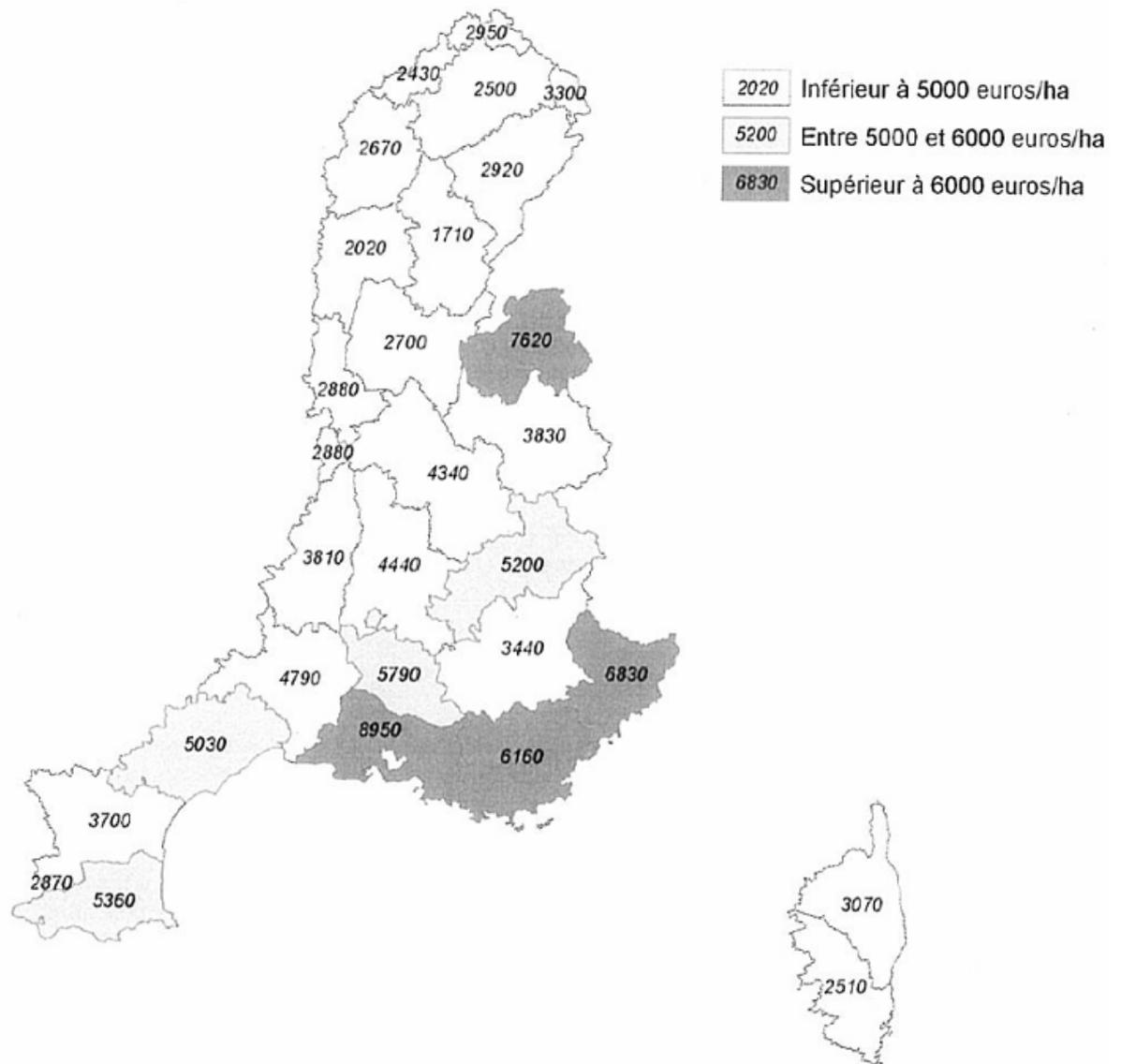


Figure 23 : Valeur vénale moyenne des terres labourables et des prairies naturelles en 2006 dans le bassin RMC (décret du 2 octobre 2007)

En supposant qu'une parcelle présente une valeur vénale V , on pourra prendre en première approximation les coûts suivants :

- **convention avec propriétaire** : $C = 0,5xV$ (valeur vénale) + $0,2xV$ (frais notariés) = $0,7xV$
- **expropriation DUP** : $C = V$ (valeur vénale) + $0,8xV$ (indemnités accessoires) + $0,2xV$ (frais notariés) = $2xV$
- **acquisition de la parcelle** : $C = 1,5xV$ (valeur négociée) + $0,8xV$ (indemnités accessoires) + $0,2xV$ (frais notariés) = $2,5xV$

On considère en général, hors justification particulière, que le coût total de l'acquisition amiable ne doit pas dépasser 3 fois la valeur vénale (seuil d'alerte).

Modalités foncières :

On distingue plusieurs types de modalités foncières.

- Soit la propriété de la parcelle reste inchangée. Les aménagements peuvent se dérouler dans le cadre d'un conventionnement, que l'on cherchera à inscrire aux hypothèques pour assurer la pérennité du contenu de la convention.
- Soit la propriété est transférée, ce qui peut être obtenu dans deux cas : par acquisition amiable ou par ordonnance du juge de l'expropriation (suite à une Déclaration d'Utilité Publique). Dans ces deux cas, le transfert de propriété s'accompagne de 3 types d'indemnités : 1) **la valeur vénale** du bien (valeur des domaines pour une DUP ou négociée) ; 2) des indemnités accessoires ; 3) les frais notariés



La valeur vénale est la valeur marchande du bien immobilier. Elle dépend du type d'occupation du sol de la parcelle* :

1. Prairie naturelle ;
2. Terre labourable ;
3. Terrain forestier ;
4. Terrain urbain, plus ou moins aménageable et constructible.

Une valeur vénale moyenne des parcelles à acquérir dans le cadre du projet est à rentrer dans l'outil.

* La valeur vénale des terrains de type 1, 2 et 3 est donnée, en valeur moyenne, par un décret publié annuellement au journal officiel par le Ministère de l'Agriculture

(décret publié en octobre de l'année n analysant la valeur des terres pour l'année n-1 ; cf. site :

<http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/enquetes/territoire-prix-des-terres/valeur-venale-des-terres-agricoles/>)

3.4.10 Etape 6 : Coût de maîtrise d'œuvre et SPS

Les coûts de maîtrise d'œuvre correspondent aux dépenses associées à la prise d'un maître d'œuvre dans le cadre de l'organisation et du bon fonctionnement d'un chantier et aux dépenses associées à la coordination SPS (Sécurité Protection Santé)

Ces coûts sont calculés une fois le coût du programme de travaux estimé. Une fois les coûts des actions de maîtrise d'œuvre associés, on obtient le coût de l'opération de restauration pour les aspects travaux (cf. § 3.2).

La liste des coûts de maîtrise d'œuvre et de leur formule est donnée ci-dessous

3.4.10.1 Maîtrise d'œuvre

Maîtrise d'œuvre complète (Loi MOP)

La maîtrise d'œuvre est une mission très importante qui permet d'encadrer et de suivre le bon déroulement et la bonne réception des travaux. Elle peut être assurée en régie par le maître d'ouvrage, notamment pour des petits projets, mais plus généralement la maîtrise d'œuvre est confiée à un prestataire externe. La maîtrise d'œuvre est encadrée par la Loi Maîtrise d'Ouvrage Publique (MOP) du Loi n° 85-704 du 12 juillet 1985 qui définit notamment les missions de la maîtrise d'œuvre. Les règles de passation des marchés sont dictées par le Code des Marchés Publics.

En application du décret du 29 décembre 1993 pris en application de la loi MOP, la rémunération est fixée en fonction : de l'étendue de la mission, de la complexité de l'opération, de l'importance des travaux. Au regard de l'ordonnance de 1986, tout barème ou indication chiffrée est prohibée. Néanmoins, un guide de rémunération a été publié par la Mission Interministérielle pour la Qualité des Constructions Publiques (MIQCP) en 1994 (http://www.archi.fr/MIQCP/IMG/pdf/Guide_remuneration_Moe.pdf).

Ce guide a été créé à l'intention des maîtres d'ouvrages publics. Il doit permettre à ces derniers d'ouvrir le dialogue avec l'équipe de maîtrise d'œuvre pour la détermination de la rémunération des missions de maîtrise d'œuvre. Ce document n'a pas de valeur réglementaire, son usage doit être réservé aux marchés publics de maîtrise d'œuvre. Il ne peut en aucun cas servir de barème indicatif en matière de marché privé.

Le guide propose les étapes suivantes :

- 1°) fixer la complexité du projet ;
- 2°) déterminer le coefficient de complexité ;
- 3°) arrêter le taux de référence et calculer le forfait de rémunération ;
- 4°) répartir la rémunération pour chaque élément de mission : études d'avant-projet (AVP), études de projet (PRO), assistance au maître d'ouvrage pour la passation des contrats de travaux (ACT), visa des études d'exécution (VISA), direction de l'exécution des contrats de travaux (DET), assistance lors des opérations de réception et pendant l'année de garantie de parfait achèvement (AOR), ordonnancement, pilotage, coordination (OPC).

La rémunération de la maîtrise d'œuvre ne porte que sur les missions précédentes, auxquelles peuvent éventuellement être ajoutées l'esquisse (ESQ) ou les études préliminaires ; les investigations préalables (topographie, géotechnique, etc.), les dossiers réglementaires viennent en complément, soit en étant intégrés explicitement dans la mission mais dissociées du taux de rémunération, soit en confiant au maître d'œuvre une mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage (AMO) pour consulter et faire intervenir d'autres prestataires. A noter que les missions d'animation ou de négociation foncière, sauf mention contraire, ne reviennent pas au maître d'œuvre.

Un acte d'engagement de marché de maîtrise d'œuvre au sens de la Loi MOP est donc construit au minimum sur la base d'un coût d'objectif (montant du programme de travaux prévu) et d'un taux de rémunération prévisible de la maîtrise d'œuvre. Le maître d'ouvrage peut faire le choix de forfaitiser la rémunération du maître d'œuvre, ou de la lier au montant des travaux, dans des limites à préciser dans l'acte d'engagement.

Maîtrise d'œuvre complète (loi MOP) :

La maîtrise d'œuvre est une mission très importante qui permet d'encadrer et de suivre le bon déroulement et la bonne réception des travaux. Elle peut être assurée en régie par le maître d'ouvrage, notamment pour des petits projets, mais plus généralement la maîtrise d'œuvre est confiée à un prestataire externe.

 La maîtrise d'œuvre est encadrée par la Loi Maîtrise d'Ouvrage Publique (MOP) du Loi n° 85-704 du 12 juillet 1985 qui définit notamment les missions de la maîtrise d'œuvre. Les règles de passation des marchés sont dictées par le Code des Marchés Publics.

En application du décret du 29 décembre 1993 pris en application de la loi MOP, la rémunération est fixée en fonction : de l'étendue de la mission, de la complexité de l'opération et de l'importance des travaux. Au regard de l'ordonnance de 1986, tout barème ou indication chiffrée est prohibée. Néanmoins, un guide de rémunération a été publié par la Mission Interministérielle pour la Qualité des Constructions Publiques (MIQCP) en 1994*.

Le guide propose les étapes suivantes :

- 1°) fixer la complexité du projet ;
- 2°) déterminer le coefficient de complexité ;
- 3°) arrêter le taux de référence et calculer le forfait de rémunération ;
- 4°) répartir la rémunération pour chaque élément de mission : études d'avant-projet (AVP), études de projet (PRO), assistance au maître d'ouvrage pour la passation des contrats de travaux (ACT), visa des études d'exécution (VISA), direction de l'exécution des contrats de travaux (DET), assistance lors des opérations de réception et pendant l'année de garantie de parfait achèvement (AOR), ordonnancement, pilotage, coordination (OPC).

 La rémunération de la maîtrise d'œuvre ne porte que sur les missions précédentes, auxquelles peuvent éventuellement être ajoutées l'esquisse (ESQ) ou les études préliminaires ; les investigations préalables (topographie, géotechnique, etc.), les dossiers réglementaires viennent en complément, soit en étant intégrés explicitement dans la mission mais dissociées du taux de rémunération, soit en confiant au maître d'œuvre une mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage (AMO) pour consulter et faire intervenir d'autres prestataires. A noter que les missions d'animation ou de négociation foncière, sauf mention contraire, ne reviennent pas au maître d'œuvre.

 Un acte d'engagement de marché de maîtrise d'œuvre au sens de la Loi MOP est donc construit au minimum sur la base d'un coût d'objectif (montant du programme de travaux prévu) et d'un taux de rémunération prévisible de la maîtrise d'œuvre. Le maître d'ouvrage peut faire le choix de forfaitiser la rémunération du maître d'œuvre, ou de la lier au montant des travaux, dans des limites à préciser dans l'acte d'engagement.

* http://www.archi.fr/MIQCP/IMG/pdf/Guide_remuneration_Moe.pdf

Ce guide a été créé à l'intention des maîtres d'ouvrages publics. Il doit permettre à ces derniers d'ouvrir le dialogue avec l'équipe de maîtrise d'œuvre pour la détermination de la rémunération des missions de maîtrise d'œuvre. Ce document n'a pas de valeur réglementaire, son usage doit être réservé aux marchés publics de maîtrise d'œuvre. Il ne peut en aucun cas servir de barème indicatif en matière de marché privé.

Le coût de la maîtrise d'œuvre retenu est supposé ne varier qu'avec le montant des travaux. Les facteurs d'incertitude intègrent la complexité des travaux et les conditions dépendantes du contexte local.

Formule de coût : $C = 100 \times T^{-0,18}$

Où T représente le coût du programme des travaux (Coût action + coût complémentaire + coût connexes + Aléa)

Unité : Coût de la maîtrise d'œuvre exprimée en pourcentage du coût des travaux

Incertitude : $\pm 25\%$

Domaine de validité : $20 \text{ K€} < T < 5000 \text{ K€}$

Maîtrise d'œuvre partielle

Maîtrise d'œuvre et partielle (Ingénierie des missions AVP PRO) :

Le maître d'ouvrage peut faire le choix de ne confier qu'une partie de la maîtrise d'œuvre ; il s'agit alors d'une maîtrise d'œuvre partielle.

 En général, il s'agit de la phase de conception et d'ingénierie du projet (phases AVP et PRO), à laquelle peut s'ajouter l'établissement du dossier de consultation (mission ACT partielle ou totale).

Globalement, la rémunération de la maîtrise d'œuvre pour l'ensemble de ces phases d'études équivalait à 50% (+/- 10%) de la rémunération d'une mission complète chiffrée précédemment.

Formule de coût : $C = 50 \times T^{-0,18}$

Où T représente le coût du programme des travaux (Coût action + coût complémentaire + coût connexes + Aléa)

Unité : Coût de la maîtrise d'œuvre partielle exprimée en pourcentage du coût des travaux

Incertitude : $\pm 10\%$

Domaine de validité : $20 \text{ K€} < T < 5000 \text{ K€}$

3.4.10.2 Coordination Sécurité Protection de la Santé (SPS)

Coordination Sécurité Protection de la Santé (SPS)

Coordination Sécurité Protection de la Santé (SPS) :

Une mission d'un coordinateur SPS est obligatoire dès lors que 2 entreprises (y compris sous-traitants) ou plus interviennent sur le chantier des travaux. Il existe 3 catégories de travaux :

- **la catégorie 1** ne sera pas retenue ici. Il s'agit d'un chantier (plutôt de type bâtiment) réunissant au moins 10 entreprises, y compris les sous-traitants, et comportant plus de 10 000 hommes/j (40 hommes/250 jours) ;
- **la catégorie 2** correspond à un chantier réunissant au moins deux entreprises, y compris les sous-traitants, et durant plus de 30 jours et comportant plus de 20 hommes à un moment quelconque ou comportant plus de 500 hommes/jours (4 hommes/125 jours) et moins de 10 000 hommes/j. On peut considérer que le montant des travaux varie entre 300 000 € et 4,5 M€. Dans ce cas-là, le coordonateur tient un registre-journal, met à jour le PGC (plan général de coordination), fait les visites d'inspection commune, examine les PPSPS (plan particulier de sécurité et de protection de la santé) et les harmonise, effectue les visites de chantier, finalise le DIUO (dossier d'intervention ultérieure sur l'ouvrage) ;
- **la catégorie 3** correspond à un chantier sans risque particulier réunissant au moins deux entreprises, y compris les sous-traitants. Dans ce cas-là, le coordonateur tient un registre-journal, met à jour la notice SPS, fait les visites d'inspection commune, effectue les visites de chantier, finalise le DIUO.
- **la catégorie 3+** correspond à un chantier de catégorie 3 avec risques particuliers. Dans ce cas-là, le coordonateur tient un registre-journal, met à jour le PGC simplifié, demande aux entreprises concernées par les risques particuliers d'établir un PPSPS, fait les visites d'inspection commune, effectue les visites de chantier, finalise le DIUO.

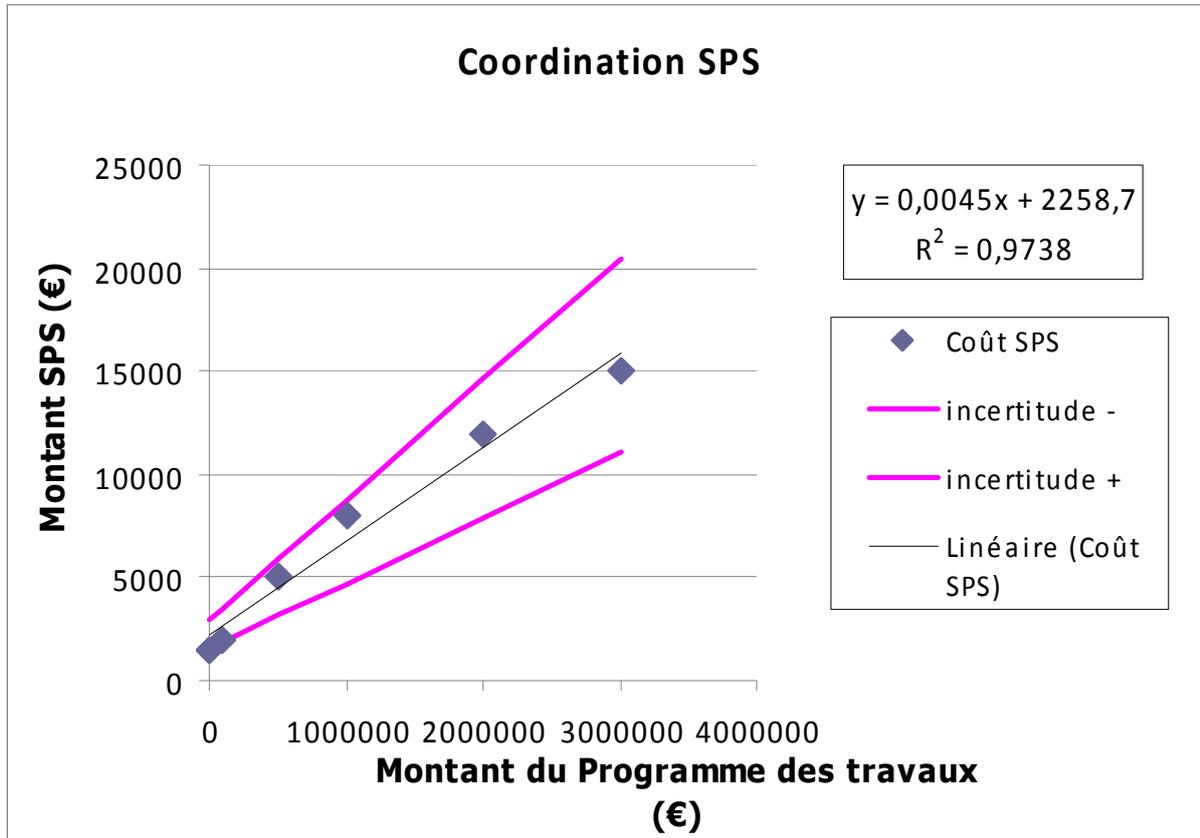
Le coût de la mission SPS dépend essentiellement de la durée du chantier, mais celle-ci est difficile à identifier a priori. Le coût est donc affiché en fonction du montant du programme de travaux.

Formule de coût : $C = 0,0045 \times T + 2000$

Où T représente le coût du programme des travaux (Coût action + coût complémentaire + coût connexes + Aléa)

Unité : €/Unité

Incertitude : $\pm 50\%$



3.4.11 Incertitudes

Dans le cadre de la détermination des coûts unitaires, nous décelons 2 types d'incertitude. D'une part les incertitudes associées à la diversité des retours d'expérience et d'autre part les incertitudes liées à des paramètres non quantifiables propres au déroulement des chantiers et aux fonctionnements des entreprises de travaux publics.

3.4.11.1 Calcul du taux d'incertitude

Dans le cadre de la détermination des coûts unitaires des actions de restauration hydromorphologique, un taux d'incertitude a été calculé pour chaque type d'action afin de prendre en compte la diversité importante des travaux associés aux retours d'expériences récoltés.

En effet, dans le domaine des aménagements de restauration de cours d'eau, chaque chantier aura ses particularités, que ce soit dans la gestion des enjeux ou dans le fonctionnement hydromorphologique. Ainsi, bien qu'il existe des raisonnements de restauration et des modes opératoires généraux propres à la renaturation hydromorphologique, le coût des travaux restera très variable en fonction du contexte, du site du chantier et de la conjoncture économique.

La structure de l'outil de détermination des coûts unitaires a été conçue de manière à minimiser le plus possible ces variabilités en permettant le calcul de coût par action type puis de coûts potentiels complémentaires adaptés au contexte. De plus, un indice de pression a été mis en place pour affiner le calcul des coûts unitaires en fonction de la pression locale pour certaines actions types.

