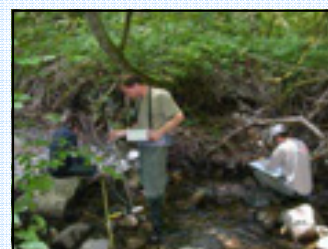
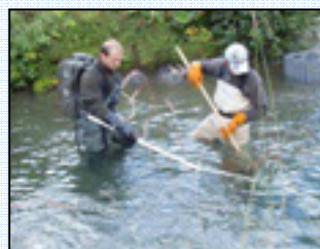
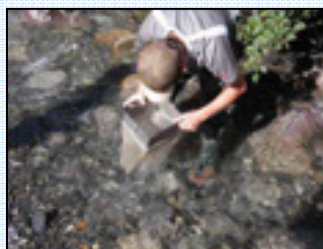
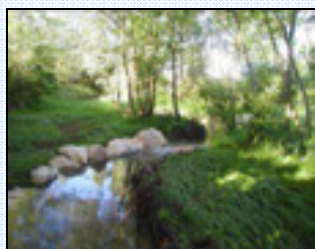


Fédération Départementale pour la pêche
et la protection du milieu aquatique
« Le Villaret »
2092, route des Diacquenods
74370 SAINT-MARTIN-BELLEVUE
www.pechehautesavoie.com

Essai d'évaluation des travaux de restauration réalisés en 2004 sur le Dadon

**COMPARAISON DES ETATS DES LIEUX REALISES AVANT
TRAVAUX (2004) ET 3 ANS APRES TRAVAUX (2007)**

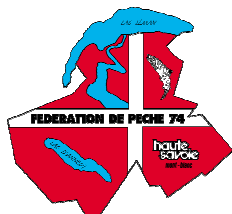


Rapport FDP74.07/05
Rédaction : VIGIER Laure

Décembre 2007

Etude réalisée avec la participation financière de :





Fédération Départementale pour la pêche
et la protection du milieu aquatique
« Le Villaret »
2092, route des Diacquenods
74370 SAINT-MARTIN-BELLEVUE
www.pechehautesavoie.com

Essai d'évaluation des travaux de restauration réalisés en 2004 sur le Dadon

**COMPARAISON DES ETATS DES LIEUX REALISES AVANT
TRAVAUX (2004) ET 3 ANS APRES TRAVAUX (2007)**

Référence à citer :

Vigier L., 2007. *Essai d'évaluation des travaux de restauration réalisés en 2004 sur le Dadon : comparaison des états des lieux avant travaux (2004) et 3 ans après travaux (2007)*. Rapport FDP74.07/05, 37 pages + annexes.

RESUME

Ce travail présente les résultats intermédiaires d'un essai de suivi post-travaux réalisé sur le Dadon (Haute-Savoie). Ce cours d'eau a fait l'objet de travaux de restauration associant différentes techniques de génie écologique dans le but de rétrécir le lit mineur et de diversifier l'habitat aquatique sur un linéaire d'environ 360 m.

Le suivi s'est porté sur l'évolution qualitative et quantitative du peuplement piscicole, du peuplement macrobenthique et de la qualité de l'habitat avant et 3 ans après travaux. Pour cela, le peuplement piscicole a été étudié sur une station par pêche électrique d'inventaire et le peuplement macrobenthique sur 2 stations selon une méthode semi-quantitative. La qualité de l'habitat a été étudiée sur l'ensemble du linéaire restauré selon une approche à l'échelle du faciès mais également du microhabitat à travers trois composantes : substrat, vitesse, et hauteur d'eau.

La comparaison des résultats obtenus avant et après travaux montre une augmentation de la biomasse et de la densité piscicole. Du point de vue des peuplements de macroinvertébrés la légère amélioration des indices biotiques (IBGN, Cb2) observée semblerait principalement portée par l'amélioration de la qualité habitationnelle. L'analyse quantitative du peuplement montre une nette augmentation de la variété générique et une tendance globale à la diminution de l'abondance totale ainsi que de l'abondance absolue et relative des taxons saprobiontes largement dominants avant travaux. Une analyse fonctionnelle du peuplement à partir de l'utilisation des traits biologiques met en relief une amélioration de la diversité et de l'hospitalité du milieu et notamment de l'habitat. Enfin, une nette augmentation de la diversité de l'habitat est constatée sur la quasi-totalité du linéaire restauré, ceci à l'échelle du faciès mais également du microhabitat. Cette diversification semble être le résultat à la fois d'une redistribution des substrats déjà présents dans le lit ainsi que d'une augmentation globale et d'une répartition plus hétérogène des hauteurs d'eau et des vitesses d'écoulements.