Cependant, les incertitudes associées aux coûts des travaux restent fortes entre chaque site de chantier. Un taux d'incertitude a été évalué pour chaque action type. Ce taux représente l'écart relatif moyen entre les

coûts unitaires évalués par régression et les coûts unitaire réels (50% des estimations figurent entre les bornes inférieure et supérieure de l'incertitude). Il permet ainsi de déterminer une fourchette pertinente des coûts unitaires possibles pour chaque action ; il met aussi en évidence que les coûts peuvent dériver fortement selon les situations. Le tableau suivant liste les paramètres possibles, associés au contexte technique du chantier, qui permettront à l'opérateur d'affiner le coût unitaire en l'ajustant avec le taux d'incertitude.

Facteurs pouvant diminuer le coût unitaire (Ajustement vers, voire au-delà, de la fourchette basse)	Facteurs pouvant augmenter le coût unitaire (Ajustement vers, voire au-delà, de la fourchette haute)
<ul style="list-style-type: none"> - Bonnes conditions d'accès - Présence limitée d'enjeux - Linéaire d'action important - Absence de complexité technique - Pas d'aménagement ponctuel particulier (intégration paysagère, voie de communication, etc.) - Gestion locale des matériaux de terrassement - Travaux en régie 	<ul style="list-style-type: none"> - Mauvaises condition d'accès - Présence forte d'enjeux (zone urbaine, voies de communication, etc.) - Linéaire d'action réduit - Présence de facteurs de complexité technique - Besoin d'aménagements particuliers ponctuels - Nécessiter de transporter les matériaux de terrassement sur des distances importantes dans le cadre du chantier

Tableau 15 : Synthèse des facteurs d'ajustement des coûts unitaire en fonction des fourchettes d'incertitude

3.4.11.2 Incertitudes non quantifiables

Les données recueillies dans les retours d'expérience sont elles-mêmes soumises à diverses sources d'incertitudes qui ne peuvent pas être retranscrites dans le cadre de l'outil.

Pour les données d'ordre économique, les données utilisées sont celles présentes dans les bordereaux de prix unitaires, les devis quantitatifs estimatifs ou les factures d'entreprises. Hors, dans le cadre de l'élaboration de ces coûts, les entreprises prennent en compte différents facteurs indépendamment du contexte technique des travaux, ce qui crée une incertitude dans la démarche de comparaison des ces prix pour les mêmes actions de restauration. Ces facteurs sont souvent économiques ou régionaux :

- Contexte socio-économique local et conjoncture économique ;
- Equilibrage des différents postes du devis en fonction de la vision technico-économique de l'entreprise ;
- Coût variable de la fourniture en matériaux ;
- Existence possible d'accords économiques et techniques entre les différents acteurs durant le chantier (propriétaire, maître d'ouvrage, entrepreneur, etc.) ;
- Proximité des sites associés au stockage ou à la fourniture de matériaux (carrières, zones de mise en dépôt des déblais, etc.).

La variabilité de ces facteurs conditionne donc des différences entre les coûts de chaque action et de restauration, ce qui représente une certaine incertitude.

On dénote également une incertitude autour des éléments techniques utilisés dans les formules de régression. En effet, comme nous ne pouvons pas bénéficier de la BD SYRAH finalisée en cours d'étude et que les documents recueillis auprès des maîtres d'ouvrages ne permettaient pas toujours de récolter l'ensemble des paramètres techniques, des valeurs approchées ont du être évaluées à partir de différents outils externes (Banque hydro, Google Earth, Géoportail), ce qui génère une légère incertitude.

4 Détermination des coûts unitaires à l'échelle bassin

Dans le cadre de l'élaboration de l'outil à l'échelle bassin, la structure de l'outil est identique celle de l'outil local. La démarche de détermination des coûts reste la même, hormis le fait qu'à l'échelle le bassin le coût déterminé est associé à une mesure du Programme de Mesure, plutôt qu'à une action. Les déterminations des coûts complémentaires, connexes, d'aléa, de modalités foncières et de maîtrise d'œuvre sont conservées.

4.1 Passage de l'échelle locale à l'échelle bassin

4.1.1 Principe de la détermination des coûts à l'échelle bassin

Le principe de détermination des coûts à l'échelle des mesures de restauration hydromorphologique repose sur l'adaptation des formules déjà élaborées à l'échelle locale. Cette démarche impose certains points à respecter afin de garantir une cohérence entre les besoins détaillés de l'échelle locale et la vision plus générale de l'échelle bassin :

- Le nombre et la complexité des paramètres utilisés dans les formules de détermination du coût des mesures ont été simplifiés afin de permettre une interprétation et une vision plus globale des opérations de restauration. Cependant, le format et le principe des formules de coût restent identiques afin d'exploiter le maximum de données issues de l'outil local.
- Les formules de coût à l'échelle bassin ont été élaborées dans le but de donner un coût général et représentatif des mesures de restauration. Selon les cas, plusieurs méthodes de détermination ont pu être utilisées à partir des formules propres aux actions-types :
 - **Reprise des coûts issus des retours d'expérience de plusieurs actions-types d'une même mesure et analyse d'une nouvelle régression généralisée.** Cette méthode a par exemple été utilisée pour la mesure 3C44 associée à la restauration du fonctionnement hydromorphologique des cours d'eau où les coûts des actions de reméandrage, de retour du thalweg dans son lit d'origine et de dérivation de cours d'eau ont été réutilisés. Les coûts associés aux autres actions-types de cette mesure (suppression de contraintes latérales, suppression d'étang et réouverture du cours d'eau) ont été écartées de cette démarche car moins représentatives ou pas assez documentées. Cette méthode permet ainsi de donner une formule de coût représentative d'un panel d'actions-type ciblant bien la thématique de restauration de la mesure.
 - **Construction d'une nouvelle formule à partir des formules élaborées pour l'analyse du coût des actions-types sans traitement par régression.** Cette méthode a été utilisée pour la mesure 3C32 associée au programme de recharge sédimentaire. Ici, les structures des formules de coût des actions de traitement des atterrissements et de mise en dépôt et/ou transfert de déblais ont permis leur association et la construction d'une formule plus globale propre à la gestion des sédiments dépendant du cubage des matériaux traités. Le principe consiste ici à cumuler deux actions-types complémentaires pour obtenir une formule plus représentative de la thématique de la mesure.
 - **Choix d'une formule de coût d'une action, représentative de la mesure de restauration.** Cette méthode a été utilisée dans le cas des mesures où une unique action bénéficiait d'une formule de calcul du coût ou bien dans le cas où une action en particulier est représentative de la thématique de restauration.

Les formules de coût ont donc été élaborées d'après ces principes, en vue d'une application par masse d'eau pour l'estimation d'un coût de restauration hydromorphologique par mesure de restauration.

4.1.2 Liste des paramètres techniques à l'échelle bassin

L'utilisation des paramètres techniques a été simplifiée à l'échelle bassin afin de permettre une analyse plus générale des coûts de restauration. Tout comme dans l'outil local, la démarche a consisté à mettre en valeur en priorité les paramètres physiques présents dans les bases géographiques (largeur plein bord de cours d'eau, pente de cours d'eau, puissance spécifique). En fonction des besoins, des indices et coefficients propre au contexte des travaux ont également été construits afin d'affiner la détermination des coûts.

Le tableau suivant synthétise les différents paramètres techniques utilisés dans le cadre de la détermination des coûts à l'échelle bassin :

N°	Paramètres	Définition	Disponibilité directe dans l'outil	Détermination/estimation de la valeur du paramètre pour l'analyse des retours d'expérience
1	Largeur PB	Largeur plein bord du cours d'eau correspondant à la largeur du lit pour le débit de plein bord associé au débit morphogène	OUI	La largeur plein bord correspond à la hauteur limite du lit avant débordement. Lorsque cette donnée n'était pas disponible, elle a été déterminée par analyse de photographie aérienne (Google Earth, IGN)
2	Pente du cours d'eau	Pente du fond du lit	OUI	La pente du cours d'eau a été déterminée grâce la donnée présente dans la base de données SYRAH. Elle représente la pente moyenne du tronçon de cours d'eau.
4	Indice de puissance spécifique	La puissance spécifique correspond au produit de la pente, du débit morphogène et de la masse volumique de l'eau par unité de largeur	OUI	La puissance spécifique est calculée à partir des 3 données précédentes.
5	Linéaire de restauration	Linéaire totale de cours d'eau concernée par l'action de restauration	NON	
6	Superficie de bassin versant	Superficie de bassin versant associé à un cours d'eau	NON	Propre à la mesure de gestion des ouvrages (3B06 – 3C02)
7	Nombre d'ouvrages	Ce paramètre correspond au nombre d'ouvrages sur lequel s'applique la mesure	NON	Ce paramètres de généraliser l'application d'une mesure à plusieurs ouvrages (ex : restauration de la franchissabilité piscicole à la montaison)
8	Indice d'altération	Indice correspondant au niveau d'altération de l'entité géographique concerné.	NON	Cet indice est construit et réajusté sur la base de l'indice de pression utilisé dans l'outil local en fonction des données d'altération propres aux retours d'expérience 1 : Masse d'eau non altérée (Pression liée à l'occupation du sol faible, fonctionnement morphodynamique naturel) 2 : Masse d'eau altérée (Pression liée à l'occupation du sol ponctuelle, altérations morphodynamiques avérées) 3 : Masse d'eau fortement altérée (Forte pression liée à l'occupation du sol, Altération morphodynamique et artificialisation importante, usages importants)
9	Volume de matériaux	Ce paramètre caractérise le volume de matériaux propre à l'application d'une mesure	NON	Ce paramètre ne concerne que les mesures propres à la thématique de la gestion sédimentaire
10	Hauteur d'ouvrage	Hauteur d'ouvrage à aménager ou à détruire dans le cadre d'une action de restauration	NON	Propres aux mesures concernant les ouvrages hydrauliques
11	Largeur d'ouvrage	Largeur d'ouvrage (en crête) à aménager ou à détruire dans le cadre d'une action de restauration	NON	Propre à la mesure de restauration des ouvrages hydrauliques
12	Indice de la nature des annexes hydrauliques	Ce paramètre permet de distinguer les différentes natures d'annexe hydrauliques	NON	Ce paramètre ne concerne que la mesure de reconnexion des annexes hydrauliques. Il fait la distinction entre les zones humides alluviales et les bras morts.

N°	Paramètres	Définition	Disponibilité directe dans l'outil	Détermination/estimation de la valeur du paramètre pour l'analyse des retours d'expérience
13	Surface des annexes hydrauliques	La surface des annexes correspond à la superficie des annexes hydrauliques à restaurer	NON	Ce paramètre ne concerne que la mesure de reconnexion des annexes hydrauliques
14	Indice du niveau de restauration de la végétation	Cet indice permet de hiérarchiser les différents types de restauration de la végétation de berge	NON	Ce paramètre ne concerne que la mesure de restauration des berges et/ou de la ripisylve
15	Coefficient du niveau de réfection	Coefficient correspondant à l'état de dégradation d'un ouvrage	NON	Propre à la mesure de restauration des ouvrages hydrauliques
16	Indice du niveau d'enjeu sur un bassin versant	Cet indice correspond à l'importance des enjeux sur un bassin versant en termes de gestion de la ressource en eau	NON	Propre à la mesure de gestion des ouvrages (3B06 – 3C02)

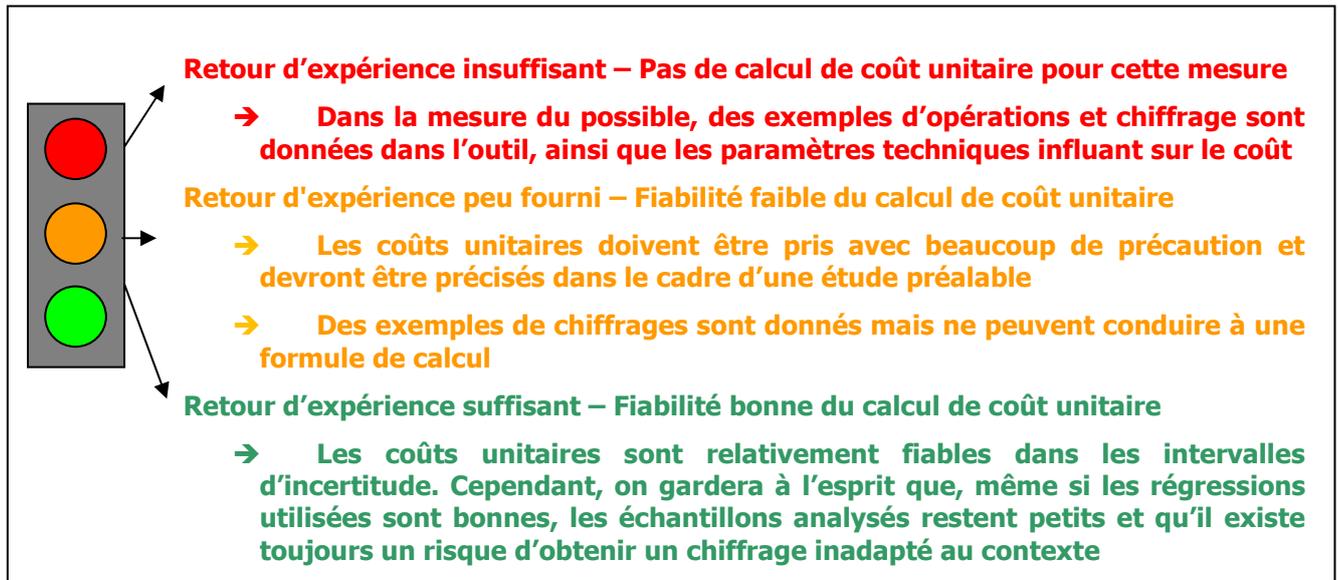
On dénombre ainsi 16 paramètres techniques dans le cadre des formules de coût à l'échelle bassin. L'utilisation de nouveaux paramètres a permis de simplifier les formules de régression pour passer à l'échelle des mesures du PDM.

La liste finale des paramètres retenus pour l'élaboration des formules de coûts à l'échelle bassin est donnée en **Annexe 8**.

4.2 Détermination des coûts des mesures du PDM

Les différentes formules de détermination des coûts sont données et explicitées ci-dessous. Leur présentation reprend le même format que pour les formules associées aux actions types, à savoir la présence de :

- Un écart de texte explicatif qui apparaîtra dans l'outil
- Un indice de fiabilité



- Une présentation de la formule et de ses caractéristiques (Incertitude associée, domaine de validité, coûts complémentaires)
- Un graphique explicatif de la régression pour les mesures concernées
- Un texte explicatif de la démarche de détermination de la formule
- Points importants propres à la détermination du coût de la mesure (⚠) et déclinaisons des mesures potentiellement complémentaires pour une opération de restauration (⚠ - cf. Annexe 1)

On ne donnera ici que l'explicitation des formules de coûts, c'est-à-dire les coûts correspondant à l'étape 2 dans l'outil. Pour les autres étapes (étapes 3 à 6), les coûts restent les mêmes que pour l'outil local (cf. § 3.4).

4.2.1 Mesures propres à la thématique de l'hydrologie fonctionnelle

3C01 - Adaptation des prélèvements de débit

3C01 - Adaptation des prélèvements de débit :



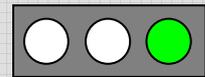
Mesure d'accompagnement de la détermination d'objectif de débits d'étiage sur un cours d'eau. Elle est destinée à l'ensemble des usages présents sur le bassin (AEP, agriculture, industrie...).

 Le coût de l'application de cette mesure dépendra majoritairement de la nature et de la fréquence des usages présents sur le cours d'eau, du linéaire de cours d'eau concerné et de la valeur du débit biologique minimum biologique en étiage.

 3B06 - 3C02 – 3C13 – 3C43 – 3A20

3C03 - Amélioration de la gestion des débits de crue

3C03 – Amélioration de la gestion des débits de crue :



Améliorer la gestion des débits de crues (durée, fréquence, valeur) en faveur des débits de crues morphogènes.

Cette mesure peut venir en complément d'actions de restauration de la morphologie des milieux ou d'opérations de gestion des sédiments à l'échelle du bassin versant.

La crue " morphogène ", en ce sens où elle va conditionner la forme et donc la qualité des habitats aquatiques, peut être résumée à la crue de période de retour 2 ans (Q2).

 Le coût de l'application de cette mesure dépendra de la nature et de la fréquence des usages sur le cours d'eau, de la hauteur des ouvrages hydrauliques, des possibilités de gestion (ouverture permanente ou temporaire des ouvrages à partie mobile) et des caractéristiques morphodynamiques du cours d'eau.

 Les aspects sociologiques et patrimoniaux sont également importants à prendre en compte pour l'application de cette mesure, en particulier pour les travaux de communication auprès de propriétaires d'ouvrages.

 Le coût donné dans le cadre de l'outil est basé sur les travaux de suppression d'ouvrage permettant le retour total du passage des crues morphogènes.

 3C13 – 3C07 – 3C09 -3C37

Formule de coût : $C = (1334,3 \times \text{Hauteur OH (m)} \times \text{Largeur PB (m)} \times I_{\text{Altération}} / \text{Pente (\%)})$

Unité : €/unité

Incertitude : ± 20%

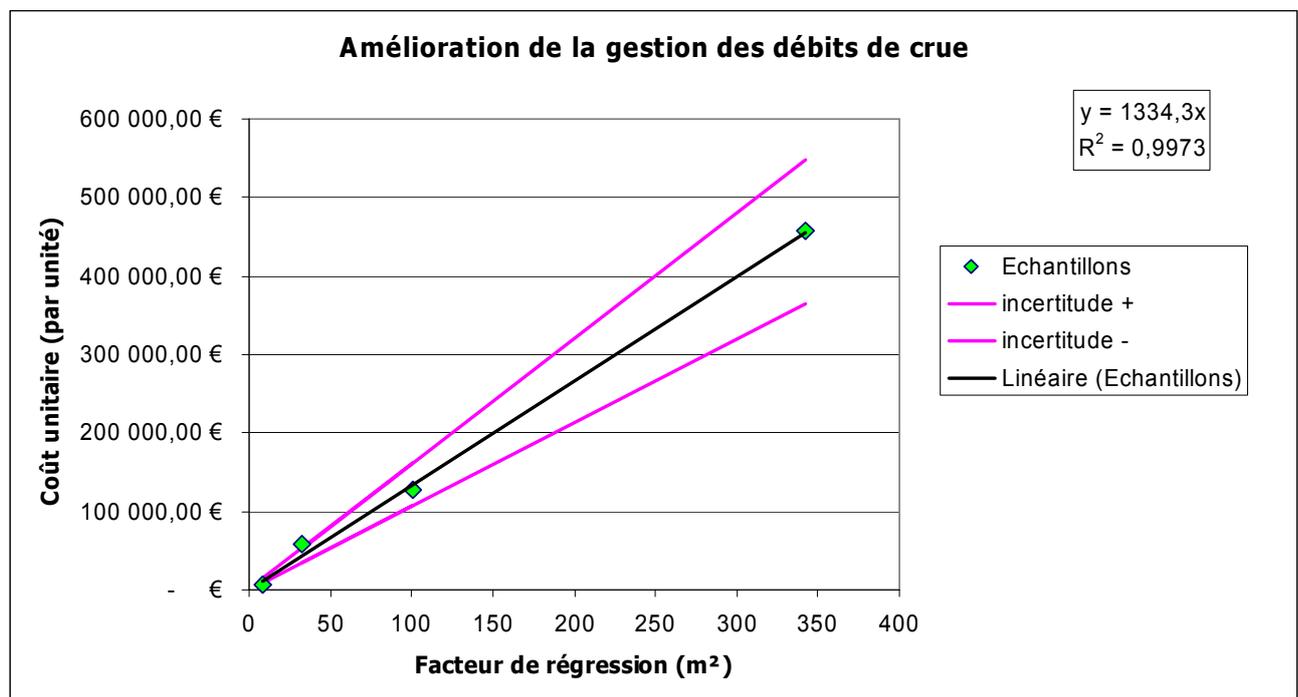
Domaine de validité : Largeur cours d'eau < 50m

Hauteur OH < 5m

Pente > 0,1%

Installation de chantier : 15 % [5%-25%]

Travaux préparatoires : 7 % [4%-10%]



Au vu des résultats des retours d'expérience pour cette mesure de restauration, seule la formule associée à l'action de suppression d'ouvrage a permis de représenter l'amélioration de la gestion des débits de crue. Cette démarche paraît pertinente dans le sens où elle permet d'estimer le coût de la technique la plus efficace pour le retour au passage durable des crues morphogènes.

Le coût dépend principalement de la hauteur de l'ouvrage, de largeur, de la pente du cours d'eau et de l'indice d'altération qui permet d'affiner la régression en fonction du niveau du besoin de restauration de la masse d'eau.

Pour des opérations requérant des aménagements plus variés (suppression d'ouvrages, installation d'un organe mobile, abaissement d'ouvrage, etc.) l'usage de l'outil bassin sera plus adéquat.

3C02 – 3B06 - Gestion des ouvrages



3C02 – 3B06 - Gestion des ouvrages :

Ces mesures consistent à définir des modalités de gestion du soutien d'étiage ou augmenter les débits réservés (3C02) et à mettre en place un plan de gestion coordonnée des différents ouvrages à l'échelle du bassin versant (3B06). Ces deux mesures se recoupent donc dans la mise en place d'un diagnostic de l'état des ressources hydriques et de l'élaboration d'un plan d'action sur les ouvrages en vue de l'amélioration de l'état écologique du cours d'eau.

Ces ouvrages peuvent être de nature et tailles variées comme des moulins, des seuils, des ouvrages hydroélectriques, etc.

Cette mesure est destinée à la restauration ou la préservation d'un débit biologique permettant le développement de la faune aquatique (macro invertébrés et poissons) et de la flore (ripisylve et flore aquatique). Elle nécessite la définition de valeurs de débit d'objectif d'étiage (DOE, débit de crise renforcée - DCR) sur des périodes données. Elle peut conduire à la révision du règlement d'un ouvrage ou d'une chaîne d'ouvrage. Elle doit également permettre de satisfaire le bon fonctionnement des zones humides attenantes.

Les ouvrages concernés par cette mesure peuvent être de natures et tailles variées comme des barrages de moulins, des seuils, des ouvrages hydroélectriques...

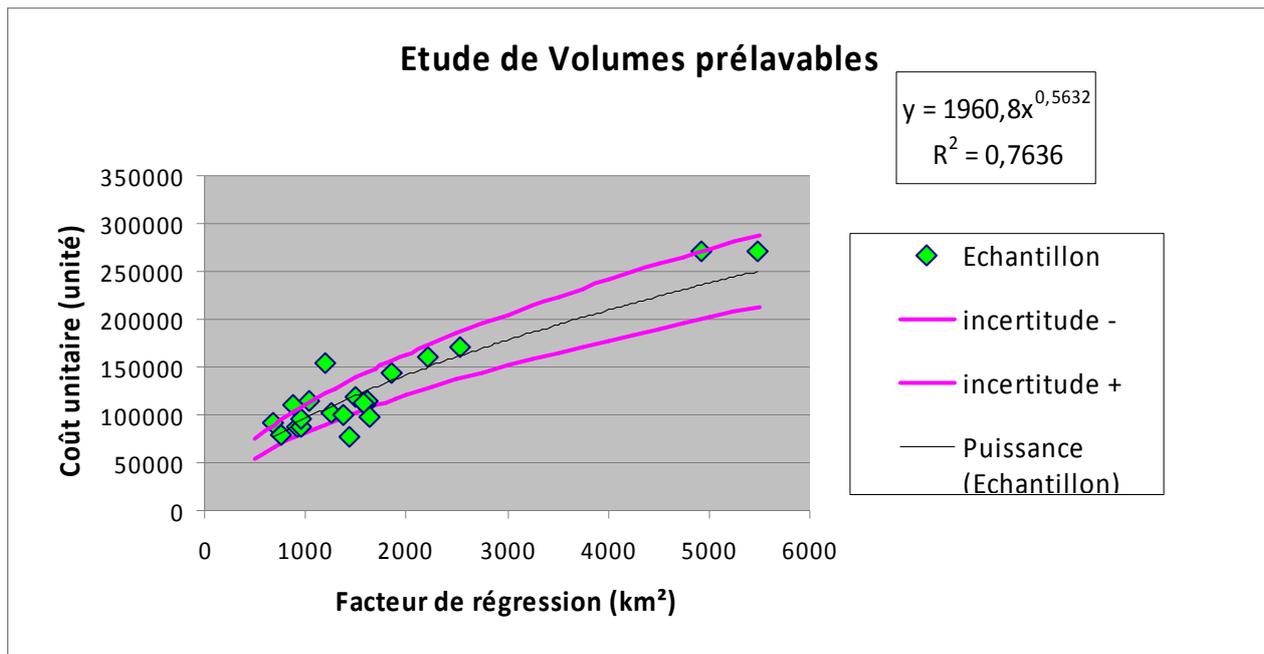
 Le coût donné dans le cadre de l'outil est basé sur le coût des études de volume prélevable qui reprennent les éléments d'actions de ces mesures

 3C13 – 3C43 – 3A20

Formule de coût : $C = 1960 \times (\text{Superficie BV (km}^2) \times \text{Indice enjeu})^{0,5632}$

Unité : €/unité

Incertitude : ± 15%



La formule de coût est identique à celle utilisée dans l'outil local pour l'action d'étude de volumes prélevables.

4.2.2 Mesures propres à la thématique de la continuité biologique

3C10 - Suppression des ouvrages

3C10 - Suppression des ouvrages :

Cette action consiste en la suppression des ouvrages bloquant la circulation piscicole. Elle s'adresse aux secteurs qui ont déjà fait l'objet d'un diagnostic et / ou ceux où seule une action ponctuelle est nécessaire. Dans les autres situations une approche globale préalable est indispensable afin de déterminer les ouvrages à supprimer parmi ceux recensés dans les milieux concernés.

 Le coût donné dans le cadre de l'outil est basé sur le coût des opérations de suppression d'ouvrage hydraulique.

 3C13 – 3C07 – 3C32 – 3C14 – 3A20 – 3C16 – 3C17



Formule de coût : $C = (1334,3 \times \text{Hauteur OH (m)} \times \text{Largeur PB (m)} \times I_{\text{Altération/Pente}} (\%))$

Unité : €/unité

Incertitude : $\pm 20\%$

Domaine de validité : Largeur cours d'eau < 50m

Hauteur OH < 5m

Pente > 0,1%

Installation de chantier : 15 % [5%-25%]

Travaux préparatoires : 7 % [4%-10%]

La formule est identique à celle utilisée pour la mesure 3C03 (cf. § 4.2.1).

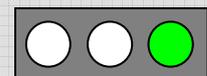
3C11 - Franchissement piscicole par montaison

3C11 – Franchissement piscicole par montaison :

Cette mesure consiste en la création ou en l'aménagement d'un dispositif de franchissement pour la montaison. Une étude de définition et de faisabilité est nécessaire pour définir l'action à mettre en œuvre au niveau local.

 Le coût donné dans le cadre de l'outil est basé sur les retours d'expérience des actions de mise en place de passe à poissons à bassin successifs, de rivière de contournement, de rampe en enrochements et d'équipement d'ouvrage.

 3C13 – 3A20 – 3C16 – 3C17



Formule de coût : $C = (1535,4 \times (\text{Largeur (m)} \times \text{Hauteur OH (m)}))$

Unité : €/unité

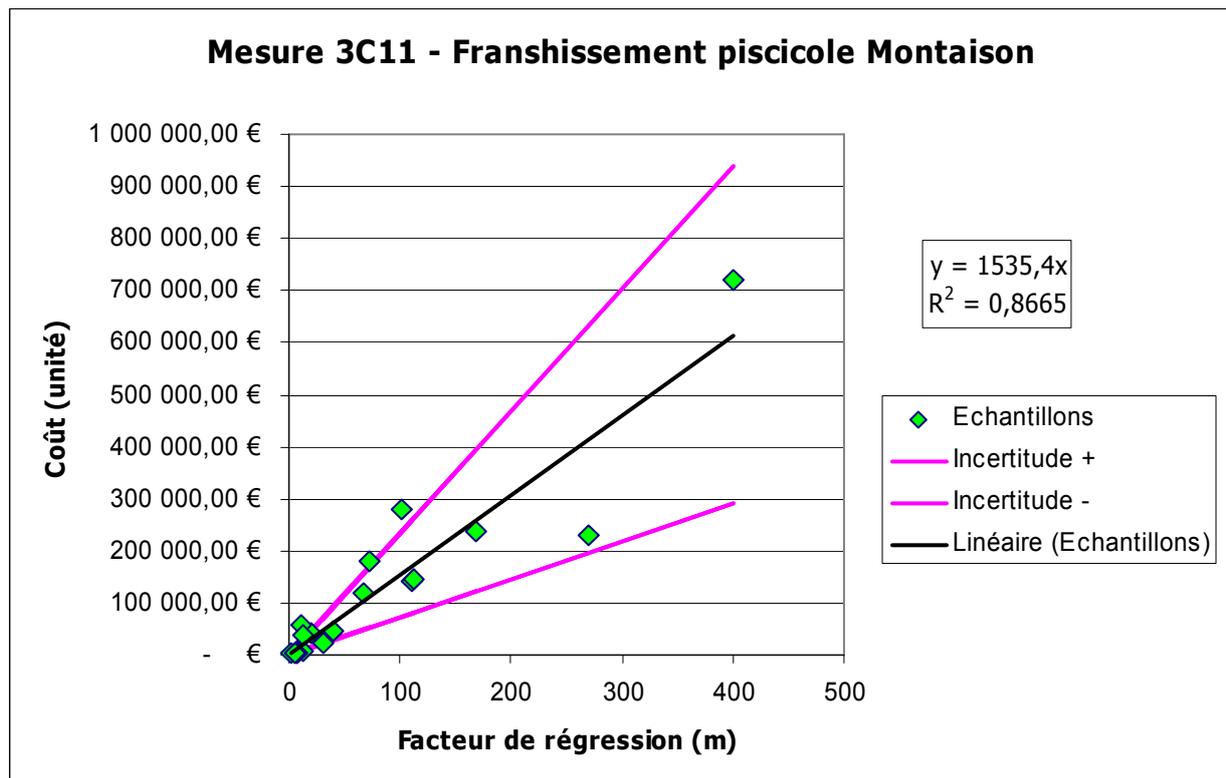
Incertitude : ± 50%

Domaine de validité : Hauteur OH < 5m

1m < Largeur < 100m

Installation de chantier : 13 % [10%-16%]

Travaux préparatoires : 7 % [4%-10%]

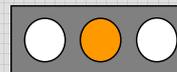


Afin de donner une représentation de la mesure de franchissement piscicole à la montaison, les coûts propres aux actions de passe à poissons à bassins successifs, de rampe en enrochements, de rivière de contournement et d'aménagement de la structure d'ouvrages ont été pris en compte dans l'élaboration de la formule de coût. Cette dernière dépend principalement de la largeur plein bord du cours d'eau et de la hauteur de l'ouvrage. Ces paramètres conditionnent en effet le coût de l'opération de restauration.

L'action de mise en place de passe à anguille n'a pas pu être prise en compte par manque de données et car jugée trop spécifique pour permettre une vision générale de la restauration de la franchissabilité à la montaison.

3C12 - Franchissement piscicole à la dévalaison

3C12 - Franchissement piscicole à la dévalaison :



Cette mesure consiste en la création ou en l'aménagement d'un dispositif de franchissement pour la dévalaison. Une étude de définition et de faisabilité est nécessaire pour définir l'action à mettre en œuvre au niveau local.

 Le coût donné dans le cadre de l'outil est basé sur les coûts de mise en place d'une goulotte permettant la dévalaison de la faune piscicole.

 3C13 – 3C17

Formule de coût : $C = (2500 + 8000 \times \text{Hauteur OH (m)})$

Unité : €/unité

Incertitude : $\pm 50\%$

Domaine de validité : Hauteur OH < 7m

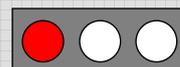
Installation de chantier : 10 % [5%-15%]

Travaux préparatoires : 7 % [4%-10%]

Cette formule est identique à celle utilisée dans l'outil local pour l'action de mise en place d'un système de dévalaison. Elle est basée sur l'analyse de retours d'expérience et sur l'expertise de BURGEAP.

3C13 - Stratégie de restauration de la continuité piscicole

3C13 - Stratégie de restauration de la continuité piscicole :



Cette action consiste en la définition d'une stratégie de restauration de la continuité piscicole. Cette action doit être menée au préalable, lorsque plusieurs masses d'eau ou plusieurs ouvrages sont concernés dans le sous bassins. Dans le cadre de l'étude préliminaire, il est procédé à un recensement des ouvrages, à une analyse de leur impact sur la continuité piscicole et à une détermination de ceux sur lesquels il est pertinent d'intervenir.

 Le coût de cette mesure dépend du linéaire d'étude, du nombre et de la nature des obstacles, de la largeur du cours d'eau et du débit du cours d'eau.

 3C01 – 3C03 – 3B06 – 3C02 – 3C10 – 3C11 – 3C12 – 3C09

4.2.3 Mesures propres à la thématique du transport solide

3C07 - Suppression ou aménagements des ouvrages

3C07 – Suppression ou aménagement des ouvrages :



Cette action consiste à supprimer ou bloquer les ouvrages bloquant le transit sédimentaire. Cette mesure comprend également un recensement et un diagnostic des ouvrages existants. Elle doit être précédée par une réflexion sur

- la nature des sédiments à remobiliser ;
- les débits d'entraînement et leur fréquence de retour ;
- la pérennité des apports sédimentaires provenant de l'amont du bassin.

La destruction complète d'un ouvrage doit s'accompagner d'une gestion des sédiments stockés à l'amont pour limiter les impacts à l'aval. Les aménagements des ouvrages peuvent être de 2 types :

- Des aménagements structurels de l'ouvrage : abaissement des petits ouvrages (seuils par ex.), équipement technique pour les ouvrages plus importants (passe à gravier par ex.).
- Des aménagements des conditions de gestion de mise en transparence de l'ouvrage durant les épisodes de crues, mesures à part entière (3C09)



Le coût donné dans le cadre de l'outil est basé sur les coûts de suppression et d'abaissement d'ouvrage afin de permettre une amélioration du transit sédimentaire.



3C03 – 3C10 – 3C09 – 3C32 – 3C14 – 3A20 -3C16 -3C44- 3C17

Formule de coût : $C = 7869,6 \times (\text{Hauteur OH (m)} \times I_{\text{Altération}})$

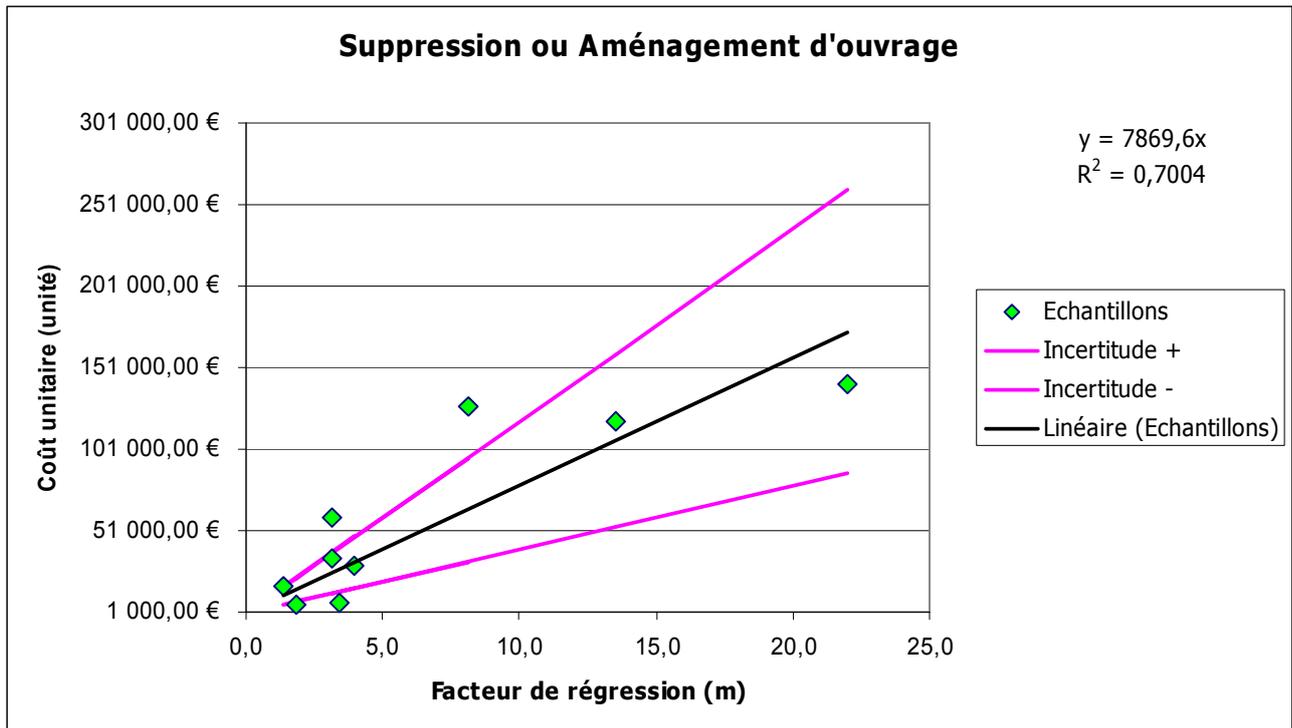
Unité : €/unité

Incertitude : ± 50%

Domaine de validité : Hauteur OH < 5m

Installation de chantier : 15 % [10%-20%]

Travaux préparatoires : 12 % [5%-20%]



La formule de détermination du coût de cette mesure est basée sur les exemples recueillis pour les actions de suppression d'ouvrage et d'abaissement d'ouvrage. L'action de mise en place d'un organe mobile n'a pas pu être prise en compte car ne bénéficiant pas s'assez de retours d'expérience.

Le coût de ce type de mesure dépend principalement de la taille de l'ouvrage et afin d'affiner la régression, de l'indice d'altération de la masse d'eau.

3C09 - Modalités de gestion des ouvrages

3C09 - Modalités de gestion des ouvrages :

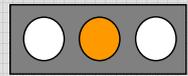
Cette action consiste en la mise en œuvre de modalités de gestion des ouvrages perturbant le transport solide. Elle doit permettre d'aménager des modalités de gestion des ouvrages afin de rechercher une transparence durant les épisodes de crues et de mieux organiser les chasses de sédiments afin de limiter les effets néfastes sur les milieux à l'aval (colmatage...).

 Le coût de ce type de mesure dépend principalement du nombre et de la nature des ouvrages, des valeurs de débits de crue (Q2, Q5, Q10, ..) et de l'impact des ouvrages sur la morphologie du cours d'eau (effet de retenue, perturbation de la continuité écologique, etc.)

 3C03 – 3C13 -3C07 – 3C37 – 3C32 – 3C43 – 3C44



3C37 - Limitation ou amélioration des apports solides néfastes



3C37 - Limitation ou amélioration des apports solides néfastes :

Cette action consiste en la limitation ou l'élimination des apports solides néfastes. Mesure qui vise à maîtriser les apports solides liés à l'occupation du sol des bassins versants qui peut notamment se traduire par :

- l'installation d'un désableur ;
- l'adoption de pratiques agricoles ou sylvicoles compatibles avec la vie
- la création de zones tampons ou de plages de dépôts

 Les coûts donnés dans l'outil sont basés sur les actions de mise en place de plages de dépôt et de zones tampons.

Le coût de l'implantation d'une plage de dépôt peut être très variable selon la nature et l'importance de la zone. Il existe de plus une grande variété de techniques à adapter au contexte hydrologique, foncier et technique du site. On pourra établir un coût sur la base de quelques exemples ci-dessous :

- Création d'un piège à graviers / à sable d'un volume de 50 m³ en béton banché à l'exutoire de l'affluent torrentiel d'un cours d'eau à faible pente en plaine agricole : 15 000 €HT (300 €/m³) ;
- Création d'un piège à graviers de 500 m³ en entrée de zone urbaine dans un contexte complexe et sous voirie : 500 000 €HT (1000 €/m³) ;
- Création d'une plage de dépôt de type RTM d'un volume de 2000 m³, avec pertuis aval et seuil amont, sur un torrent d'une pente de 5 % : 100 000 €HT (50 €/m³) ;

Le coût présenté comprend l'investissement de l'aménagement de la plage de dépôt mais n'inclut pas les opérations de curage qui entrent dans l'action « curage enlèvement de matériaux néfastes ».

Le coût de l'implantation d'une zone tampon peut être très variable selon la nature et l'importance de la zone. Il existe de plus une grande variété de techniques à adapter au contexte hydrologique, foncier et technique du site. On pourra établir un coût sur la base de quelques exemples ci-dessous :

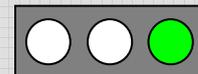
- Création d'une noue enherbée, de stockage et d'infiltration des eaux de ruissellement, d'une largeur de 5 m et d'une profondeur de 0,50 m sur 100 m : 5000 €HT (50 €HT/ml) ;
- Création d'une zone humide, dans un bassin de rétention avant rejet d'eaux de ruissellement au cours d'eau, sur une surface de 500 m² : 15 000 €HT (30 €/m²) ;
- Création d'un bassin de rétention aménagé en zone humide, avant rejet d'eaux pluviales au cours d'eau, d'un volume de 10 000 m³ : 500 000 €HT (50 €/m³).

 Des informations plus précises sont disponibles auprès d'organismes comme le CORPEN ou le CEMAGREF.

 3C03 – 3C09 – 3C32 – 3C16

Au vu du manque de données issues du recueil de retours d'expérience, la démarche consiste ici à donner un coût unitaire des installations en fonction des données fournies.

3C32 - Programme de recharge sédimentaire



3C32 - Programme de recharge sédimentaire :

Cette mesure consiste en la réalisation d'un programme de recharge sédimentaire. Mesure qui doit s'accompagner d'une réflexion sur la gestion de l'équilibre sédimentaire à l'échelle du bassin versant.

Elle vise à favoriser la dynamique de "reprise/dépôt" des matériaux dans le lit mineur et/ou majeur à l'échelle du bassin versant, la reprise des matériaux là où ils sont en excédents. Des actions ponctuelles de mobilisation des sédiments afin de les injecter dans les zones déficitaires sont le cas échéant à envisager.

Dans certaines situations, un diagnostic sur le colmatage du milieu peut être nécessaire.

 Deux formules de coûts ont été prise en compte. Une formule de coût propre à la recharge de cours d'eau en granulats (fourniture et mise en place des matériaux) et une formule pour la gestion des sédiments (traitement des atterrissements et réinjection des matériaux dans le cours d'eau ou mise en dépôt).

 3C10 – 3C07 – 3C09 – 3C37 – 3C14 – 3C43 – 3A20 – 3C44 – 3C17

Recharge en granulats

Formule de coût : $C = 47 \times \text{Volume Matériaux (m3)}$

Unité : €/unité

Incertitude : $\pm 15\%$

Installation de chantier : 7% [4%-10%]

Travaux préparatoires : 10% [5%-15%]

Cette formule est identique à celle utilisée dans l'outil local pour l'action de recharge en granulats.