Les résultats obtenus sur l'habitat et les peuplements de macroinvertébrés sont très concordants. Le peuplement piscicole semble réagir plus lentement mais montre déjà une évolution positive.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Répartition et proportion des grands types activités anthropiques sur le bassin versant du Dadon et localisation de la zone d'étude.	2
Figure 2 :	Profil en long du Dadon et position du secteur d'étude.	3
Figure 3 :	Position des tronçons de restauration et année de réalisation des travaux.	4
Figure 4 :	Evolution des biomasses et densités par espèce avant et 3 ans après travaux.	14
Figure 5 :	Répartition des classes de taille de chevesne sur le Dadon en 2007.	15
Figure 6 :	Evolution post-travaux des indices IBGN et Cb2 sur les 2 stations d'étude du macrobenthos.	18
Figure 7 :	Evolution des effectifs des différents ordres et de la variété générique des peuplements d'invertébrés avant (2004) et après travaux (2006 et 2007) sur le tronçon restauré du Dadon.	19
Figure 8 :	Evolution post-travaux de distribution de fréquences des modalités de 2 traits biologiques (mode d'alimentation et durée du cycle vital), 3 traits écologiques (distribution transversale, microhabitat, courant), 3 traits physiologiques (degré de trophie, valeur saprobiale et température) sur la station T2.	22
Figure 9 :	Evolution post-travaux de distribution de fréquences des modalités de 2 traits biologiques (mode d'alimentation et durée du cycle vital), 3 traits écologiques (distribution transversale, microhabitat, courant), 3 traits physiologiques (degré de trophie, valeur saprobiale et température) sur la station T7.	23
Figure 10 :	Evolution post-travaux de la représentation surfacique des différents faciès d'écoulements sur l'ensemble du secteur restauré sur le Dadon.	24
Figure 11 :	Evolution post-travaux de la représentation surfacique des faciès d'écoulements et rappel des aménagements réalisés par tronçon.	25
Figure 12 :	Représentations surfaciques des différentes classes de hauteurs d'eau sur les 10 tronçons restaurés sur le Dadon avant (a) et 3 ans après (b) travaux.	26
Figure 13 :	Représentations surfaciques des différentes classes de vitesses d'écoulements sur les 10 tronçons restaurés sur le Dadon avant (a) et 3 ans après (b) travaux.	26
Figure 14 :	Représentations surfaciques des différents substrats/supports sur les 10 tronçons restaurés sur le Dadon avant (a) immédiatement après (b) et 3 ans après (c) travaux.	27

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Rappel des perturbations affectant le Dadon aux échelles du BV et du secteur aval.	3
Tableau 2 :	Synthèse des investigations réalisées jusqu'à présent.	5
Tableau 3 :	Indices utilisés dans l'analyse de la qualité de l'habitat à l'échelle du microhabitat.	6
Tableau 4 :	Codification directive de l'espace fluvial pour échantillonner les biocénoses benthiques.	8
Tableau 5 :	TBEP utilisés dans l'approche fonctionnelle du peuplement macrobenthique ;	10
Tableau 6 :	Classes de qualité SEQ Eau (2004).	11
Tableau 7 :	Variables utilisées pour caractériser la qualité thermique du Dadon vis-à-vis des exigences écologiques de la truite commune.	12
Tableau 8 :	Evolution post travaux de la biomasse piscicole totale.	14
Tableau 9 :	Synthèse des résultats physico-chimiques obtenus sur le Dadon.	15
Tableau 10 :	Valeurs des 10 variables thermiques étudiées sur 2 stations situées sur le secteur aval du Dadon de part et d'autre du secteur restauré.	16
Tableau 11 :	Evolution post travaux de quelques caractéristiques quantitatives du peuplement de macroinvertébrés sur la station T2.	20
Tableau 12 :	Evolution post travaux de quelques caractéristiques quantitatives du peuplement de macroinvertébrés sur la station T7.	21
Tableau 13 :	Evolution post travaux des indicateurs de la diversité de l'habitat sur les 10 tronçons restaurés en 2004 sur le Dadon.	28

LISTE DES ANNEXES

Annexe A : Listes faunistiques.