Gestion sédimentaire

Formule de coût : $C = (0,5 \times \text{distance (km)} + 9,5) \times \text{Volume Matériaux (m3)}$

Unité : €/unité

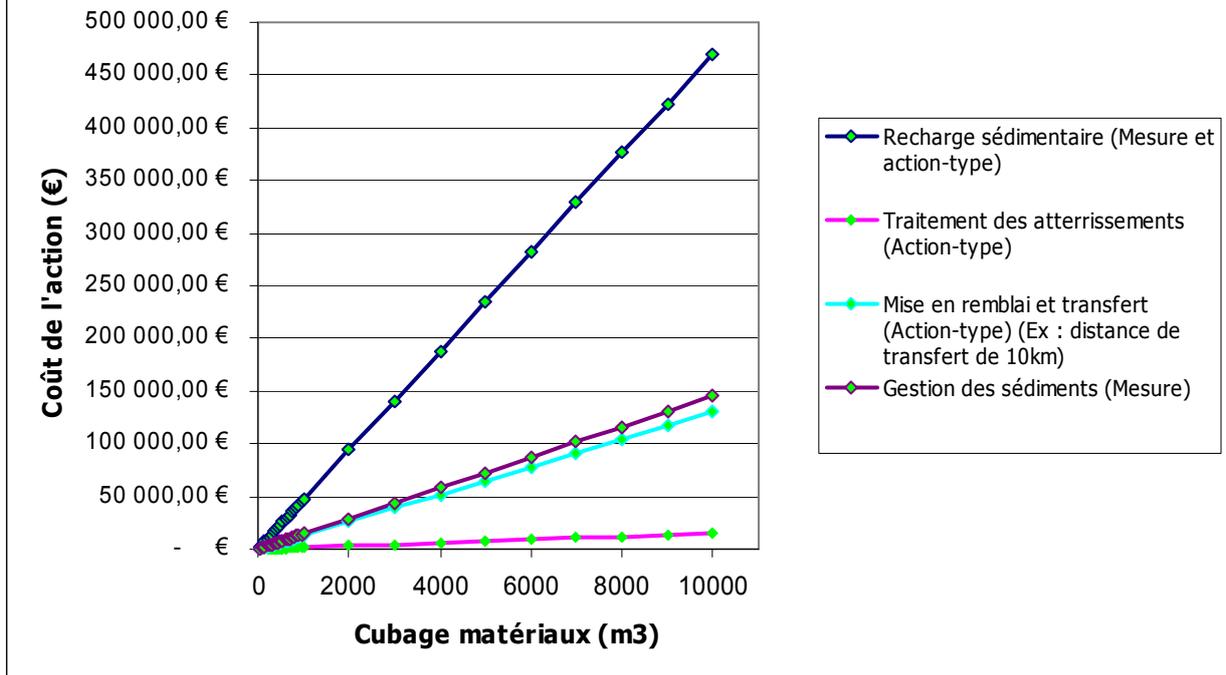
Incertitude : $\pm 50\%$

Installation de chantier : 7% [4%-10%]

Travaux préparatoires : 7% [4%-10%]

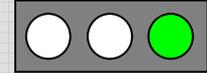
Cette formule est basée sur les actions de traitement des atterrissements et de mise en dépôt et /ou transfert des matériaux. Elle ne dépend que du volume de matériaux traité et de la distance de transport.

Programme de recharge sédimentaire



4.2.4 Mesures propres à la thématique de restauration du fonctionnement hydromorphologique des cours d'eau

3C14 - Restauration des habitats aquatiques



3C14 - Restauration des habitats aquatiques :

Cette mesure consiste à restaurer les habitats aquatiques en lit mineur. Pour les cours d'eau, deux options sont possibles :

- une restauration du lit mineur et du lit moyen dans l'objectif de donner au cours d'eau l'espace et le débit nécessaire pour retrouver une dynamique naturelle ;
- une restauration partielle du lit pour diversifier les écoulements et les habitats aquatiques (pose de blocs, de déflecteurs).



Dans le cadre de l'outil, la formule de coût est basée sur l'action de création de lit d'étiage (lit emboîté, risbermes, banquettes) associée à l'action de création de caches piscicoles. Cette démarche vise à représenter une opération classique et efficace de restauration des habitats en lit mineur.



3C10 – 3C07 – 3C32 – 3C43 – 3A20 – 3C16 – 3C44 – 3C17

Formule de coût : $C = 865,14 \times (1 / \text{Puissance (watt/m}^2)) + 52,304$

Unité : €/ml de cours d'eau

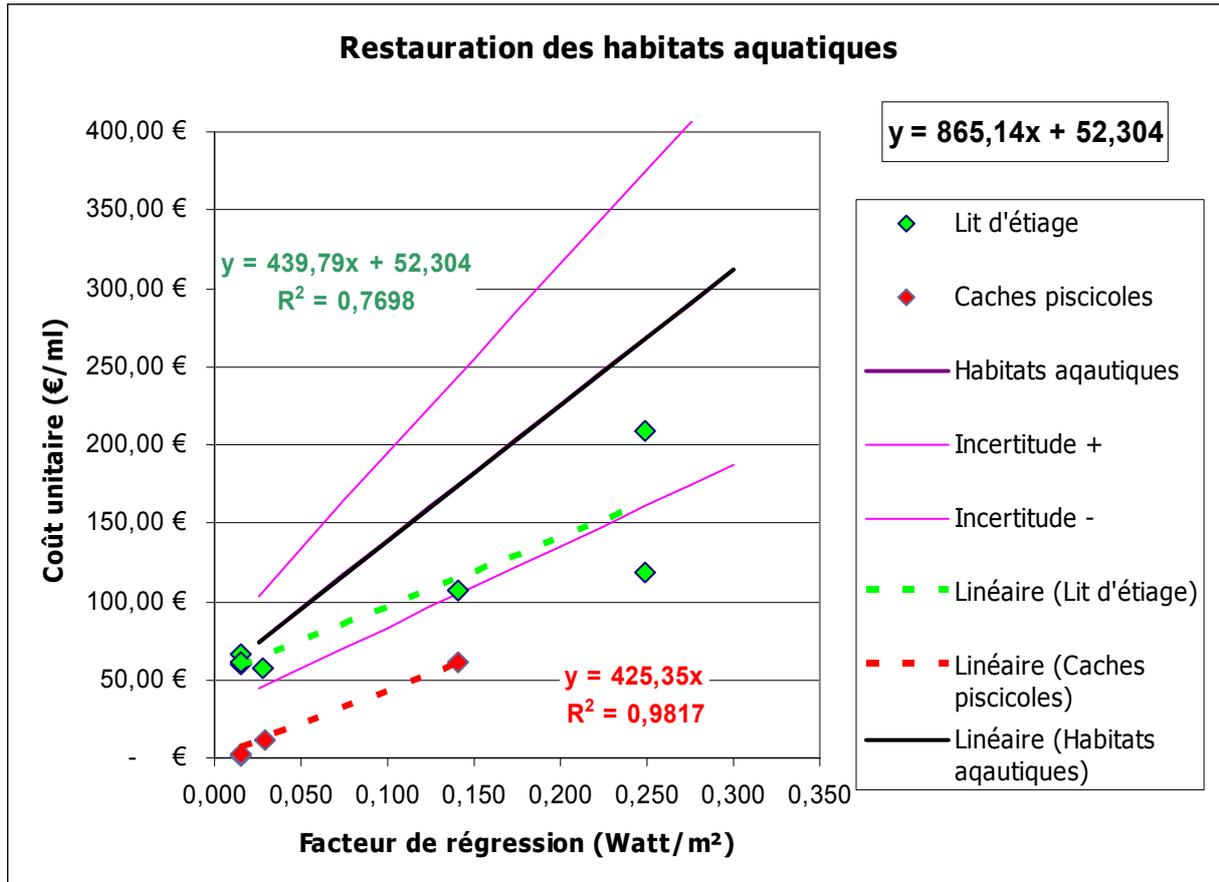
Incertitude : $\pm 40\%$

Domaine de validité : Largeur < 30m

0,05 % < Pente < 1%

Installation de chantier : 7% [4%-10%]

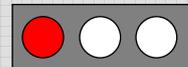
Travaux préparatoires : 8% [5%-12%]



La formule est obtenue par sommation des formules propres à la création de caches piscicole et de création d'un lit mineur, dépendant toutes deux principalement de la puissance spécifique du cours d'eau, donc du niveau de restauration nécessaire. Les actions de mise en place d'épis de diversification et de seuils rustiques n'ont pas été prises en compte car difficilement compatibles dans la détermination d'un coût unitaire commun. Cependant, on peut considérer à cette échelle de travail que la création d'un lit d'étiage (mise en place de risbermes, banquettes ou lit emboîté) associée à l'aménagement de caches piscicoles (habitats aquatiques) représente une opération de restauration des habitats aquatiques complète et durable.

3C43 - Plan de restauration de cours d'eau

3C43- Plan de restauration de cours d'eau :



Cette action consiste en l'établissement d'un plan de restauration et de gestion physique du cours d'eau.



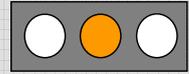
Le coût de ce type de mesure dépend principalement du linéaire de cours d'eau, du niveau d'altération de la masse d'eau et des enjeux présents.



3C01 – 3B06 – 3C02 – 3C09 – 3C32 – 3C14

3A20 - Entretien et restauration de la fonctionnalité des ouvrages

3A20 - Entretien et restauration de la fonctionnalité des ouvrages :



Cette mesure consiste en l'entretien et la restauration de la fonctionnalité des ouvrages hydrauliques. Cette action peut être nécessaire pour améliorer les problèmes liés au débit des cours d'eau et à la qualité de l'eau pendant certaines périodes de l'année. Cette action est caractéristique d'ouvrages en général au fil de l'eau (moulins, seuils, ouvrages de navigation...) dont le fonctionnement et les droits d'eau sont éventuellement à modifier pour assurer l'amélioration coordonnée sur le plan hydrologique.



La détermination du coût est basée sur l'action de restauration des ouvrages.



Au niveau de l'entretien des ouvrages, les frais annuels peuvent varier de 0.5% à 10% du coût d'investissement initial, avec une valeur moyenne de 2%, que l'on peut utiliser en l'absence d'informations plus précises.



3C01 – 3B06 – 3C02 – 3C10 – 3C11 6 3C07 – 3C32 – 3C14 6 3C44 – 3C17

Formule de coût : $C = (12290 \times (\text{Largeur OH (m)} \times \text{Niveau réfection} \times \text{Pente (\%)})$

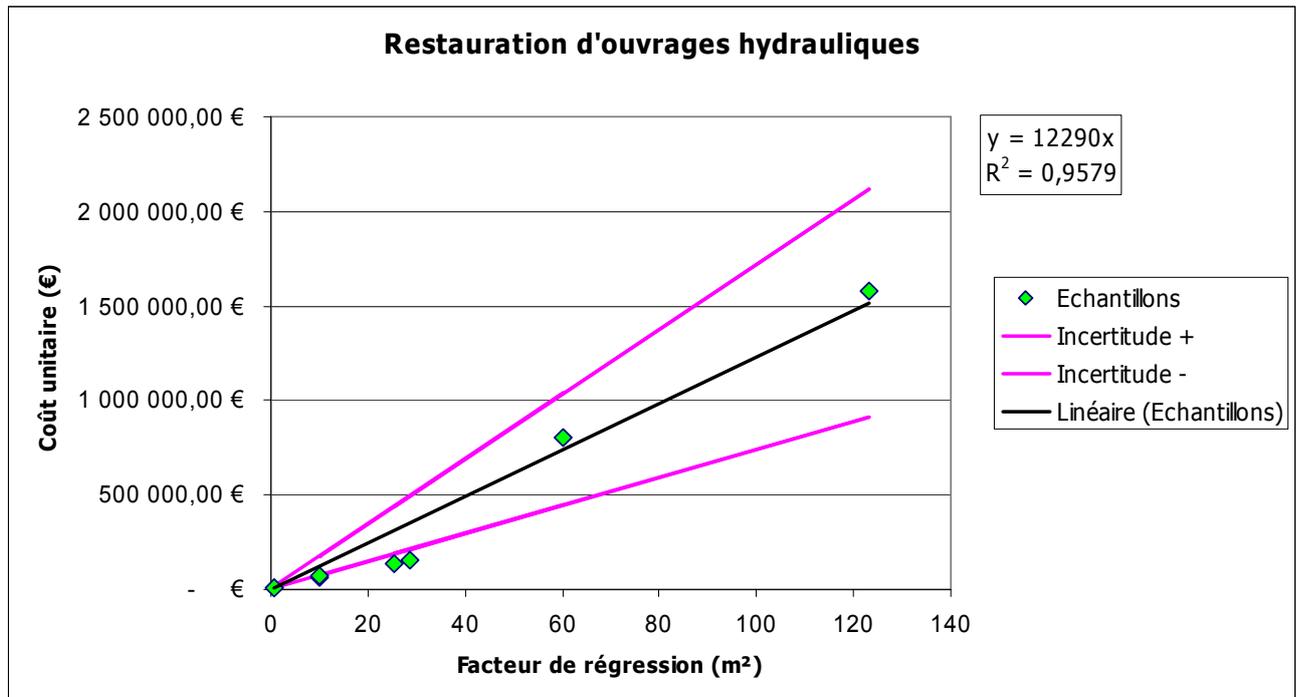
Unité : €/unité

Incertitude : ± 40%

Domaine de validité : Largeur de l'ouvrage en crête < 200 m
Pente < 1.5%

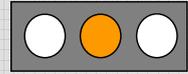
Installation de chantier : 5% [2%-8%]

Travaux préparatoires : 7% [4%-10%]



La formule a été simplifiée par rapport à l'outil local en enlevant le paramètre de hauteur d'ouvrage, moins important et en conservant l'indice de réfection d'ouvrage.

3C16 - Reconnexion d'annexes hydrauliques



3C16 - Reconnexion d'annexes hydrauliques :

Cette mesure consiste en la reconnexion des annexes aquatiques et des milieux humides du lit majeur et en la restauration de leur espace fonctionnel. Cette action concerne les milieux aquatiques plus ou moins temporairement en eau (bras mort, lône, basse, mare, ...) et les autres milieux liés au régime d'inondation (prairies humides, forêts alluviales). Elle peut aussi avoir pour objet de rétablir les échanges entre les eaux souterraines et les écosystèmes superficiels. Plusieurs modalités techniques sont envisageables :

- abandon ou suppression de protections de berges ;
- reconnexion des bras morts ;
- restauration du profil en long des rivières incisées ;
- mise en place d'action de génie écologique (reméandrage des rivières, recréation de zones humides, amélioration des échanges hydrauliques entre les délaissés des étangs littoraux et les milieux contigus).



Dans le cadre de l'outil, les coûts sont basés sur les actions de restauration de zones humides alluviales et de reconnexion de bras morts.



3C10 – 3C11 – 3C07 – 3C37 – 3C14 – 3C44 – 3C17

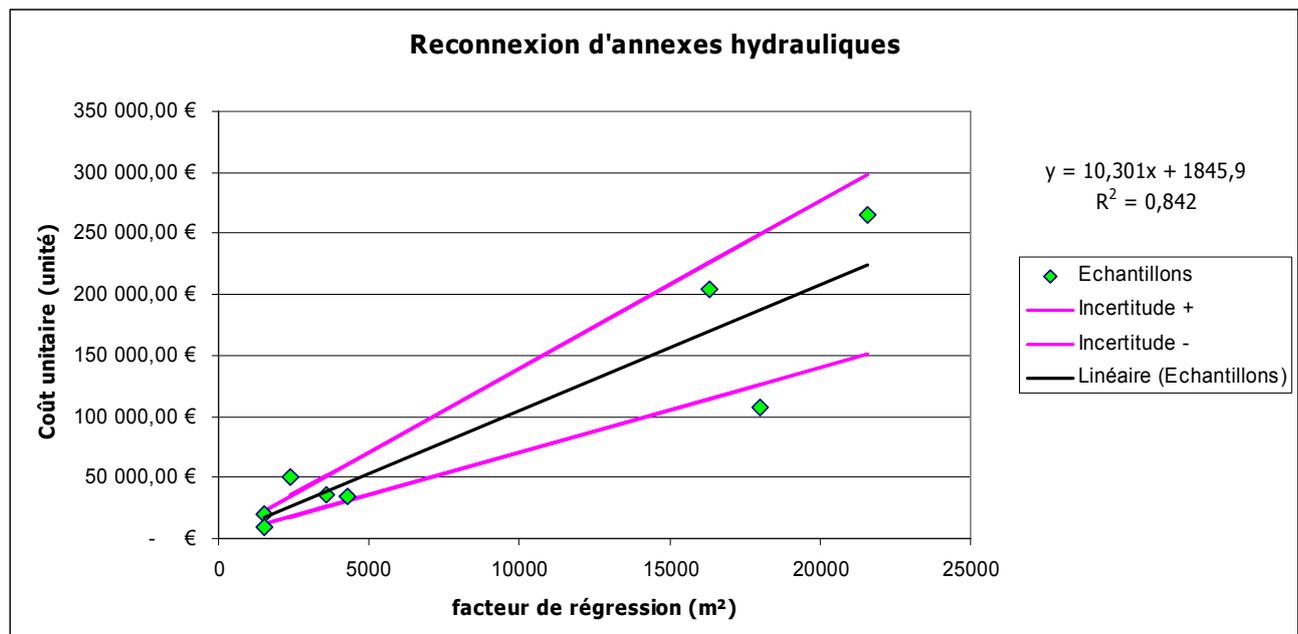
Formule de coût : $C = 10,301 \times \text{Surface Annexe (m}^2\text{)} \times \text{Indice Nature Annexe} + 1850$

Unité : €/unité

Incertitude : $\pm 35\%$

Installation de chantier : 8% [5%-12%]

Travaux préparatoires : 7% [4%-10%]



La formule reprend les données issues des retours d'expérience concernant les actions de reconnexion de bras morts et de restauration de zone humides alluviales, pour donner un coût en fonction de la surface de l'annexe et d'un indice de la nature de cette annexe (bras mort ou zone humide alluviale). Le tableau suivant donne les coefficients associés à l'indice.

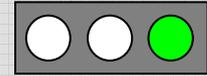
Indice de nature de l'annexe	Valeur numérique
Zone humide alluviale	1
Bras mort	10

Tableau 16 : Tableau des indices de nature d'annexe

3C44 - Restauration du fonctionnement hydromorphologique (Type R2/R3)

3C44-Restauration du fonctionnement hydromorphologique (Type R2/R3)

3C44-Restauration du fonctionnement hydromorphologique (Type R2/R3) :



Cette action consiste en la restauration du fonctionnement hydromorphologique de l'espace de liberté des cours d'eau.

 Dans le cadre de l'outil, les coûts sont basés sur les actions de reméandrage, de dérivation du lit du cours d'eau et de retour du thalweg dans son lit d'origine.

 3C07 – 3C09 – 3C32 – 3C14 - 3A20 - 3C16

Formule de coût : $C = 0,4318 \times (\text{IAltération} \times \text{Largeur (m)} / \text{Pente (\%)}) + 62,825$

Unité : €/ml de cours d'eau

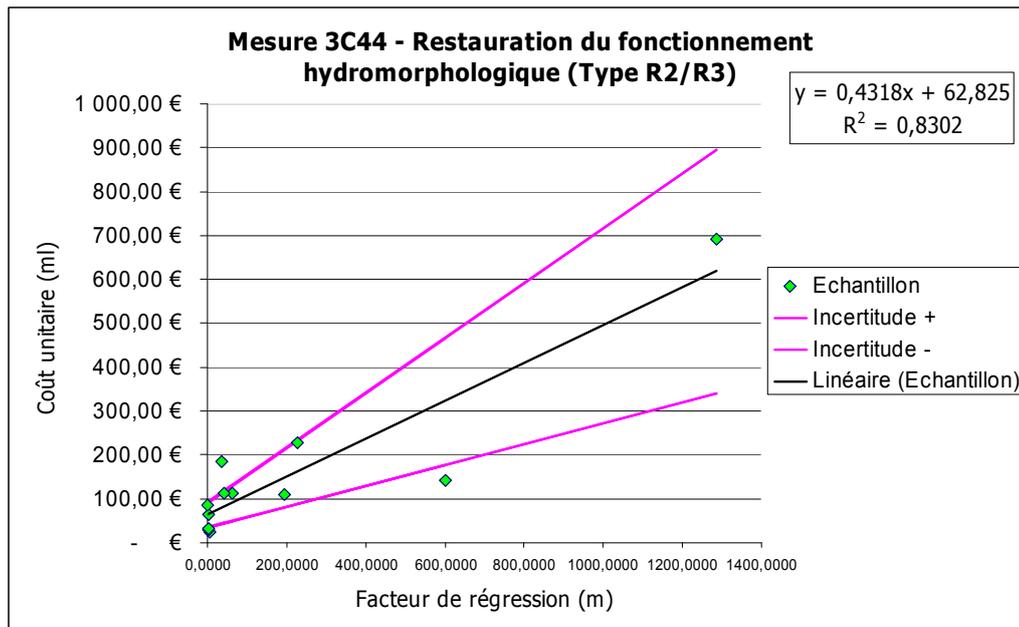
Incertitude : ± 45%

Domaine de validité : Largeur < 15m

Pente ≤ 1,5 %

Installation de chantier : 5% [2%-8%]

Travaux préparatoires : 7% [4%-10%]



Cette formule est basée sur les données issues des retours d'expérience des actions de reméandrage, de dérivation du lit du cours d'eau et de retour du thalweg dans son lit d'origine car elles ont été jugées les plus représentatives de la thématique de restauration de la mesure et réunissaient des données suffisantes.

3C17 - Restauration des berges et/ou de la ripisylve

3C17-Restauration des berges et/ou de la ripisylve :



Cette action comprend la définition et la mise en œuvre de plan pluriannuel d'entretien de la végétation rivulaire. Les techniques de génie végétal peuvent être utilisées pour la restauration des berges bétonnées ou enrochées. En zone agricole elle peut être couplée à des mesures relevant des dispositifs agroenvironnementaux régionaux

 Dans le cadre de l'outil, les coûts sont basés sur les actions d'entretien et de restauration de la ripisylve et de protection de berge en génie végétal.

 3C10 – 3C11 – 3C12 6 3C07 – 3C32 – 3C14 – 3A20 – 3C16 – 3C44

Formule de coût : $C = 4 \times$ Indice Niveau de restauration

Unité : €/m de berge

Incertitude : ± 40%

Installation de chantier : 11% [5%-17%]

Travaux préparatoires : 7% [4%-10%]

Cette formule est élaborée en utilisant les différents coûts linéaires associé à l'entretien, la restauration et l protection des berges. L'indice du niveau de restauration permet d'ajuster le coût unitaire au mètre linéaire par un coefficient multiplicateur comme explicité ci-dessous :

Indice du niveau de restauration de la végétation de berge	Coefficient multiplicateur
Entretien de la végétation de berge	1
Restauration de la végétation de berge	2,75
Protection et restauration de la berge en génie végétal	67,5

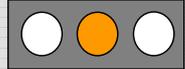
Tableau 17 : Tableau des Indice du niveau de restauration de la végétation de berge

Pour cette formule, un coût moyen des techniques végétales de protection de berge à été déterminé à 267 €/ml (génie végétal + géotextile + retalutage de berge) d'après les données issues des retours d'expérience.

4.2.5 Mesures propres à la thématique des études

Etudes sociologiques

Etudes sociologiques :



On dénombre 3 types d'actions sociologiques :

- **Enquêtes sociologiques qualitatives** : (Enquête ciblées sur les acteurs spécialisés avec passages, préparation et analyse d'entretiens)

Le coût dépend du niveau de perception demandé, de la taille et du ciblage de l'échantillon et donc de la durée de l'étude

Coûts spécifiques : 25 000 €HT pour 10 personnes ou groupes de personnes

70 000 €HT pour 40 personnes ou groupes de personnes

100 000 €HT pour 100 personnes ou groupes de personnes

- **Enquêtes sociologiques quantitatives** : (Etudes larges avec questionnaires pour le public et analyse sociologique globale)

Le coût dépend de la complexité des sujets, de la taille de l'échantillon et donc de la durée de l'étude

Coût spécifique : 600 €HT à 800 €HT par entretien (préparation, entrevue, interprétation)

- **Assistance à Maîtrise d'ouvrage et concertation** dans le cadre de projets précis :

Analyse du contexte et des refus sociologiques à un projet et établissement d'un programme stratégique d'amélioration. Le coût dépend du contexte politique local (opposition au projet) et de la diversité des acteurs concernés

Coûts spécifiques : Ateliers de communication : de 500 à 3000 €HT

Assistance complète: de 5 000 à 100 000 €HT selon le degré d'implication des acteurs

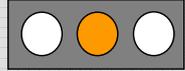


Etude historique – Etude morphodynamique – 3C43 – 3C09

Démarche identique à celle de l'outil local.

Etudes historiques

Etudes historiques :



Le format et le coût de l'étude vont dépendre de l'objectif final et du niveau d'investigation :

- **Etude de l'historique du cours d'eau** (contexte et acteurs) : Historiens qualifiés avec collecte exhaustive de données et recherches aux archives ;
- **Outil d'aide à la concertation** : Collecte de données auprès des acteurs et des établissements locaux.

Coûts spécifiques :

De 5 000€ à 20 000 €HT pour une étude historique classique sur site localisé

De 20 000€ à 100 000 €HT pour une étude historique à l'échelle d'un bassin versant de taille moyenne (500 km²)



Etude sociologique - Etude morphodynamique – 3C43 – 3C09

Démarche identique à celle de l'outil local.

Etudes morphodynamiques

Etudes morphodynamiques :



Etude d'analyse des phénomènes morphodynamiques à l'échelle d'un cours d'eau ou d'un tronçon de cours d'eau et élaboration de propositions de gestion et d'action concernant l'espace de mobilité et de bon fonctionnement, la gestion du transport solide et la restauration écologique.

 Ce type d'étude peut-être utilisée sur des secteurs localisés pour l'évaluation du fonctionnement morphodynamique du cours d'eau et des impacts éventuels d'un aménagement sur ce dernier.

 Ce type d'étude peut intégrer ou être intégré dans les études de stratégie de la restauration biologique ou de gestion du transport solide. Le programme global de restauration de cours d'eau intégrera tous ces types d'études.



Etude sociologique – Etude historique – 3C43 – 3C09 – 3C13 – 3B06- 3C02

Formule de coût : $C = 19,393 \times (1/ \text{Linéaire (km)}) + 2,4275$

Unité : €/ m de linéaire d'étude

Incertitude : ± 35%

Domaine de validité : 500m ≤ linéaire ≤ 100 000m

La formule est la même que pour l'outil local.

5 Intégration des données géographiques

L'outil intègre plusieurs bases de données géographiques afin de permettre à l'opérateur de sélectionner l'entité géographique voulue et d'utiliser les caractéristiques présentes dans la base de données dans le but final de calculer les coûts unitaires des « action types » selon les régressions.

Selon l'échelle de l'outil, local ou bassin, deux types d'entrée sont possibles.

5.1 Intégration des données à l'échelle de l'outil local

A l'échelle locale, le choix des entités géographiques se fait dans le sens **Secteur → Zone hydrographique → Cours d'eau → Tronçon hydrographique**, comme illustré par l'aperçu d'écran de l'application donné ci-dessous :

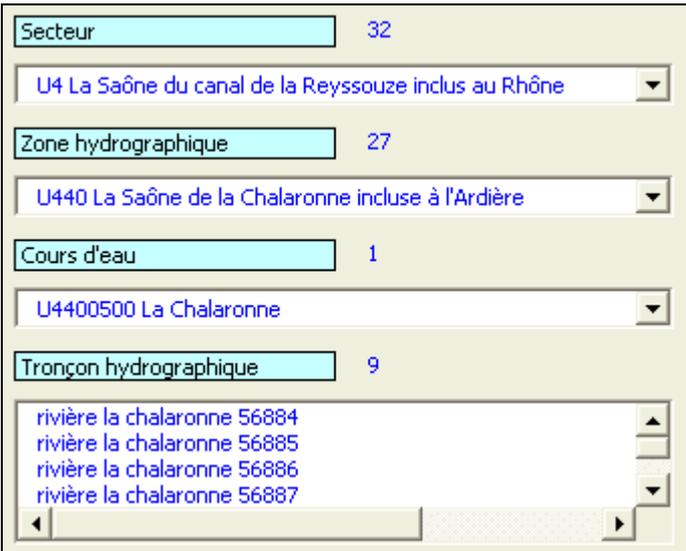
	Table :	Lien entre les tables (nom de la colonne) :
	SECTEUR.xls	Code_Secteur
		↓
	zone_hydrographique.xls	Code_Zone
		↓
	COURS_D_EAU.xls	Code_Hydrographique
		↓
	Troncons_syrah_rmc.xls	CGENELIN

Figure 24 : Schéma du choix des entités géographiques dans l'outil local

L'échelle de travail – soit la définition du coût d'une Action – de l'outil local est le Tronçon, sachant par exemple, pour en situer la taille, que le cours d'eau l'Ain comporte 20 tronçons.

Il est important de préciser que les paramètres physiques utilisés pour le calcul des coûts (tels que pente, largeur, etc.) sont contenus dans la table Tronçons hydrographiques.

L'origine et le traitement apporté aux données sont les suivants :

- **Secteurs, Zones et Cours d'Eau** sont issus de la BDCarthage, accessible sur le site du SANDRE, à l'adresse <http://services.sandre.eaufrance.fr/data/zonage/Hydrographie2010/>

Les données ont été téléchargées au format d'échange du SIG MapInfo (format MIF/MID), en repérage Lambert 2 étendu. Pour chaque entité, la table a été ouverte dans le logiciel MapInfo puis

les données exportées au format texte .TXT, et finalement enregistrée au format Excel. Ce sont ces tables au format .XLS qui sont utilisées par l'outil.

Les tables Secteurs et Zones ne sont pas modifiées par rapport aux données téléchargées. Pour l'affichage de la carte de repérage dans l'outil, la table Cours d'eau s'est vue ajouter 2 colonnes intitulées X_Centroid et Y_Centroid qui sont les coordonnées x et y du centroïde des objets Cours d'eau déterminées avec MapInfo.

- **Tronçons** sont issus de la base de données Syrah du Cemagref

A la date de rédaction de ce rapport (février 2011), **la base Syrah définitive n'était pas disponible**. L'outil local a donc été développé en utilisant l'ancienne base Syrah, format MapInfo MIF/MID, converti en Excel comme les tables précédentes. Les champs de données de cette ancienne version étant insuffisants pour les calculs, nous avons rajouté 3 champs à la table en colonnes 16, 17 et 18, avec respectivement :

- LARGEUR_PB : largeur plein bord en m
- PENTE : pente du fond du lit en %
- PUISSANCE_SPECIFIQUE : puissance spécifique en Watt/m².

Nota : Dans l'outil livré en février 2011, ces 3 colonnes comportent des valeurs aléatoires, ceci n'empêchant toutefois pas calcul des coûts puisque l'utilisateur peut modifier ces paramètres au cas par cas. La base Syrah finale devra par contre comporter ces 3 champs correctement renseignés et bien placés en colonnes 16 à 18.

5.2 Intégration des données à l'échelle de l'outil bassin

Dans l'outil bassin, le référentiel géographique se limite à **Hydro-EcoRégion → Masse d'eau rivière** selon le schéma suivant :

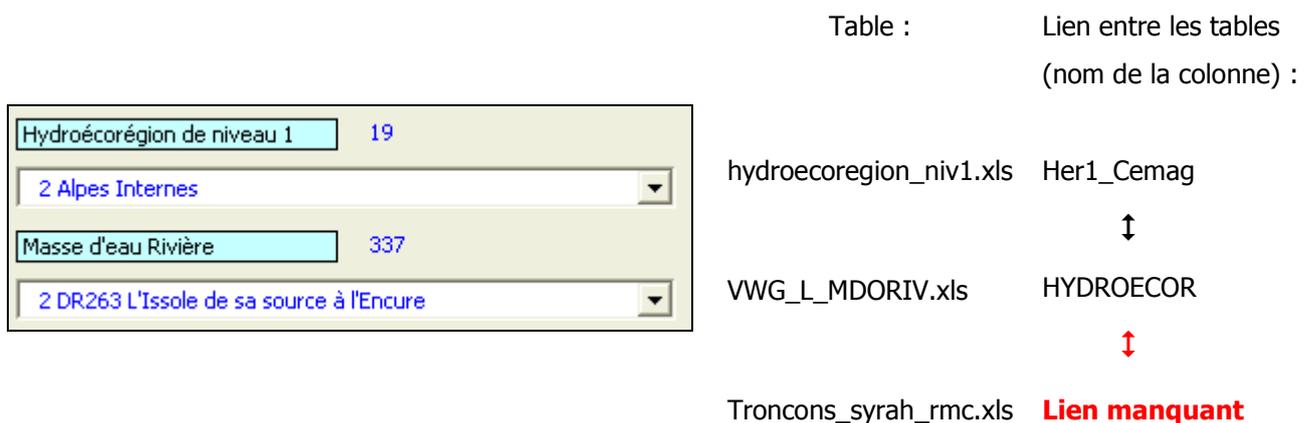


Figure 25 : Schéma du choix des entités géographiques dans l'outil bassin

Par contre, si le choix de l'utilisateur se fait sur ces deux entités géographiques, l'application comporte obligatoirement pour le calcul des coûts, mais de manière masquée cette fois, une table Tronçons hydrographiques. Il est ici essentiel de signaler qu'au stade actuel du développement informatique, **la base Syrah ne comporte pas de champ pouvant être lié à la table Masse d'eau** ; en clair, rien ne permet d'attribuer un tronçon Syrah à une Masse d'eau Rivière. Comme pour la version locale, une colonne temporaire a été ajoutée à l'ancienne base Syrah pour réaliser la programmation informatique, mais l'outil n'est de ce fait pas totalement opérationnel.

L'origine des tables de données est :

- **Hydro-EcoRégions (HER)** téléchargées depuis le site AERMC à l'adresse :
<http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/gestion/dce/telechargements-sdage.php#ref>
- **Masses d'eau rivière** fournies directement par l'AERMC.

Le traitement est identique aux tables de la version locale :

- ajout des deux champs finaux X_Centroid et Y_Centroid avec MapInfo dans la table des Masses d'eau rivière,
- export au format .TXT depuis MapInfo, puis enregistrement au format .XLS
- Prescriptions relatives à la base Syrah définitive

5.3 Prescriptions relatives à la base Syrah définitive

En résumé des deux paragraphes précédents, et afin de rendre opérationnelles les fonctionnalités complètes de l'outil telles que prévues dans le Cahier des Charges, la table Tronçons Syrah devra impérativement comporter dans sa livraison définitive les champs suivants :

- LARGEUR_PB en colonne 16
- PENTE en colonne 17
- PUISSANCE_SPECIFIQUE en colonne 18
- MS_CD (code national de la masse d'eau rivière) en colonne 19.

Précisons que les 2 versions de l'outil – local et bassin – feront appel à la même table Syrah.

6 Conclusion

6.1 Bilan de la fiabilité des formules de coût à l'échelle locale et à l'échelle bassin

Au vu des résultats de l'analyse des données des différents retours d'expérience recueillis auprès des experts des milieux aquatiques et des maîtres d'ouvrages, du travail d'expertise réalisé en interne, et des résultats associés aux régressions associées aux formules de coûts, nous arrivons au bilan suivant concernant la fiabilité des formules de détermination des coûts unitaires.

Caractérisation de la fiabilité des formules de coût	Echelle bassin (formules des mesures)	%	Echelle locale (formule des actions-types)	%
Retour d'expérience suffisant – Fiabilité bonne du calcul de coût unitaire	11	52%	24	49%
Retour d'expérience peu fourni – Fiabilité faible du calcul de coût unitaire	6	29%	18	37%
Retour d'expérience insuffisant – Pas de calcul de coût unitaire pour cette action	4	19%	7	14%
Total	21	100 %	49	100%

Tableau 18 : Bilan de la fiabilité des formules de détermination des coûts unitaires

Ainsi sur un total de 49 actions-types, on obtient des résultats quantifiés relatifs à la détermination des coûts sur 86% d'entres elles ; de même, sur un total de 21 mesures du PDM, on obtient des résultats intéressants sur 81% du total des mesures de restauration.

Bien que chaque résultat soit à prendre avec précaution (cf. §1.2), et que la base de données Syrah ait à être mise en cohérence (cf. 5.3), l'outil peut donc être déclaré comme étant opérationnel et conforme aux attentes initiales de l'Agence de l'Eau. Les résultats obtenus permettent notamment de balayer l'ensemble des coûts divers pouvant être associés aux différentes déclinaisons que peuvent prendre les opérations de restauration hydromorphologique des cours d'eau.

6.2 Bilan global et perspectives sur le fonctionnement de l'outil

Au-delà des avertissements (émis en partie §1.2), et de la nécessaire mise en cohérence avec la base de données Syrah (cf. 5.3), le travail finalisé nous amène à émettre les remarques suivantes :

- Avant de faire l'objet d'une diffusion, l'outil devrait idéalement subir une phase de test auprès de différentes cibles (chargés de mission de l'Agence de l'Eau, chargés de mission de structures de bassins versants, agents de l'ONEMA, etc.) afin de bénéficier d'un retour d'expérience sur plusieurs aspects : architecture de l'outil, fiabilité des formules de calculs, présentation des résultats, convivialité de l'outil, etc. ;
- Plusieurs aspects conduisent à penser qu'il serait judicieux d'établir, à échéance régulière, une version actualisée de l'outil, quelle que soit sa version « locale » ou « bassin » :
 - Les coûts unitaires sont basés sur une actualisation des prix à Juin 2010. L'inflation des prix des travaux publics a été de 3,7 % en moyenne entre 1998 et 2010 (cf. 3.1.3) ; on peut considérer qu'une telle augmentation, si elle se maintient, induit une incidence négligeable pendant 1 à 2 ans sur les coûts estimés, d'autant mieux absorbée que le taux d'aléa retenu est élevé. Cependant, à moyen terme, il sera nécessaire de prévoir une actualisation des coûts unitaires fournis par l'outil ;
 - L'analyse s'est concentrée en très grande partie sur des projets aidés financièrement par l'Agence de l'Eau RM&C, auquel ont été ajoutés quelques projets phares nationaux ou identifiés par d'autres sources ponctuelles. Un temps supplémentaire de recherche et d'analyse lors de la mission aurait permis d'intégrer de nombreux aménagements complémentaires, soit au sein du territoire de l'Agence de l'Eau RM&C pour des projets auto-financés (privés, industriels, fédérations de pêche, EDF, CNR, etc.), soit au sein des autres agences, à partir de leur propre listing d'action aidées financièrement. L'outil et les régressions des coûts unitaires gagneraient en fiabilité si les échantillons d'actions pouvaient être plus fournis ;
 - Depuis quelques années, les expériences et travaux hydromorphologiques se multiplient et sont passés du stade « pilote » et stade « classique ». Les prochains mois et prochaines années vont donc apporter des lots de projets très fournis, dans des contextes et situations toujours plus variés. Il serait donc intéressant d'affiner petit à petit les régressions au fur et à mesure qu'aboutissent de nouveaux projets. Dans un tel cadre, une actualisation semble judicieuse à échéance annuelle.

En conclusion, les points précédents nous amènent à penser que l'outil développé peut constituer une version 0 à Février 2011. Nous recommandons, après mise en cohérence avec les données Syrah définitive, que l'outil soit actualisé à échéance régulière, probablement annuelle, pour intégrer les actions en cours et à venir et élargir le spectre des sources (autres agences, acteurs en auto-financement, etc.).

Bibliographie

- **P.ADAM, N.DEBIAIS, JR.MALAVOI**, 2006, Retour d'expérience d'opérations de restauration de cours d'eau et de leurs annexes, menées sur le bassin RMC, Agence de l'eau RM&C
- **C.FORST**, 2010, Recueil d'expérience sur l'hydromorphologie, ONEMA
- **P.ADAM, N.DEBIAIS, JR.MALAVOI**, 2007, Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau, Biotec – Agence de l'eau Seine Normandie
- **C.Hérivaux, J-D.Rinaudo, S.Nicolaï, A.Biscaut**, 2005, Développement d'un cadre méthodologique pour évaluer le coût d'atteinte du bon état des masses d'eau du bassin Rhin-Meuse, Volume I : Typologie et coût de référence des mesures, BRGM – Agence de l'eau Rhin-Meuse
- **HYDROSPHERE**, 2004, Evaluation du coût de création d'un écosystème fonctionnel en cours d'eau, Conseil Supérieur de la Pêche
- **ARRA**, 2003, Bordereaux de prix unitaires, Association Rivières Rhône-Alpes
- **P.ADAM, N.DEBIAIS, F.GERBER, B.LACHAT**, Le génie végétal, 2008, MEEDAT
- **G.VERNIERS**, 2007, Techniques végétales - Conception, application et recommandations), Direction des Cours d'Eau Non Navigables
- **M.LARINIER**, 2008, Le traversée des buses, des seuils en enrochements et des ouvrages estuariens, CSP-Cemagref
- **B.VOEGTLE, S.PALLO, M.LARINIER**, 2001, Coût des passes à poisons et méthodes constructives, CEMAGREF – CSP - ENSEEIHT
- **B.LACHAT**, 1999, Guide de protection des berges de cours d'eau en technique végétale, DIREN Rhône-Alpes
- **AGENCE DE L'EAU RM&C**, 2008, Références de coûts lors d'achats fonciers agricoles
- **R.POTVIN, R.LAROCHE, D.GARNEAU**, 2005, Aménagement des ponceaux, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Québec
- **D.TOUPIN**, 2005, Ouvrages pour traverser les cours d'eau dans les forêts privées, Québec, Association des propriétaires de boisés de la Beauce.
- **A.MATRINGE**, 2008, Retour d'expérience sur les ouvrages en bois en rivière en Rhône-Alpes, ONF
- **S.BESSON, J.BOUCARD, E.CHAPUT, P.DURLET, V.GODREAU, C.ZAKIN**, 2009, Eléments techniques pour la préservation des ruisseaux – retour d'expérience du programme LIFE, NATURA 2000 – Union européenne

- **WASSON et al.**, 2001, Définitions des Hydro-écorégions françaises – Méthodologie de détermination des conditions de référence, CEMAGREF
- **SOUCHON et al.**, 2008, Système Relationnel d’Audit de l’Hydromorphologie des Cours d’Eau SYRAH CE – Principes et méthodes – Principes et méthodes de la sectorisation hydromorphologique, CEMAGREF
- **SOGREAH**, 2010, Détermination des coûts de référence d’opération de transfert d’eau, Agence de l’Eau RM&C
- **M.COTTET, HPIEGAY, A.HONNEGER**, 2009, Modélisation des préférences esthétiques : vers la prise en compte des perceptions dans les projets de restauration écologique de bras morts, CNRS – Université de Lyon

ANNEXES

ANNEXE I

TABLEAU DES ASSOCIATIONS POSSIBLES

ENTRE LES DIFFÉRENTES MESURES DU

PDM



ASSOCIATION D' ACTIONS OU DE MESURES DANS LE CADRE D'UN PROJET DE RESTAURATION

		Hydrologie				Coninuité biologique				Transport solide				Morphologie habitats				
		3C01	3C03	3B06 - 3C02	3C10	3C11	3C12	3C13	3C07	3C09	3C37	3C32	3C14	3C43	3A20	3C16	3C44	3C17
Hydrologie	3C01	■		■			■						■	■				
	3C03		■				■	■	■	■								
	3B06 - 3C02	■		■			■						■	■				
Coninuité biologique	3C10			■			■	■			■	■		■	■			■
	3C11				■		■							■	■			■
	3C12					■	■											■
	3C13	■	■	■	■	■	■	■	■									
Transport solide	3C07		■		■			■	■		■	■		■	■	■	■	■
	3C09		■				■	■	■	■		■	■			■		
	3C37		■							■					■			
	3C32				■			■	■	■	■	■	■	■	■		■	■
Morphologie habitats	3C14				■			■			■	■	■	■	■	■	■	■
	3C43	■		■	■				■		■	■	■	■				
	3A20	■		■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■		■	■
	3C16				■	■		■		■		■	■		■	■	■	■
	3C44							■	■		■	■		■	■	■	■	■
	3C17				■	■	■		■		■	■		■	■	■	■	■

■ Mesures dont les actions sont potentiellement complémentaires dans le cadre d'un projet de restauration

ANNEXE 2
Liste Préalable des Paramètres
Techniques par Action-Type de
Restauration