Annexe B : Fiche de présentation de la station de pêche et résultats bruts.

Annexe C : Cartographies des aménagements réalisés et comparaison des mosaïques d'habitat avant et 3 ans après travaux sur les 10 tronçons.

SOMMAIRE

Introduction	1
<u>I. Présentation générale du Dadon et des travaux de restauration</u>	<u>2</u>
1. Le bassin versant : occupation du sol	2
2. Les caractéristiques du cours d'eau	3
3. Objectifs et contexte des travaux de restauration	3
<u>II. Matériel et Méthodes</u>	<u>4</u>
1. Présentation de la démarche	4
2. Cartographie de l'habitat	5
2.1. SECTORISATION EN TRONCONS HOMOGENES	5
2.2. A L'ECHELLE DU TRONCON	5
2.3. A L'ECHELLE DU MICROHABITAT	6
3. Analyse de la faune macrobenthique	7
3.1. PROTOCOLE D'ECHANTILLONNAGE	8
3.2. TRAITEMENT DES RESULTATS ET ANALYSE	9
4. Le peuplement piscicole	11
5. La physico-chimie	11
6. Données thermiques et niveau typologique théorique	12
<u>III. Résultats</u>	<u>14</u>
1. Le peuplement piscicole	14
2. La qualité physico-chimique du milieu	15
3. Qualité thermique	16
4. Le peuplement macro-benthique	17
4.1. EVOLUTION DE LA QUALITE HYDROBIOLOGIQUE GLOBALE	17
4.2. EVOLUTION QUANTITATIVE DU PEUPLEMENT MACROBENTHIQUE	18
4.3. EVOLUTION FONCTIONNELLE DU PEUPLEMENT MACROBENTHIQUE	22
5. La qualité habitationnelle	24
5.1. EVOLUTION QUANTITATIVE DES FACIES D'ECOULEMENT	24
5.2. EVOLUTION QUANTITATIVE DES COMPOSANTES DE L'HABITAT PAR TRONCON	26
5.3. EVOLUTION QUANTITATIVE DES MICROHABITATS PAR TRONCON	27
<u>IV. Discussion</u>	<u>29</u>
 Conclusions et perspectives	 34
Bibliographie	35
Annexes	

INTRODUCTION

En Haute-Savoie, les actions de restauration des milieux aquatiques, réalisées ou à venir, contenues dans les volets B3 de l'ensemble des contrats rivières en cours représentent une dépense d'un montant total de 4,7 millions d'€.

Ces actions concernant la mise en place d'aménagements piscicoles ou de restauration de cours d'eau sont souvent très coûteuses et leurs effets potentiels sur la qualité du milieu ne font l'objet d'aucune évaluation. Pourtant chaque acteur de la restauration des milieux, à son niveau : ingénierie, maître d'œuvre, entreprises spécialisées, maître d'ouvrage et partenaires financiers a intérêt à avoir un retour d'expérience sur la réalisation de tels travaux. En effet, les enjeux d'une évaluation de l'efficacité des actions de réhabilitation des milieux aquatiques sont à la fois :

- techniques, pour améliorer encore les techniques utilisées et faire évoluer les pratiques pour être plus efficace lors de la phase travaux.
- financiers au regard des importantes sommes investies par de nombreux partenaires.
- politiques, pour les maîtres d'ouvrage qui mettent en place ces actions et les collectivités qui ont besoin d'arguments pour orienter les prochaines décisions politiques et fixer des objectifs cohérents dans les programmes futurs d'intervention.

Aussi, la Fédération de Pêche de Haute-Savoie a entrepris récemment, suite à de premiers résultats peu encourageants, une démarche plus conséquente d'estimation post-travaux des gains potentiels. Le Dadon, qui a bénéficié de travaux de restauration de l'habitat aquatique en 2004 sur son secteur aval, en constitue le premier essai d'application.

Ainsi, l'objectif de cette étude est d'estimer, et si possible de quantifier, les effets positifs ou négatifs, sur le milieu et les organismes vivants (macroinvertébrés et poissons), des travaux réalisés et donc de savoir si ceux-ci sont efficaces et apportent une amélioration significative de la qualité du cours d'eau concerné.

Ces résultats intermédiaires alimentent une discussion sur les premiers effets observés sur les divers compartiments étudiés ainsi que sur la pertinence du protocole mis en place aux phases de conception, récolte et traitement des données.

L'objectif final est de disposer de connaissances supplémentaires sur le plan technique pour améliorer les pratiques actuelles des travaux de restauration et d'apporter des éléments de réflexion pour la mise en place d'une méthodologie de suivi efficace et optimisée.

NB : L'état des lieux avant travaux a fait l'objet d'un rapport (Vuillet J.P., 2004). Certains paragraphes, notamment en ce qui concerne l'aspect méthodologique, et quelques figures en sont extraits.

I. Présentation générale du Dadon et des travaux de restauration

Le Dadon est un des derniers affluents du bas Chéran sans obstacles, présentant les caractéristiques morphologiques adaptées à la vie et la reproduction piscicole. Son potentiel halieutique est fortement impacté par les multiples agressions conséquentes aux activités humaines présentes sur son bassin versant.

1. Le bassin versant : occupation du sol

Le bassin versant du Dadon (figure 1) est concerné par les 2 zones d'activités industrielles d'Alby/Chéran (amont du Nant Boré) et de Rumilly sur son secteur aval, à proximité de sa confluence avec le Chéran. Le reste du bassin versant est principalement concerné par l'activité agricole : 55% des surfaces. En outre, le recouvrement forestier est très limité (13%) et majoritairement représenté dans la partie ouest du bassin versant, à proximité du ruisseau de Boiran.

Les principales perturbations liées à ce contexte fortement anthropisé sont :

- des rejets accidentels au niveau des zones industrielles traversées,
- des pollutions organiques des exploitations agricoles et des établissements agro-alimentaires,
- des modifications des caractéristiques physiques (rectification) et l'abaissement de la nappe phréatique sur sa partie aval.