Code Mesure	Opérations de restaurations possibles par mesure du PDM	Paramètres prioritaires à l'échelle locale	Paramètres secondaires à l'échelle locale	Paramètres nécessaire à l'échelle bassin
Objectif : Préserver et restaurer une hydrologie fonctionnelle				
3C01	OPTIMISATION OU CONSERVATION DU DEBIT RESERVE	Débit d'étiage – Linéaire de cours d'eau	Fréquence et nature des usages	Débit d'étiage – Linéaire de cours d'eau
	LIMITATION DES PRELEVEMENTS	Débit d'étiage – Linéaire de cours d'eau	Usage et quantité des débits prélevés	Débit d'étiage – Linéaire de cours d'eau
3C02	GESTION DES OUVRAGES	Débit d'étiage – Linéaire de cours d'eau	Fréquence et nature des ouvrages	Débit d'étiage – Linéaire de cours d'eau
	LIMITATION DES PRELEVEMENTS	Débit d'étiage – Linéaire de cours d'eau	Usage et quantité des débits prélevés	Débit d'étiage – Linéaire de cours d'eau
3C03	ARASEMENT D'OUVRAGES	Q2, Largeur Plein Bord, Nombre et hauteur des ouvrages	Pente du cours d'eau, Erodabilité des berges, types d'ouvrages	Q2, Largeur Plein Bord, Nombre d'ouvrages
	SUPPRESSION D'OUVRAGES	Q2, Largeur Plein Bord, Nombre et hauteur des ouvrages	Pente du cours d'eau, Erodabilité des berges, types d'ouvrages	Q2, Largeur Plein Bord, Nombre d'ouvrages
	INSTALLATION D'ORGANES MOBILES	Q2, Largeur Plein Bord, Nombre et hauteur des ouvrages	Pente du cours d'eau, Erodabilité des berges, types d'ouvrages	Q2, Largeur Plein Bord, Nombre d'ouvrages
	RESTAURATION MORPHOLOGIQUE (Cours d'eau à énergie faible)	Q2, Largeur Plein Bord, Nombre et hauteur des ouvrages, Erodabilité des berges	Pente du cours d'eau, types d'ouvrages	Q2, Largeur Plein Bord, Nombre d'ouvrages
3B06	PROGRAMME COHERENT D'OUVERTURE DES OUVRAGES A L'ECHELLE DU BV	Q2, Largeur Plein Bord, Nombre et hauteur des ouvrages	Pente du cours d'eau, types d'ouvrages, Débits de crue	Q2, Largeur Plein Bord, Nombre d'ouvrages

Code Mesure	Opérations de restaurations possibles par mesure du PDM	Paramètres prioritaires à l'échelle locale	Paramètres secondaires à l'échelle locale	Paramètres nécessaire à l'échelle bassin
Objectif : Préserver et restaurer la continuité biologique				
3C10	SUPPRESSION DES OUVRAGES	Q module, Hauteur de l'ouvrage	Type d'ouvrage, Largeur	Q module, Hauteur de l'ouvrage
	REPLACEMENT DES OUVRAGES (Rampes en enrochements)	Q module, Hauteur de l'ouvrage	Type d'ouvrage, Largeur	Q module, Hauteur de l'ouvrage
3C11	PASSE A BASSINS	Hauteur de l'ouvrage, espèce cible, Matériaux	Type d'ouvrage, Largeur, Q module	Hauteur de l'ouvrage, espèce cible, Matériaux
	PASSE A RALENTISSEURS	Hauteur de l'ouvrage, espèce cible, Matériaux	Type d'ouvrage, Largeur, Q module	Hauteur de l'ouvrage, espèce cible, Matériaux
	RIVIERE DE CONTOURNEMENT	Hauteur de l'ouvrage, pente, espèces cible, Q module	Type d'ouvrage, Largeur	Hauteur de l'ouvrage, pente, espèce cible, Q module
	RAMPE EN ENROCHEMENTS	Hauteur de l'ouvrage, pente, espèce cible, Q module	Type d'ouvrage, Largeur	Hauteur de l'ouvrage, pente, espèce cible, Q module
	ASCENSEUR A POISSONS*	Hauteur de l'ouvrage, espèce cible	Type d'ouvrage	Hauteur de l'ouvrage, espèce cible
	PASSE A ANGUILLES*	Hauteur de l'ouvrage, Matériaux		Hauteur de l'ouvrage, Matériaux
3C12	BARRIERES PHYSIQUES	Hauteur de l'ouvrage, espèce cible, Largeur du cours d'eau	Type d'ouvrage	Largeur du cours d'eau, espèce cible
	BARRIERES COMPORTEMENTALES	Largeur du cours d'eau, espèce cible	Type d'ouvrage	Largeur du cours d'eau, espèce cible
3C13	RECENSEMENT ET SECTORISATION DES OBSTACLES PUIS PLAN D'ACTION ADAPTE	Nombres d'obstacles, hauteurs des obstacles, Q module, Largeur	Linéaire de cours d'eau, types d'ouvrages	Nombre d'obstacle, Q module

Code des mesures prioritaires

Code Mesure	Opérations de restaurations possibles par mesure du PDM	Paramètres prioritaires à l'échelle locale	Paramètres secondaires à l'échelle locale	Paramètres nécessaire à l'échelle bassin
Objectif : Gestion et préservation du transit sédimentaire				
Etude	Etude géomorphologique de diagnostic (érosion/dépôt) et plan de gestion du transport solide et du profil en long			
Etude	Assistance à maîtrise d'ouvrage pour gestion concertée du transport solide et du profil en long			
3C07	SUPPRESSION DE L'OUVRAGE	Q2, Hauteur de l'ouvrage, pente	Artificialisation, Largeur PB, Transport solide, Erodabilité des berges	Q2, Hauteur de l'ouvrage
	ABAISSMENT DE L'OUVRAGE	Q2, Hauteur de l'ouvrage, pente	Artificialisation, Largeur PB, Transport solide, Erodabilité des berges	Q2, Hauteur de l'ouvrage
	INSTALLATION D'UN ORGANE MOBILE	Q2, transport solide, Largeur PB, Largeur ouvrage	Artificialisation, Hauteur, pente, Erodabilité des berges	Q2, Largeur de l'ouvrage
	PASSE A GRAVIERE	Q2, transport solide, Largeur PB, Largeur ouvrage	Artificialisation, Hauteur, pente, Erodabilité des berges	Q2, Largeur de l'ouvrage
3C09	PLAN DE GESTION ET PROTOCOLE D'OUVERTURE ET DE VIDANGE DES OUVRAGES A L'ECHELLE D'UN SECTEUR HYDROGRAPHIQUE	Q2, Nombre d'ouvrages	Hauteur et types d'ouvrages, débits de crue, volume des retenues (pente)	Q2, Nombre d'ouvrages
3C37	DESSABLEUR	Transport solide, Q2	Largeur PB, Occupation du sol	Transport solide, Q2
	ZONE TAMPON	Occupation du sol BV, surface zone tampon	Hauteur de berge, distance au lit mineur	Occupation du sol BV, surface zone tampon
	ZONE DE RALENTISSEMENT	Transport solide, Q2	Largeur PB, Occupation du sol	Transport solide, Q2

Code Mesure	Opérations de restaurations possibles par mesure du PDM	Paramètres prioritaires à l'échelle locale	Paramètres secondaires à l'échelle locale	Paramètres nécessaire à l'échelle bassin
3C32	TRAITEMENT DES ATTERISSEMENTS	Transport solide, Q2, Linéaire de cours d'eau	Largeur PB	Transport solide, Q2
	RECHARGE EN GRANULATS	Matériaux, Q2, Volume matériaux	Largeur PB, Linéaire de cours d'eau	Matériaux, Volume
	ENLEVEMENT DES ATTERISSEMENTS	Transport solide, Largeur PB	Q2, Linéaire de cours d'eau	Transport solide, Largeur PB
	CURAGE	Transport solide, Largeur PB	Q2, Linéaire de cours d'eau	Transport solide, Largeur PB
	TRANSFERT DES SEDIMENTS	Distance du transfert, volume de matériaux	Largeur PB, Q2, Transport solide	Distance du transfert, volume de matériaux
	EPIS ENGRAISSEURS	Transport solide, Largeur PB, Q2	Linéaire de cours d'eau	Q2, Largeur PB
	SEUIL DE STABILISATION	Transport solide, Largeur PB, Q2	Linéaire de cours d'eau	Q2, Largeur PB
Objectif : Préserver ou restaurer les habitats aquatiques				
3C14	SEUIL DE FOND	Largeur, Q module	Q étiage, artificialisation du cours d'eau	Largeur, Q module
	EPIS DE DIVERSIFICATION	Largeur, Q module	Q étiage, artificialisation du cours d'eau	Largeur, Q module
	RISBERMES/BANQUETTES/REMODELAGE	Largeur PB, Q module	Q étiage, artificialisation du cours d'eau	Largeur, Q module
	LIT D'ETIAGE	Largeur, Q étiage	Q module, artificialisation du cours d'eau	Largeur, Q étiage
	CREATION DE CACHES	Espèce cible, Nature des berges	Q module, Largeur, Artificialisation du cours d'eau	Espèce cible, Nature des berges
	CREATION DE FRAYERES	Espèce cibles, Matériaux	Q module, Q2, granulométrie	Espèce cibles, Matériaux

Objectif : Préserver ou restaurer la morphologie des cours d'eau

3C43	ANALYSE DES ENJEUX ET PROGRAMME DE RESTAURATION ADAPTE	Linéaire de Cours d'eau, artificialisation du cours d'eau	IBGN, IP, IBD, Origine du dysfonctionnement	Linéaire de Cours d'eau, artificialisation du cours d'eau
3A20	ENLEVEMENT ENCOMBRANTS	Largeur de l'ouvrage, volume encombrant	Type d'ouvrage	Largeur de l'ouvrage, volume encombrant
	TRAITEMENT DE LA VEGETATION	Densité/Nature de la végétation, superficie à traiter	Type d'ouvrage, Largeur du cours d'eau	Nature de la végétation, superficie à traiter
	CURAGE DE MATERIAUX	Volume de matériaux	Type d'ouvrage ; Largeur du cours d'eau	Volume de matériaux
	RESTAURATION DE L'OUVRAGE	Etat de délabrement, Largeur du cours d'eau	Type d'ouvrage	Etat de délabrement, Largeur du cours d'eau
3C16	SUPPRESSION DE DIGUES OU MERLONS	Hauteur de digue, Q2, Volume matériaux	Artificialisation du cours d'eau, Débits de crue, pente, type d'annexe hydraulique	Hauteur de digue, Q2
	SUPPRESSION DE PROTECTION DE BERGE	Type de protection, Q2	Artificialisation du cours d'eau, Débits de crue, pente, type d'annexe hydraulique	Type de protection, Q2
	RECONNEXION DE BRAS MORT	Hauteur et nature de berge au niveau du bouchon, Q2, Volume matériaux	Artificialisation du cours d'eau, Débits de crue, pente, type d'annexe hydraulique	Hauteur et nature de berge au niveau du bouchon, Q2
	RESTAURATION PROFIL EN LONG	Pente, Hauteur de berge	Artificialisation du cours d'eau, Débits de crue, Q2, type d'annexe hydraulique	Pente, Hauteur de berge
	RESTAURATION ZONE HUMIDE ALLUVIALE	Superficie de la ZH	Nature de la ZH, Q2, Artificialisation du cours d'eau	Superficie de la ZH

3C44	SUPPRESSION DERIVATION D'ETANG SUR COURS D'EAU	Puissance spécifique (pente, Q2, Largeur PB), Linéaire, Transport solide, Artificialisation du cours d'eau	Espèce cible, style fluviale, Erodabilité des berges	Linéaire, puissance spécifique
	SUPPRESSION CONTRAINTES LATERALES	Puissance spécifique, Linéaire, artificialisation du cours d'eau	Nature de la contraintes, Erodabilité des berges, style fluvial	Puissance spécifique, Linéaire, artificialisation du cours d'eau
	REMEANDRAGE	Puissance spécifique, Linéaire, artificialisation du cours d'eau	Erodabilité des berges, Transport solide, espèce cible, style fluvial	Puissance spécifique, Linéaire, artificialisation du cours d'eau
	RETOUR DANS THALWEG D'ORIGINE	Puissance spécifique, Linéaire, artificialisation du cours d'eau	Erodabilité des berges, Transport solide, Etat de comblement du thalweg d'origine, espèce cible, style fluvial	Puissance spécifique, Linéaire, artificialisation du cours d'eau
	REMISE A CIEL OUVERT	Puissance spécifique, Linéaire, artificialisation du cours d'eau, espèce cible	Erodabilité des berges, style fluviale, condition d'éclairement	Artificialisation du cours d'eau, Linéaire, espèce cible
3C17	ENTRETIEN ET PRESERVATION DES BERGES	Linéaire de berge, Nature de la ripisylve, Hauteur de berge	Q module, Largeur PB, Artificialisation du cours d'eau	Linéaire de berge, Nature de la ripisylve
	RETALUTAGE	Linéaire de berge, Hauteur de berge, Largeur PB	Artificialisation du cours d'eau, Q module	Linéaire de berge, Hauteur de berge, Largeur PB
	GENIE VEGETAL – RECOUVREMENT	Linéaire de berge, Hauteur de berge, Nature de la ripisylve	Artificialisation du cours d'eau, Q module	Linéaire de berge, Hauteur de berge, Nature de la ripisylve
	GENIE VEGETAL – PROTECTION DE BERGE	Linéaire de berge, Force d'arrachement (force tractrice)	Artificialisation du cours d'eau, Q module	Linéaire de berge, Force d'arrachement (force tractrice)

Code des mesures prioritaires

ANNEXE 3

INFORMATION TRANSMISE AUX

ASSOCIATIONS RIVIÈRE RÉGIONALES

(EX POUR PACA)

Bonjour,

Depuis la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) et maintenant le nouveau SDAGE et son programme de mesures, les acteurs de l'eau manquent d'outils technico-économiques pour définir les stratégies locales sur l'hydromorphologie. C'est pourquoi l'Agence de l'Eau RM&C souhaite disposer pour son usage interne et pour les porteurs de projets locaux d'un « outil informatique convivial et assez simple d'utilisation pour dimensionner des coûts des scénarii de restauration ».

Il s'agira par exemple de pouvoir chiffrer, aux incertitudes près, le coût d'une passe à poissons en fonction de son type (bassins successifs, rivière de contournement, etc.), des matériaux utilisés (béton, blocs, bois, etc.), de la hauteur de l'ouvrage ou de l'espèce piscicole cible. On pourra également chiffrer des actions de restauration de l'espace fonctionnel d'un cours d'eau selon si celui-ci est obtenu par reconnexion d'annexes hydrauliques, suppression des contraintes latérales, modification de la géométrie du lit, etc.

Il est important de noter que l'outil n'aura pas vocation à identifier les travaux nécessaires pour atteindre le bon état au sens de la DCE. L'utilisateur pourra, sur la base d'un scénario d'aménagement qu'il aura lui-même prédéfini, chiffrer le coût des actions. Il pourra ainsi comparer le coût de différents scénarii pour orienter le choix des techniques et moyens les plus adaptés. Il pourra aussi combiner plusieurs types de mesures, et les cumuler par masses d'eau ou par bassin pour chiffrer des stratégies à grande échelle.

Le Bureau d'Etudes BURGEAP a été missionné pour ce travail qui consiste, par étapes, à définir une typologie des aménagements, à identifier les paramètres qui influent sur le chiffrage, puis à tenter de déterminer des coûts unitaires à partir des réalisations en RM&C de ces 10 dernières années. Les résultats ne sont pas garantis car la restauration hydromorphologique est une science complexe qui dépend beaucoup du cas par cas ; ils seront d'autant plus précis que les échantillons par types de mesures seront bien fournis, que les prix collectés seront bien décomposés et que les coûts connexes seront identifiés (déplacement de réseau, modalités foncières, etc.). Au final, il est prévu de développer une interface d'utilisation de l'outil. A noter que la base de données hydromorphologique qui alimentera l'outil proviendra de la BD Carthage et des derniers travaux du SYRAH (ONEMA-CEMAGREF).

Il nous a semblé utile (Le RRGMA et les réseaux d'acteurs régionaux du bassin Rhône Méditerranée) d'informer en amont les gestionnaires de cours d'eau à travers le RRGMA puisque ceux-ci seront des utilisateurs potentiels de l'outil et que leurs structures ont porté des projets qui peuvent venir alimenter la base de données.

Afin de limiter les sollicitations, la démarche suivante a été retenue :

1. Extraction des projets de restauration hydromorphologique financés par l'Agence de l'Eau depuis 2000 et sélection de projets pouvant alimenter l'outil. Ce travail a été réalisé en juillet 2010 et se termine ces jours-ci;
2. Enquêtes courrier/téléphone auprès des maîtres d'ouvrage sélectionnés auxquels il serait

demandé, pour limiter le travail des chargés de mission / techniciens de rivière, de fournir les pièces technico-économiques du marché de travaux (CCTP, DQE, BPU) ou de répondre à un petit questionnaire en l'absence de ces pièces. Ces enquêtes seront menées en août et septembre 2010 ; elle pourront porter vers d'autres maîtres d'ouvrages (AAPPMA, Fédérations Pêche, conservatoires des espaces naturels, etc.) dont les projets n'auraient pas été financés par l'Agence.

Ultérieurement, l'outil aura vocation à être présenté et diffusé, par exemple dans le cadre d'une conférence spécifique ou d'une journée technique.

Nous comptons sur votre participation dans la mesure du possible et nous vous remercions de réserver le meilleur accueil aux chargés d'étude afin que ce travail aboutisse à un outil profitable pour tous.

Contacts BURGEAP

Frédéric LAVAL (04 76 00 75 53 - f.laval@burgeap.fr) et Thomas LAMBERET (04 37 91 25 06 - t.lamberet@burgeap.fr)

Cordialement.



Nicolas METSU

Animateur du Réseau Régional des Gestionnaires de Milieux Aquatiques (RRGMA)
Unité Assainissement & Milieux Aquatiques
Parc de la Duranne - 240 rue Léon Foucault - BP 432 000
13591 AIX-en-PROVENCE cedex 03
Tél. : 04.42.90.90.53 - Fax : 04.42.90.90.93
www.arpe-paca.org - www.rrgma-paca.org

ANNEXE 4
LISTING DES OPÉRATIONS DE
RESTAURATION RECENSÉES DANS LE
CADRE DE LA RECHERCHE
DOCUMENTAIRE

(Cf. Carnet joint)

ANNEXE 5
LISTE DES MAÎTRES D'OUVRAGE
CONTACTÉS DANS LE CADRE DE L'ÉTUDE

Liste des Organismes/ Maîtres d'ouvrages contacté dans le cadre de la présente étude

Légende

Opération de restauration HORS RMC

Cours d'eau de référence

Organisme/Maître d'ouvrage apparaissant à de
multiples reprises mais recensé une fois

X Etape validée

X Etape n'ayant pas pu aboutir

En rouge : Nom de la personne contactée dans le cadre du
transfert de données

HYDROLOGIE FONCTIONNELLE

N°	N° Ordre de Traitement	Intitulé opération	Mesure du PdM concernée	Mesure du PdM complémentaire	Cours d'eau	Action de restauration	Organisme - MO	Contact	Coordonnées	Contact	Réception des Données	Traité
1	13	Reconstitution des écoulements de surface de deux affluent temporaires de la Clauge amont [Restauration légère du lit mineur - bouchage de drain (pour permettre le retour à une hydrologie fonctionnelle)]	3C03		Clauge	Restauration physique	Office National des forêts	Vincent Pereira Vincent Auget	vincent.pereira@onf.fr vincent.auget@onf.fr 0381657813	X	X	X
2		Synthèse de l'état des lieux initial du milieu sur le Doubs Franco-Suisse dans le cadre de l'optimisation des débits	3C02		Doubs	Etude	LA FRANCO SUISSE ET GORGES DU DOUBS	Christian Triboulet	Appma goumois Mr christian triboulet 03 81 98 48 50 1 rue de la Côte 25470 Charmavillers (0)6 79 68 62 36 christian.triboulet@neuf.fr patmalavaux@gmail.com	X	X	X
3	18	Etude de définition d'un plan de gestion des ouvrages hydrauliques du bassin de l'Ouche	3B06	3C09 - 3C03	Ouche	Plan de gestion - Programme	SYND MIXTE D'ETUDE ET D'AMENAG BASSIN DE L'OUCHÉ ET AFFLUENTS	Romain Garraud	smeaboa-dijon@wanadoo.fr fixe : 03 80 67 45 17 06.34.66.58.44 40 Avenue du Drapeau 21000 - Dijon	X	X	X
4	11	Etude de l'optimisation de la gestion des régimes de débits (action B4-2 B4-6 du contrat Vercors Eau Pure)	3C02	3C03	Vercors	Plan de gestion	SYND MIXTE PARC NATUREL REGIONAL VERCORS	Bertrand Joly	Chemin des fusillés - 38250 - Lans en Vercors - France Téléphone : 0476943826	X	X	X
5	39	RCC de Belley : augmentation du débit réservé.	3C02		Rhône	Plan de gestion	COMPAGNIE NATIONALE DU RHONE CNR	Eric Doutriaux	Compagnie nationale du Rhône 2, rue André Bonin 69316 Lyon Cedex 04 Tél : 04 72 00 69 69 E.Doutriaux@cnr.tm.fr	X		
4		Total								4	3	3