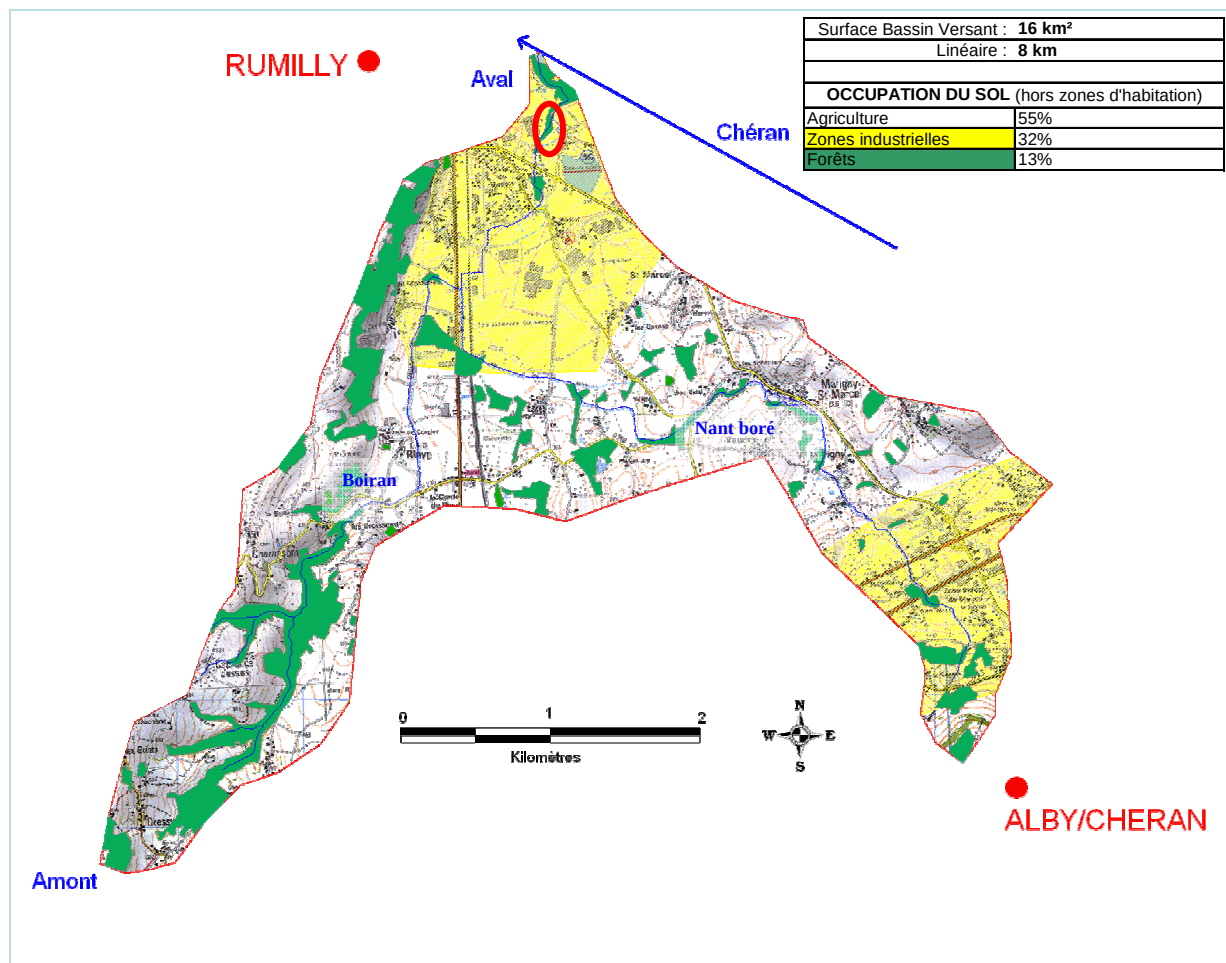


Figure 1 : Répartition et proportion des grands types activités anthropiques sur le bassin versant du Dadon et localisation de la zone d'étude (entourée en rouge).

2. Les caractéristiques du cours d'eau

Le Dadon (figure 2) s'écoule sur environ 8 km et son bassin versant couvre une surface totale de 16,4 km². Il prend sa source à environ 550m d'altitude et rejoint le Chéran à 350m d'altitude. Il est caractérisé par une pente moyenne de 2,5%. La zone amont est fortement pentue, de l'ordre de 7% alors que le secteur d'étude, situé en aval, présente une pente moyenne de l'ordre de 2 %.

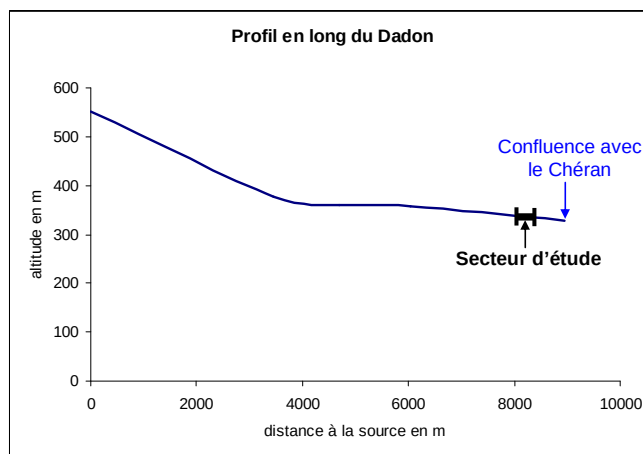


Figure 2 : Profil en long du Dadon et position du secteur d'étude (Vuillet, 2004).

C'est un cours d'eau de régime pluvio-nival, caractérisé par des « à sec » estivaux prononcés dans sa partie aval, car le cours d'eau est perché par rapport à la nappe alluvionnaire du Chéran quelques centaines de mètre en amont du secteur d'étude, laquelle est alimentée par la nappe. Les variations de niveau lors d'évènements pluvieux sont très rapides que ce soit à la montée comme à la redescente. De plus, des variations de niveau d'eau, de l'ordre d'une dizaine de centimètres, ont été constatées à quelques heures d'intervalle en l'absence de toute modification climatique. Le captage d'eau potable situé en amont pourrait expliquer ce phénomène puisque la nappe alimente le Dadon à ce niveau.

3. Objectifs et contexte des travaux de restauration

Le secteur aval du Dadon a subi de fortes perturbations physiques lors de l'installation d'une zone industrielle sur son secteur aval : drainage de sa zone humide associée, prélèvement d'eau ainsi que la rectification et l'endiguement de son lit. Outre les perturbations d'ordre physico-chimiques dont souffre ce cours d'eau (tableau 1), l'appauvrissement de l'habitat induit par l'homogénéisation et le surdimensionnement du lit a entraîné un effondrement de ses potentialités piscicoles et fonctions reproductrices notamment en ce qui concerne la truite fario. De même, ces travaux ont fortement diminué la connectivité initialement existante entre le Dadon et le Chéran et de ce fait, ont considérablement réduit l'intérêt écologique de cette zone de confluence naturellement riche.

Tableau 1 : Rappel des perturbations affectant le Dadon aux échelles du BV et du secteur aval.

Echelle	Nature des perturbations	
BV	physico-chimique	rejets agricoles
		rejets accidentels industriels
Tronçon aval	géomorphologique et hydraulique	thermique
		homogénéité des variables de l'habitat et colmatage
		affaiblissement des débits d'étiage

La restauration de l'habitat physique du Dadon par son action de revalorisation piscicole et paysagère constitue la première étape de la réhabilitation du milieu.

Le projet de réhabilitation du secteur de confluence concerne un linéaire d'environ 1 km (figure 3). La première tranche de travaux, réalisée en 2004 a concernée les 360m amont de ce linéaire.

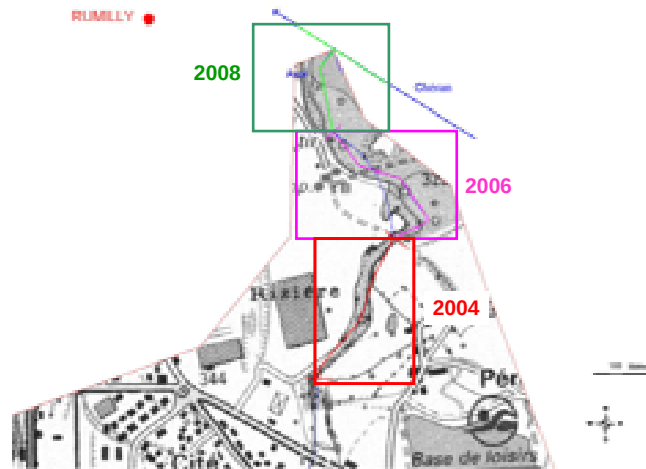


Figure 3 : Position des tronçons de restauration et année de réalisation des travaux.

Afin de réhabiliter le lit et les berges du Dadon, divers types d'aménagements, allant de la simple diversification au complet remaniement du lit, ont été mis en œuvre.

Ces aménagements ont plusieurs objectifs précis :

- traiter les érosions de berges et stopper l'érosion régressive,
- diversifier les écoulements (méandres, épis, seuils) et ainsi améliorer la qualité de l'habitat physique,
- augmenter les hauteurs d'eau à l'étiage en réduisant la largeur du lit mineur,
- stabiliser les berges par des techniques de génie végétal et donc de restaurer la ripisylve,
- intégrer au projet une démarche de « protection des biens et des personnes ».

L'évaluation de l'atteinte de ces objectifs a nécessité la mise en place d'un protocole expérimental de suivi pluri-annuel.

II. Matériel et Méthodes

1. Présentation de la démarche

L'approche mise en place a pour objectif de permettre d'estimer si les aménagements réalisés ont permis (1) d'atteindre les objectifs attendus en terme d'amélioration de la qualité du milieu physique, (2) d'améliorer la qualité biologique sur le secteur concerné et (3) si les techniques utilisées ont été efficaces et quelles améliorations peuvent être éventuellement apportées dans l'avenir pour améliorer leur efficacité.

Le choix de la démarche et des indicateurs est le résultat d'une analyse bibliographique sur les méthodes d'évaluation des travaux de restauration, entamée avant 2004. Le suivi s'est donc concentré sur l'évolution temporelle de la qualité du peuplement piscicole et macrobenthique ainsi que de la diversité de l'habitat.