CONTINUITE BIOLOGIQUE

N°	N° Ordre de Traitement	Intitulé opération	Date	Mesure du PdM concernée	Mesures complémentaires PdM	Cours d'eau	Action de restauration	Organisme - MO	Contact	Coordonnées	Précisions	Contact	Données	Classé	
1	26	Effacement du seuil de Stalapos sur l'Alagnon (Hors RMC)	juin-08	3C10	3C07 - 3C17 - Etude	Alagnon	Suppression Ouvrage pour la continuité sédimentaire et piscicole - Plantation Etude préalable	SIGAL Syndicat Intercommunal de Gestion de l'Alagnon et de ses affluents	Guillaume Ponsonaille	SIGAL47, rue Jean Lépine - 15500 Massiac alagnon@wanadoo.fr 04 71 23 07 11		X	X	X	
2	8	Arasement du seuil de Sainte Marie sur Roanne (Hors RMC)	août-09	3C10	3C07- 3C17 - Etude	Roanne	Abaissment de l'ouvrage Restauration génie végétal Etude Préalable	9 co-proprétaire de seuils ONEMA SD Corrèze	Benoît Widiaux	sd19@onema.fr benoit widiaux délégation agence loire bretagne benoit.widiaux@eau-adour-garonne.fr		X	X	X	
3	5	Arasement d'un seuil sur la Corrèze au sein de l'agglomération de Tulle (Hors RMC)	juin-08	3C10	3C07	Corrèze	Abaissment de l'ouvrage Restauration génie végétal Etude Préalable	Communauté de communes Tulle et Cœur de Corrèze	Anne Cholet	Communauté de communes Tulle et Cœur de Corrèze anne.chollet@cc-tullecorreze.fr Tél. 05 55 20 75 00		X	X	X	
4	15	Confortement et requalification du lit et des berges sur la Cance (07) en milieu urbain par mise en place d'une rampe en blocs et végétalisation des berges		3C10	3C07 - 3C17	Cance	Remplacement par rampe en enrochements	Syndicat des 3 rivières	Guillaume Dufaud	www.3rivieres.fr g.dufaud@3rivieres.fr 04.75.67.66.75		X	X	X	
5	6	Effacement du barrage-clapet sur la Touques à Lisieux (Hors RMC)	juin-07	3C10	3C10 - Etude	Touques	Suppression Ouvrage pour la continuité sédimentaire et piscicole Etude	Commune de Lisieux	Yannick Lefèvre 02 31 31 63 36	Commune de Lisieux 21 rue Henry-Chéron - 14100 Lisieux ylefevre@ville-lisieux.fr Tél. 02.31.48.40.40		X	X	X	
6		Arasement d'un seuil industriel sur le Rhins (Hors RMC)	juin-07	3C10		Rhins	Suppression d'ouvrage	Commune de Régnv	Jean-Charles Drevet	Contrat de rivière Rhins - Trambouze COPLER 42740 Saint-Symphorien-de-Lay jc.drevet@copler.fr 04.74.89.59.07		X			
7		Réalisation d'une passe à anguilles sur le barrage de la Mescla, sur le Var		3C10		Var	Passe à anguille	ELECTRICITE DE FRANCE UNITE PRODUCTION MEDITERRANEE	Pierre gerente	EDF - Unité Production Méditerranée 10 avenue Viton Bâtiment Le Goéland 13482 Marseille Cedex 20 04.88.56.69.28 (Contact Presse)	Conditions de diffusion en attente	X			
8	30	Aménagement d'un seuil infranchissable par installation d'une passe à poissons en bois sur le Lignon		3C11		Lignon	Passe à bassins	Syndicat Mixte du bassin versant du Lignon	Xavier De Villèle	syndicat.riviere.lignon@syndicat-environnement.com 04 77 58 46 86		X	X	X	
9	37	Franchissement du seuil de la compote		3C11		Chéran	Passe à poissons		Sandrine Roque sroque@si-cheran.com	Contrat de Rivière du Chéran Tél : 04.50.68.26.11 Mairie, 4 rue Etroite, 74540 Alby-sur-Chéran		X	X	X	
10	43	Réalisation d'une passe à poissons sur le Guiers à St Genis (pont de St-genxi)	2010	3C11		Guiers	Passe à poissons	DEP DE LA SAVOIE CONSEIL GENERAL dgirard.siaga@wanadoo.fr (SIAGA)	ves.matthieu@cg73.fr 04 79 44 50 70	Conseil général de la Savoie Hôtel du Département Château des Ducs de Savoie BP 1802 73018 Chambéry 04.79.96.73.73		X	X	X	
11	14	Restaurer la libre circulation piscicole au niveau du seuil sous la voie SNCF de Marignier	2011	3C10		Giffre	Rampe en enrochements	Contrat de rivière Giffre et Risse SIVOM Giffre	Emmanuel RENOUE	Groupe SYNDICAT INTERCOMMUNAL A VOCATIONS MULTIPLES AVENUE DES THEZERES 74440 TANGINGES duplan.giffre@orange.fr 04 50 47 62 02		X	X	X	
12	2	Passe à poissons Rivière Drome à Livron	2008	3C11		Drôme	Passe à poissons	COMPAGNIE NATIONALE DU RHONE CNR	Marc Zyberblat	Compagnie nationale du Rhône 2, rue André Bonin 69316 Lyon Cedex 04 Tél : 04 72 00 69 69		X	X	X	
13	4	Equipement d'une passe à poisson sur le barrage de Quingey	2009	3C11		Loue	Rivière de contournement	SYND MIXTE DE LA LOUE	Marianne Georget	smix.loue@wanadoo.fr Syndicat mixte de la Loue - 8 rue du chalet d'Arguel - 25720 PUGEY - Tél. 03 81 52 38 33		X	X	X	
14	21	Travaux de mise en place d'un dispositif de franchissement piscicole sur le seuil du lieu-dit 'la Perroliere' a Sain Bel(69).	2010	3C11		Brévenne	rivière de contournement	Syndicat de Rivières Brévenne-Turdine (Syribt)	marianne Georget marianne.georget@espace-s-naturels.fr	Syndicat de Rivières Brévenne-Turdine (Syribt). 117 rue Pierre Passemard - bp41, 69592 L'Arbresle Cedex, tél. : 04 74 01 68 82 m.barbe@cc-pays-arbresle.fr		X	X	X	
15		Réalisation d'une passe à poissons à Bons en Chablais sur le ruisseau du Coudray à Brens	2008	3C11		Ruisseau du Coudray	Passe à poissons	SIVU AMENAGEMENT FORON CHABLAIS GENEVOIS	Monsieur Deljoux	74240 GAILLARD Tél : 04.50.39.76.30 sifor 04,50,87,13,48 sifor@wanadoo.fr		X			
16		Rivière de contournement		3C11		Thiers	Rivière de contournement	Fédération de pêche 73	M.Vallat	04 79 85 89 36 m.vallat@savoiepeche.com		X			
17	38	Aménagement piscicoles des seuils	1009	3C11		Yzeron	PAP	SAGYRC	P.Lehmann	04 37 22 11 55 p.lehmann.yzeron@wanadoo.fr		X	X	X	
16											Total		16	13	13

TRANSPORT SOLIDE

N°	N° Ordre de Traitement	Intitulé opération	Date	Mesure du PdM concernée	Mesure complémentaire PdM	Cours d'eau	Action des restauration	Organisme - MO	Contact	Coordonnées	Précision	Contact	Données	Classé
1		Effacement du seuil de la Blancherie sur l'Azergues à Chambost-Allières	2010	3C07	3C10	Azergue	Effacement de Seuil	COMMUNAUTE DE COMMUNES DE LA HAUTE VALLEE D'AZERGUES	Mr. Goudard	Communauté de Communes de la Haute Vallée d'Azergues Maison des syndicats Route départementale 485 69870 LAMURE SUR AZERGUES Tél : 04 74 03 14 33	Pas de données disponibles avant 2011	X		
2		Mise en place d'un protocole d'ouverture coordonnée des ouvrages sur le bassin de la Sèvre Nantaise (Hors RMC)		3C09	3C03 - Etude	Sèvre nantaise	Plan de gestion et protocole d'ouverture des ouvrages	Syndicat de la Sèvre en amont de Cerizay	François CAILLEAUD	www.sevre-nantaise.com tél: 02 51 07 02 13		X		
3	19	Préservation du profil en long sur l'Arve contre l'incision	2002	3C32		Arve	Seuil de stabilisation	SM3A	Hervé FAUVAIN hfauvain@sm3a.com	sm3a@riviere-arve.org Tél. : 04 50 25 60 14		X	X	X
4	7	recharge sédimentaire de la rivière Ain	2007	3C31		Ain	Recharge en granulats	SIVU BASSIN VERSANT BASSE VALLEE DE L' AIN - CREN - SIABVA (Albarine)	Elisabeth Favre (CREN = maître d'ouvrage)	37 Route Loyettes 01150 Blyes Tél. : 04 74 61 98 21 info@bassevalleedelain.com		X	X	X
5	25	recharge sédimentaire de la rivière Ain	2008	3C32		Ain	Recharge en granulats	SIVU BASSIN VERSANT BASSE VALLEE DE L' AIN - CREN - SIABVA (Albarine)	Céline Thiocipé -	38 Route Loyettes 01150 Blyes info@bassevalleedelain.com CREN 04 74 34 37 36		X	X	X
6	34	Restauration du matelas alluvial de la Clouère par recharge granulométrique (-HORS RMC)	juin-08	3C32	3C17 - 3C44	La clouère	Recharge en granulats Retalutage de berge Reméandrage	Syndicat intercommunal du Val de Clouère	Nicolas Hutin (technicien de rivière) MR.Joussemet (fédéré de pêche 86)	Syndicat intercommunal d'aménagement du Val de clouère 58 rue Principale 86160 Saint-Maurice-La-Clouère siadualdeclouere@wanadoo.fr contact@peche86.fr - 05 49 18 25 48		X	X	X
7		Etude morphodynamique et gestion du transport solide sur le bassin versant de la Galaure	2008	3C43	Etude	Galaure	Plan de gestion hydromorphologique	SYNDICAT INTERDEPARTEMENTAL BASSIN DE LA GALAURE	Marie Alix Allemand	Syndicat Intercommunal du bassin de la Galaure 6 rue Bocon de la Merlière 26330 'CHATEAUNEUF DE GALAURE 04 75 68 71 25 contratriviere.siba@orange.fr		X		
8		Etude hydromorphologique transport gestion sédiments Cèze-MT	2007	3C43	Etude	Cèze	Plan de gestion hydromorphologique	SYND MIXTE D'AMENAGEMENT DU BASSIN VERSANT DE LA CEZE	Mr.Guillaume-jguillaume@abceze.fr	Syndicat Mixte AB CEZE 2 chemin des maraichers 30500 SAINT AMBROIX Tél : 04 66 25 32 22		X		
9	27	Etude hydraulique et géomorphologique - secteur Pont du Bochet	2009	3C43	Etude	Arc	Plan de gestion hydromorphologique	SYNDICAT DU PAYS DE MAURIENNE	Maud Salin	Syndicat du Pays de Maurienne Centre d'Affaire et de Ressource Bât. B - 1er étage - Avenue d'Italie BP 82 - 73303 St Jean de Maurienne Cedex Tél. 04.79.64.12.48 riviere@maurienne.fr		X	X	X
10	41	CR Veyle : Complément à l'étude sur le devenir des ouvrages hydrauliques sur la Veyle	2008	3C09	Etude	Veyle		SYNDICAT MIXTE VEYLE VIVANTE	Juien Corget	SMVV - 77, route de Mâcon - 01540 Vonnas Tél. : 04 74 50 26 66 jcorget@veyle-vivante.com		X	X	X
11		Etablissement d'un programme pluriannuel de gestion des alluvions du bassin versant de l'Azergues	2008	Etude		Azergue	AMO Transport solide	SYNDICAT MIXTE RÉAMENAGEMENT PLAINE DES CHERES AZERGUES	Mr. Gadiolet	CONTRAT DE RIVIERE AZERGUES 42 rue de la Mairie 69 480 AMBERIEUX D'AZERGUES tel : 04.74.67.06.19		X		
12		Démantèlement du barrage de Trente Pas sur la Bléone	2010	3C07	3C10	Bléone	Suppression ouvrage	ELECTRICITE DE FRANCE UNITE PRODUCTION MEDITERRANEE	Hote Alain	04,92,70,68,32 alain.hote@edf.fr	Confirmation délégation de Marseille	X		
13	19	Gestion des atterrissements sur l'Arve par le SM3A	2007	Etude	3C32	Arve	AMO Plan de gestion Traitement des Atterrissements	SM3A, Syndicat d'Aménagement de l'Arve et de ses Abords	Hervé FAUVAIN hfauvain@sm3a.com	sm3a@riviere-arve.org		X	X	X
14	11	Etude géomorphologique et gestion du transport solide sur les bassins versants Bourne, Lyonne, Vernaison, Furon	2009	Etude		Bourne, Lyonne, Furon	AMO Plan de gestion Traitement des Atterrissements	SYND MIXTE PARC NATUREL REGIONAL VERCORS	Bertrand Joly	Chemin des fusillés - 38250 - Lans en Vercors - France Téléphone : 0476943826		X	X	X
15		Création plage de dépôts en amont du hameau de la Gorge (crues des 22 et 23/08/2005)	2005	3C37		Vorz	Plage de dépôt	Comunne de de Sainte Agnes		Mairie de Sainte-Agnès La Ville 38190 SAINTE AGNES - 04 76 71 48 85		X		
16	33	Transport solide - Barrage des Ricoux Drac		3c32		Drac	Transport de sédiments	Cle Drac amont	Bertrand Breilh	Communaute Locale de l' Eau du Drac Amont (CLEDA) Place Waldems 05500 SAINT-BONNET-EN-CHAMPSAUR 04 92 24 02 05 cle-drac-amont@wanadoo.fr	Données non exploitables	X	X	
Total											13	6	5	

MORPHOLOGIE ET HABITATS

N°	N° Ordre de Traitement	Intitulé opération	Mesure du PdM concernée	Mesure du PdM Complémentaire	Date	Cours d'eau	Actions de restauration	Organisme - MO	Contact	Coordonnées	Précision	Contact	Données	Classé
1	40	Réhabilitation d'un vannage sur le ruisseau de Mansevillers à Mélisey	3A20		2008	Ruisseau Mansevillers	Restauration ouvrage	SYND INTERCOM AMENAG HAUTE VALLEE OGNON	Sébastien canault	S.I.A.H.V.O. (Syndicat Intercommunal Aménagement Haute Vallée Ognon) 03 84 30 14 97 siahvo@orange.fr		X	X	X
2		Restauration de la Bienne à Chassal	3C14	3C32	juin-02	Bienne	Banquettes Epis Seuil	Parc Naturel Régional du Haut Jura	MM. Bruneel et Ecoiffier	03.84.34.12.30 ch.bruneel@parc-haut-jura.fr		X		
3	28	Aménagement d'une chenal d'étiage sinueux sur l'ange (régie)	3C14			Lange	Lit d'étiage	Syndicat intercommunal à vocation unique Lange-Oignin	Cyril Fréguelin	SIVU Lange-Oignin 57 rue René Nicod - BP 809 01108 Oyonnax cedex c.freguelin@haut-bugey.com 04 74 12 93 68		X	X	X
4	28	Création d'un chenal d'étiage sinueux sur le Merloz (BE)	3C14			Merloz	Lit d'étiage	Syndicat intercommunal à vocation unique Lange-Oignin	Cyril Fréguelin	idem		X	X	X
5	42	Restauration du Vistre à Bastides **	3C14	3C17	mai-04	Vistre	Lit d'étiage Retalutage	Syndicat Mixte du bassin Versant du Vistre	Sophie Serre Rivière	04.66.84.55.11 jana.lelut@syndicat-vistre.fr sophie.serre-jouve@syndicat-vistre.fr	Données non disponibles car marchés en cours	X	X	X
6	9	Création d'un chenal d'étiage sinueux en milieu urbain sur le ruisseau de Montvaux (Hors RMC)	3C14		oct-99	Le ruisseau de Montvaux	Lit d'étiage	Commune de Châtel-Saint-Germain	Adjoint à la Mairie	Mairie, 13 rue Jeanne-d'Arc 57160 Châtel-Saint-Germain mairie@chatel-saint-germain.fr 03 87 60 59 71		X	X	X
7		DIVERSIFICATION DES HABITATS PISCICOLES SUR LA DURANCE AMONT EN AVAL DE BRIANCON	3C14		2008	La Durance	Pose de blocs dans cours d'eau chenalisé	FEDERATION PECHE DES HAUTES ALPES	Doucende David	Les portes de Vapincum II, 16, Avenue Jean Jaurès 05000 GAP tél. : 04.92.53.54.71 fede.peche05@orange.fr		X		
8		Diversification des habitats piscicoles de la rivière d'Ain au niveau de la retenue d'Oussiat	3C14		2009	L'Ain	blocs rochers (300kg <-> 1 tonne sur 150m linéaire)	PÊCHE PROTECTION VALLEE AIN C.C. BUGEY VALLÉE DE L'AIN	Michel Vorger	Pêche Protection Vallée de l'Ain 47, rue du Docteur Hubert - 01160 NEUVILLE-SUR-AIN michel.vorger@wanadoo.fr		X		
9	35	Aménagement et restauration d'une frayère à brochets à BRANGES.	3C14		2007	Seille	Création de frayère	A.A.P.P.M.A. DE LA SEILLE EPTB Régis Fontaine	Régis Fontaine	459, rue du Moulin Blaine 71500 CHATEAURENAUD tél : 03 85 23 83 00		X	X	X
10		Diversification des habitats piscicoles à Saint Cergues (entre le lieu-dit "Les Poules" et la gare).	3C14		2007	Foron	Diversification écoulements	SIVU AMENAGEMENT FORON CHABLAIS GENEVOIS	SIFOR	Mairie - 74240 GAILLARD 04 50 87 13 48 sifor@wanadoo.fr		X		
11		Travaux ponctuels de diversification du lit mineur et de valorisation paysagère sur le bassin versant de l'hers-mort (Hors rmc)	3C14	3C17	2009	L'Hers-mort	Epis Risbermes PLantations	Syndicat mixte du bassin versant de l'hers (SMBVH)	Matthieu Maurice	Cellule technique du SMBVH 45, rue Paule Raymond 31200 Toulouse 05.34.30.19.75 matthieu.maurice.hers@wanadoo.fr		X		
12	7	Reconnexion annexe hydraulique de l'Ain à Bellegarde par creusement du fond (galets) remobilisable par la rivière	3C16			Ain	Restauration Zone Humide alluviale	Conservatoire régional des espaces naturels Rhône-Alpes (CREN)	Elisabeth Favre	elisabeth.favre@espace-naturels.fr		X	X	X
13		Reconnexion de bras morts sur le Vidourle à Boisseron	3C16		2003	Vidourle	Reconnexions bras morts	Syndicat Mixte Interdépartemental d'Aménagement et de Mise en Valeur du Vidourle	M Serge Rouvière technicien de rivière	s.rouviere@vidourle.org 04.66.01.70.26		X		
14		Reconnexion d'un bras secondaire du Rhine : le Schafteu (Hors RMC)	3C16		févr-04	Le Schafteu	Suppression de la digue Reconnexion du bras mort	Commune de Rhinau	M. Kalt	Mairie de Rhinau 1 Rue de l'Hôtel de Ville - 67860 Rhinau info@rhinau.com 03 88 74 61 31 ONEMA – Service départemental		X		
15		Restauration de berge par retalutage et génie végétale à la place d'encrochements	3C17			Egotay	Ripisylve	Saint-Etienne Métropole	François Delorme	F.DELORME@agglo-st-etienne.fr 04 77 34 53 82 jm-pardo@agglo-st-etienne.fr		X		
16	31	Travaux de restauration de la ripisylve de l'Orb et de ses affluents	3C17		2002	Orb	restauration Ripisylve	SIVU ETUDE MOYENNE VALLEE DE L'ORB	Vincent Darles 06 07 05 77 35	SIVU de la moyenne vallée de l'Orb 04-67-36-45-99 contrat.orb@wanadoo.fr		X	X	X
17	22	Le drugeon à Bonnevaux par la Comcom du Plateau de Frasne et du Val du drugeon	3C44	3C14-3C17- 3C32	1997	Drugeon	Reméandrage Blocs, Génie végétal Seuils	Communauté de Communes du Plateau de Frasne et du Val du Drugeon	Jean-Noël Resch	03.8149.88.84		X	X	X
18		Remise à ciel ouvert du Redon à Margencel	3C44		2006	Redon	Remise ciel ouvert	SYMASOL (Syndicat mixte des affluents du Sud -Ouest lémantique)	Maxime Chateauieux	technicien.symasol@orange.fr 04.50.72.52.04		X	X	X
19	19	Reméandrage du Nant de Sion	3C44	3C14		Nant de Sion	Reméandrage Risberme, Epis	Syndicat mixte d'aménagement de l'Arve et de ses abords	Mlle Auzan	alauzan@sm3a.com		X	X	X

20	20	Réamandrage et diversification des écoulements de l'hermance dans une traversée urbaine **	3C44	3C14	2009	Hermance	Réamandrage Cache, Blocs, Epis	Syndicat mixte des affluents du Sud-ouest lémanique	Maxime Chateaufvieux	technicien.symasol@orange.fr		X	X	X
21	37	Restauration de l'habitat aquatique et remise en eau de l'ancien lit du Dadon	3C44			Dadon	Retour dans le thalweg d'origine	Syndicat mixte interdépartemental d'aménagement du Chéran	Régis Talguen	rtalguen@si-cheran.com smiac@si-cheran.com 04.50.68.26.11		X	X	X
22	41	Restauration Récréation lit mineur au droit d'une gravière sur la Veyle **	3C44			Veyle	Dérivation d'étang	Syndicat mixte Veyle vivante	Julien Corget	SMVV - 77, route de Mâcon - 01540 Vonnas Tél. : 04 74 50 26 66 jcorget@veyle-vivante.com		X		
23	41	Reméandrage de la petite Veyle	3C44	3C14- 3C17		Petite Veyle	Reméandrage Banquette Ripisylve	Syndicat mixte Veyle vivante	Julien Corget	SMVV - 77, route de Mâcon - 01540 Vonnas Tél. : 04 74 50 26 66 jcorget@veyle-vivante.com		X	X	X
24		Réduction de l'impact de trois étangs sur cours d'eau dans le bassin du Cousin (Hors RMC)	3C44		2006	Le Cousin	Dérivation d'étang	Parc Naturel régional du Morvan	Laurent Paris	Parc naturel régional du Morvan liferuisseaux@parcdumorvan.org 03.86.78.79.00		X		
25	10	Suppression d'une digue d'étang en barrage sur un affluent du Petersbach (Hors RMC)	3C44		sept-07	Le Petersbach	Suppression d'étang	Office National des forêts	Julien Prinnet	ONF – direction forêt Alsace julien.prinnet@onf.fr 0388767640		X	X	X
26		Réouverture d'un tronçon de la Bièvre en milieu urbain (Hors RMC)	3C44	3C17	2002	La bièvre	Remise à ciel ouvert Plantation	Communauté d'agglomération du val de Bièvre	Denise Achache	Communauté d'agglomération de la Vallée de la Bièvre Direction de l'environnement d.achache@agglo-valdebievre.fr 01 55 01 03 03		X		
27	12	Suppression des protections de berges sur l'Orge aval (Hors RMC)	3C44	3C17	déc-98	L'Orge	Suppression contraintes latérales Retalutage - plantations	Syndicat mixte de la vallée de l'Orge	Michel Valois	Syndicat mixte de la vallée de l'Orge aval sivoa@sivoa.fr - michel.valois@sivoa.fr 01 69 12 15 40		X	X	X
28	3	Restauration de la dynamique naturelle de l'Adour amont (Hors RMC)	3C44	3 C16 - 3C17	2004	L'adour	contraintes latérales - ZH alluviale	Communauté de communes de la Haute Bigorre	Marion cherrier	Communauté de communes de la Haute Bigorre jlc.bv@wanadoo.fr 05 62 95 11 14		X	X	X
29	4	Travaux restauration physique la basse Loue : reconnexion amont et aval pour écoulement permanent	3C44	3C16	2008	La Loue	Suppression des contraintes latérales Reconnexion bras mort	COMMUNAUTE DE COMMUNES DU VAL D'AMOUR	Jocelyne Pape	Communauté de Communes du Val d'Amour 59, Grande Rue 39380 Chamblay - France Tél. : 03 84 37 74 74		X	X	X
30		Remise à ciel ouvert du ru d'Orval à Cannectanourt (Hors RMC)	3C44	3C17	févr-09	Le ru d'Orval	Remise à ciel ouvert Berge/Génie végétal	Syndicat intercommunal d'aménagement et d'entretien de la Divette et de ses affluents	Boris Schmied	SIAEDA 03 44 43 60 36 schmied.boris@neuf.fr Mr scmied 06 85 82 28 89		X		
31		Retour du Steinbaechlein dans son talweg d'origine (Hors RMC)	3C44		juin-05	Le Steinbaechlein	Retour dans talweg d'origine	Promoteur immobilier SD68 Onema	Entreprise Nature et Techniques	Nature et Techniques 03.88.85.14.58 nat.techniques@evc.net cabinet.waechter@gmail.fr		X		
32	16	Création de chenaux de crues et restauration des échanges entre lit majeur et lit mineur sur la Vezouze (Hors RMC)	3C44	3C16	mai-07	La Vezouze	Suppression contraintes latérale Restauration ZH alluviale	Communauté de communes de Lunévillois	Liliane Biton (chargée de mission)	Communauté de communes du Lunévillois - 92 rue de Viller54300 Lunéville 03 83 74 05 00 lbiton@cc-lunevillois.fr		X	X	X
33		Réparation de dégâts de crues septembre 2002 Remise en état des ouvrages hydrauliques	3A20		2003	Grabieux	Remise en état ouvrages hydrauliques	MONSIEUR LE MAIRE DE ST MARTIN DE VALGALGUES	Frédéric Housset	Commune de Saint Martin de Valgalgues Place Robert Guibert 30520 Saint Martin de Valgalgues Tél. : 04.66.30.12.03 marie.30520@wanadoo.fr		X		
34		REMISE EN ETAT DES OUVRAGES SUITE AUX CRUES DE SEPTEMBRE ET DE NOVEMBRE 2002	3A20		2003	Lez	Remise en état ouvrages hydrauliques	SYNDICAT MIXTE DU BASSIN DU LEZ	Président du syndicat	Syndicat mixte du bassin versant du Lez 84600 Grillon Téléphone : 04 90 35 60 55 eric.fazi@smbvl.net		X		
35		Amélioration du fonctionnement des annexes fluviales	3C16		2007	Saône	Reconnexion d'annexes	FEDERATION HAUTE SAONE PECHE ET PROTECTION MIL. AQUATIQUE	cyrille.peche70@wanadoo.fr	4 Avenue du Breuil 70000 VAIVRE ET MONTOILLE tél. : 03.84.76.51.41		X		
36	24	Effacement d'un plan d'eau de loisirs sur la Zinsel du Sud (Hors RMC)	3C44	3C16	2002	La Zinsel	Suppression étang Restauration frayères	Syndicat d'aménagement du bassin de la Haute Zorn 03 88 02 21 81		Place Général-de-Gaulle 67790 Steinbourg mairie.steinbourg@wanadoo.fr 03 88 91 15 61		X	X	X
37	28	Création d'une mosaïque d'habitats sur le Lange	3C14		2007	Lange	Création de frayère et cahches	SI AMENA MISE EN VALEUR LANGE ET OIGNIN	Alain Delomier	Syndicat Intercommunal à Vocation Unique du Lange et de l'Oignin 3, avenue Jacques Cartier 01460 Montréal-La Cluse Tél : 04 74 12 93 68		X	X	X
38	32	Restauration hydromorphologique de la Turdine	3C14		2010	Turdine		Commune de l'Arbresle	Guillaume Gilles	Burgeap		X	X	X
33								Total				33	17	17

ETUDES

N°	N° Ordre de Traitement	Intitulé opération	PdM	Date	Cours d'eau	Actions de restauration	Organisme - MO	Contact	Coordonnées	Précision	Contact	Données	Classé			
1	17	Elaboration du plan pluriannuel de gestion, de restauration et d'entretien du lit et des berges des affluents du Haut	Etude plan de gestion	2008	Arc Provençal	AMO Plan de gestion	SABA, Syndicat Intercommunal d'Aménagement du Bassin de l'Arc provençal	Pascal BERBAIN / Maxime Lenne	Syndicat Intercommunal d'Aménagement du Bassin de l'Arc 2, Avenue Mirabeau 13530 Trets Tél. 04 42 29 40 66 E-mail : S.a.b.a@wanadoo.fr		X	X	X			
2	23	Programme de restauration et d'entretien des cours d'eau du bassin versant des Gardons 2006 tranche 1	Etude plan de gestion	2006	Gardons	AMO Plan de gestion	SYND MIXTE AMENAGEMENT ET GESTION EQUILIBREE DES GARDONS	Etienne Retailleau - Mr.George	Syndicat mixte pour l'aménagement et la gestion équilibrée des Gardons 11 place du 8 mai - 30044 NIMES cedex 9 tel : 04.66.76.37.24	Contact agence de l'eau et entreprises	X	X	X			
3	18	1ère et 2ème tranche du programme pluriannuel d'entretien de la végétation rivulaire de l'Ouche	Etude plan de gestion	2006	Ouche	Plan de gestion	SYND MIXTE D'ETUDE ET D'AMENAG BASSIN DE L'OUCHE ET AFFLUENTS	Romain Garraud	fixe : 03 80 67 45 17 40 Avenue du Drapeau 21000 - Dijon		X	X	X			
4	29	Schéma globla de restauration de la bléone	Etude plan de gestion	2009	Bléone	Prestation Plande gestion	Syndicat Mixte d'Aménagement de la Bléone	Caroline SAVOYAT	Avenue Arthur Roux 4350 - 'MALIJAI '04 9234 59 15 contrat.bleone@orange.fr		X	X	X			
5		SCHEMA GLOBAL D'AMENAGEMENT ET DE GESTION DU BASSIN VERSANT DU LOUP (ETUDE)	Etude plan de gestion	2003	Loup	AMO Plan de gestion	SI VALLEE DU LOUP	Mr Saulnier	Adresse : Hôtel de Ville BP 59 06270 VILLENEUVE-LOUBET Téléphone : 04 92 02 60 00	Etude en cours	X					
6		RCC de Belley : augmentation du débit réservé.	Etude plan de gestion		Verdon	Plan de gestion	Parc régionale du Verdon	Maison du Parc	info@parcduverdon.fr		X					
6											Total			6	4	4

ANNEXE 6

LISTE DES EXPERTS CONTACTÉS DANS LE CADRE DE L'ÉTUDE

EXPERTS-CHERCHEURS SPECIALISES DANS LA RESTAURATION DE COURS D'EAU

N°	Expert	Fonction	Domaine	Coordonnées	Contact	Réponse	Echange d'informations
1	Jean-René MALAVOI	Hydromorphologue ONEMA	Restauration hydromorphologique et Espace de mobilité	Pôle ONEMA-CEMAGREF Lyon jean-rene.malavoi@onema.fr	X	X	Réunion de travail une fois l'outil finalisée
2	Michel LARINIER	Hydraulicien ONEMA	Ouvrages de montaison et dévalaison	Pôle ONEMA/CEMAGREF Toulouse michel.larinier@imft.fr 05 34 32 28 65	X	X	X
3	Philippe BARAN	Hydraulicien ONEMA	Ouvrages de montaison et dévalaison + Rampe en enrochements	Pôle ONEMA/CEMAGREF Toulouse philippe.baran@imft.fr 05 34 32 28 68 / 06 87 76 98 98	X		
4	Yves SOUCHON	Spécialiste Milieux aquatiques CEMAGREF	Données Géographique SYRAH	Pôle ONEMA-CEMAGREF Lyon yves.souchon@cemagref.fr	X	X	X
5	Nicolas LAMOUREUX	Hydro-écologue CEMAGREF	Données Géographique BD Cathrage	CEMAGREF LYON nicolas.lamouroux@cemagref.fr	X	X	X
6	Eric SAUQUET	Hydrologue CEMAGREF	Données Géographique BD Cathrage - Hydrologie	CEMAGREF LYON eric.sauquet@cemagref.fr	X	X	X
7	Hervé PIEGAY	Chercheur CNRS LYON	Données Géographiques BD Carthage + Enquête perception sociale	herve.piegay@ens-lsh.fr 04 37 37 63 51	X	X	X

INGENIEURS TERRITORIAUX DE L'ONEMA

N°	Ingénieur ONEMA	Poste	Localisation	Coordonnées	Contact	Réponse	Echnage d'informations
1	Dominique Baril	Adjoint DIR	Montpellier (DIR8)	dominique.baril@onema.fr	X	X	
2	Pascal Roche	Ingénieur DIR	Lyon (DIR5)	pascal.rochel@onema.fr	X	X	X
3	Michel Bramard	Ingénieur DIR	Tours (DIR4)	michel.bramard@onema.fr dr4@onema.fr	X	X	X
4	Alix Nihouarn	Ingénieur DIR	Rennes (DIR2)	alix.nihouarn@onema.fr	X	X	X
5	Anne-Laure Borderelle	Ingénieur DIR	Dijon (DIR9)	dr9@onema.fr	X		

ORGANISMES DE GESTION DE BASSIN

N°	Contact	Poste	Organisme	Coorodonnées	Contact	Réponse	Echnage d'informations	Thématique de restauration
1	Virginie CHIREZ	Ingénieur	APTV - Moûtiers	04 79 24 00 10 aptv@tarentaise-vanoise.fr virginie.chirez@tarentaise-vannoise.fr	X	X		Plage de dépôts - Gestion du transport solide
2	Régis FONTAINE	Délégué Fédération de pêche	EPTB Saône-Doubs	03 85 23 83 03	X	X	X	Restauration des habitats et annexes
3	DDT Carcassonne	SMMAR	SMMAR Carcassonne	Conseil Général de l'Aude 11855 Carcassonne cedex 9 Tél. : 04.68.11.63.02	X	Pas de données disponibles		Hydrologie fonctionnelle - Restauration de crues morphogènes

EXPERTS EN ANALYSE SOCIOCULTURELLE ET HISTORIQUE

N°	Contact	Organisme	Thématique	Coordonnées	Contact	Réponse	Echange d'informations
1	Denis CŒUR	Historien	Etude Historique	M. Denis CŒUR 233 chemin de Plate Rousset 38330 BIVIERS	X		
2	Bernard PICON	Chercheur CNRS ARLES	Enquête - perception sociale - Etude sociologique	bpicon@wanadoo.fr Tél. : 06 84 08 13 94	X		
3	Anne HONNEGER	Chargée de recherche CNRS MONTPELLIER	Enquête perception sociale	Tél. : (33.0) 4 67 14 25 20 mte@univ-montp3.fr	X		
4	André Vincent	ASSOCIATION - Maison du Fleuve Rhône	Enquête perception sociale	Tel. 04 78 73 70 37 info@maisondufleuverhone.org	X	X	X
5	Regis BARRAUD	Chargé de recherche Université de Nantes	Enquête perception sociale	regis.barraud@univ-nantes.fr	X		
6	ASCA	Cabinet d'étude	AMO - concertation - Etude historique	christophe@asca-net.com	X	X	X
7	LISODE	Cabinet d'étude	AMO - Enquête sociale	mathieu.dionnet@lisode.com	X	X	X
8	Thierry Sylvestre	AERMC Délégation de Besançon	Etude sociologique	Thierry.SILVESTRE@eurmc.fr	X	X	X

ANNEXE 7

**LISTE FINALE DES PARAMÈTRES
TECHNIQUES PROPRE À CHAQUE ACTION
DE RESTAURATION À L'ÉCHELLE LOCALE**

Domaine	Mesure	Nomenclature des mesures	Action type	Etat	Paramètres outil local (Paramètre adapté pour l'outil bassin)
Hydrologie Fonctionnelle	3C01	Adaptation des prélèvements de débit	Optimisation du débit réservé et limitation des prélèvements		Pas d'exemple
	3C03	Amélioration de la gestion des débits de crue	Suppression des ouvrages		Hauteur ouvrage, largeur ouvrage, pente, pression
			Installation organe mobile		Coût moyen à rentrer par l'opérateur en fonction des données de l'encadré de texte
			Révision de la consigne de crue ou de vidange		Pas d'exemple
	3B06 - 3C02	Gestion des ouvrages	Etudes de volumes prélevables		Superficie bassin versant, Indice du niveau d'enjeu
Continuité biologique	3C10	Suppression des ouvrages	Suppression des ouvrages		Hauteur ouvrage, largeur ouvrage, pente, pression
	3C11	Franchissement piscicole - Montaison	Rampe en enrochement		Hauteur de la rampe, largeur, pente de la rampe
			Passe à poisson à bassins successifs		Hauteur ouvrage, Matériaux
			Rivière de contournement		Hauteur ouvrage, Pente ouvrage, largeur ouvrage
			Equipement de la structure d'un ouvrage existant		Hauteur ouvrages, Pente CE, Linéaire OH, Indice matériaux, Nombre ralentisseurs bois & minéral
			Passe à anguilles		Hauteur ouvrage

Domaine	Mesure	Nomenclature des mesures	Action type	Etat	Paramètres outil local (Paramètre adapté pour l'outil bassin)
	3C12	Franchissement piscicole - Dévalaison	Système de dévalaison		Hauteur d'ouvrage
	3C13	Stratégie de restauration de la continuité piscicole	Stratégie de restauration de la franchissabilité		2 Exemples
Transport solide	3C07	Suppression ou aménagements des ouvrages	Suppression des ouvrages		Hauteur ouvrage, largeur ouvrage, pente, pression
			Installation organe mobile		
			Abaissement d'ouvrage		Hauteur OH, Largeur OH, Pente, Taux d'abaissement Indice Pression
	3C09	Modalités de gestion des ouvrages	Plan de gestion et protocole		1 Exemple
	3C37	Limitation ou amélioration des apports solides néfastes	Zone tampon		Coût moyen à rentrer par l'opérateur en fonction des données de l'encadré de texte
			Plage de dépôt		Coût moyen à rentrer par l'opérateur en fonction des données de l'encadré de texte
	3C32	Programme de recharge sédimentaire	Traitement des atterrissements		Coût moyen
			Seuil de stabilisation		hauteur OH, Largeur CE, Indice matériaux
			Recharge en granulats		Coût moyen

Domaine	Mesure	Nomenclature des mesures	Action type	Etat	Paramètres outil local (Paramètre adapté pour l'outil bassin)
			Curage Enlèvement néfastes	Orange	Coût moyen (m3/€)
			Extraction et/ou transfert de matériaux	Vert	Volume matériaux, distance de transfert
			Epis engraisseurs	Rouge	3 Exemples
Morphologie habitats	3C14	Restauration des habitats aquatiques	Seuil rustique	Orange	Largeur, Hauteur d'ouvrage, Pente
			Epis de diversification	Vert	Largeur, coefficient matériaux
			Risberme, banquette, Lité d'étiage	Vert	Puissance spécifique
			Création Caches	Vert	Indice puissance spécifique, Indice pression
			Création Frayère Brochets	Vert	Surface traitée
			Création Frayère truite	Vert	Coût moyen (€/m ²)
	3C43	Plan de restauration de cours d'eau	Programme de restauration	Rouge	2 exemples

Domaine	Mesure	Nomenclature des mesures	Action type	Etat	Paramètres outil local (Paramètre adapté pour l'outil bassin)
	3A20	Entretien et restauration de la fonctionnalité des ouvrages	Restauration Ouvrages Hydrauliques (OH)		Hauteur OH, Largeur OH, Niveau de Réfection , pente CE
			Gestion des embâcles au niveau de l'ouvrage		Coût moyen
	3C16	Reconnexion d'annexes hydrauliques	Reconnexion Bras mort		Section bras mort, Linéaire bras mort
			Restauration ZH alluviale		Coût moyen
	3C44	Restauration du fonctionnement hydromorphologique	Reméandrage		Indice de pression , Puissance spécifique, Largeur PB projet
			Réouverture		Coût moyen
			Retour thalweg d'origine		Indice de pression , Puissance spécifique
			Dérivation par création d'un nouveau lit		Indice de pression , Puissance spécifique, Largeur PB
			Suppression contrainte latérale		Indice de pression , Largeur, Coefficient propre à la nature de la contrainte
			Suppression étang		2 Exemples

Domaine	Mesure	Nomenclature des mesures	Action type	Etat	Paramètres outil local (Paramètre adapté pour l'outil bassin)
	3C17	Restauration des berges et/ou de la ripisylve	Entretien de la végétation de berge		Coût moyen
			Restauration de la végétation de berge		Coût moyen
			Génie végétal		Largeur, Pente
			Plantation		Largeur, indice Pression , Surface traitée
Etude	Sociologique		Etudes sociologiques		Exemples Coûts unitaires divers
	Historique		Etudes historiques		Exemples Coûts unitaires divers
	Morphodynamique		Etudes morphodynamiques		Linéaire

ANNEXE 8

**Liste finale des paramètres
techniques propre à chaque
mesure de restauration à l'échelle
bassin**

Thématique	Mesure	Actions concernées	Etat	Paramètre
HYDROLOGIE FONCTIONNELLE	3C01-Adaptation des prélèvements de débit	/		
	3C03-Amélioration de la gestion des débits de crue	Suppression d'ouvrage		Hauteur ouvrage, largeur plein bord du cours d'eau, pente, Indice d'altération, Nombres d'ouvrages
	3B06-3C02-Gestion des ouvrages	Etudes de Volumes prélevables		Superficie bassin versant, Indice du niveau d'enjeu
CONTINUITÉ BIOLOGIQUE	3C10-Suppression des ouvrages	Suppression d'ouvrages		Hauteur ouvrage, largeur plein bord du cours d'eau, pente, Indice d'altération, Nombres d'ouvrages
	3C11-Franchissement-piscicole-Montaison	Passes à bassin successifs - Rivière de contournement - Rampe en enrochements - Equipement d'ouvrage		Hauteur ouvrage, largeur plein bord du cours d'eau, Nombres d'ouvrages
	3C12-Franchissement-piscicole-Dévalaison	Systèmes de dévalaison par goulotte		Hauteur d'ouvrage, Nombres d'ouvrages
	3C13-Stratégie de restauration de la continuité piscicole	/		
TRANSPORT SOLIDE	3C07-Suppression ou aménagements des ouvrages	Abaissement d'ouvrage - Suppression d'ouvrage		Hauteur d'ouvrage, indice d'altération, Nombres d'ouvrages
	3C09-Modalités de gestion des ouvrages	/		

Thématique	Mesure	Actions concernées	Etat	Paramètre
	3C37-Limitation ou amélioration des apports solides néfastes	Zone tampon - Plage de dépôt		Coût moyen d'une unité à rentrer par l'opérateur en fonction des données de l'encadré de texte, Nombre d'unités
	3C32-Programme de recharge sédimentaire	Recharge sédimentaire		Volume de matériaux
		Traitement des sédiments et Mise en dépôt transfert		Volume de matériaux
MORPHOLOGIE ET HABITS	3C14-Restauration des habitats aquatiques	Création de lit d'étiage et caches piscicoles		Puissance spécifique, Linéaire
	3C43-Plan de restauration de cours d'eau	/		
	3A20-Entretien et restauration de la fonctionnalité des ouvrages	Restauration d'ouvrage		Largeur de l'ouvrage, Coefficient du niveau de réfection de l'ouvrage, Pente du cours d'eau, Nombre d'ouvrages
	3C16-Reconnexion d'annexes hydrauliques	Reconnexion de bras morts - Restauration de zone humide alluviale		Surface annexe, Indice nature de l'annexe, Nombres d'annexes
	3C44-Restauration du fonctionnement hydromorphologique (Type R2/R3)	Reméandrage-Retour du thalweg dans sont lit d'origine - Dérivation de cours d'eau		Largeur plein bord du cours d'eau, Indice d'altération, Pente du cours d'eau, Linéaire
	3C17-Restauration des berges et/ou de la ripisylve	Restauration de ripisylve - Entretien de ripisylve - Protection et restauration de berge en génie végétal		Linéaire, Indice du niveau de restauration
ETUDE	Etude sociologique	Etude sociologique - Concertation		
	Etude historique	Etude historique		
	Etude morphodynamique	Etude morphodynamique		Linéaire