Un état des lieux complet avant travaux fournit un état initial de ces différents descripteurs. Ils sont ensuite suivis régulièrement selon une fréquence idéalement annuelle en ce qui concerne la qualité piscicole et hydrobiologique. Le suivi de l'évolution de la qualité de l'habitat sera effectué à des intervalles de temps plus importants de l'ordre de 3 à 4 ans et sera ajusté en fonction de l'occurrence d'événements hydrologiques notables influençant la morphologie du cours d'eau.

Le tableau 2 synthétise les données dont nous disposons actuellement. La réalisation d'un état des lieux complet avant travaux (2004) et 3 ans après travaux (2007) selon la même méthodologie permet d'effectuer une comparaison des résultats et d'obtenir une première évaluation post-travaux à court terme des gains biologiques et physiques.

Tableau 2 : Synthèse des investigations réalisées jusqu'à présent.

année	avant travaux	après travaux		
	2004	2004	2006	2007
Inventaire piscicole	X			X
Qualité hydrobiologique	X		X	X
Qualité de l'habitat	X	(T2 et T5)		X
Dossier photographique	X	X		X

L'objectif est de disposer d'un recul plus important sur la capacité des aménagements à remplir les objectifs fixés en terme d'effets sur les descripteurs étudiés ainsi que sur la pérennité de leurs effets et la pérennité des aménagements eux-mêmes. Ainsi, sur le moyen terme, l'effort d'échantillonnage précisé ci-dessus sera maintenu jusqu'à l'atteinte d'un état stable et/ou l'atteinte des objectifs fixés, ensuite la fréquence d'intervention sur le long terme sera redéfinie en fonction des résultats obtenus.

En outre, la quantification des effets, est une notion centrale de cet essai d'évaluation. De ce fait, les méthodes utilisées pour l'étude des 3 descripteurs correspondent à des approches permettant une analyse quantitative.

2. Cartographie de l'habitat

2.1. SECTORISATION EN TRONCONS HOMOGENES

Afin d'évaluer le plus précisément possible l'influence des aménagements, le linéaire restauré a été découpé en tronçons définis en fonction de la nature des travaux : diversification par des seuils et blocs ou reprise complète du lit. Ce découpage a abouti à la définition de 10 tronçons numérotés de T1 à T10 d'aval en amont, pour correspondre à la mise en place des aménagements, réalisés dans ce même ordre. Ce découpage facilite également la lecture et l'interprétation des résultats.

2.2. A L'ECHELLE DU TRONCON

La détermination des faciès d'écoulements en étiage « normal » est effectuée (selon Malavoi et Souchon, 2002) sur la base des mesures réalisées dans le cadre des analyses à l'échelle du microhabitat.

L'évolution de la représentation surfacique des différents types de faciès d'écoulement est analysée à l'échelle du linéaire restauré, mais également à l'échelle de chaque tronçon en relation avec les types d'aménagements réalisés.

2.3. A L'ECHELLE DU MICROHABITAT

Les relevés de terrain ont été réalisés selon la méthode expérimentale d'analyse cartographique de la qualité des mosaïques d'habitats aquatiques qui a été mise au point par la DR 5 du CSP (Degiorgi *et al.*, 1993-1997) et finalisée par Teleos (1998). La démarche utilisée consiste à réaliser une cartographie de chacune des composantes de la qualité physique : hauteur d'eau, vitesse d'écoulement, substrat ; puis de considérer leur combinaison (mosaïques d'habitat).

Sur le terrain, les vitesses et les hauteurs d'eau sont mesurées et repérées sur des transects à l'aide d'une jauge graduée, d'un courantomètre (marque *OTT hydrométrie*, modèle *Nautilus C 2000/Sensa Z300*) et de plusieurs décamètres tandis que les placettes associées aux différents substrats/supports, sont métrées à l'aide d'un topofil. Des lignes d'isovitesses et d'isoprofondeurs sont alors tracées par intrapolation entre les différents transects ; dans certains cas, les limites de zones obtenues sont vérifiées par des mesures ponctuelles complémentaires. Ces relevés doivent être réalisés dans des conditions d'étiage.

Dans notre cas, où l'analyse est strictement comparative (avant/après travaux), les relevés ont été réalisés en étiage normal pour des gammes de débits similaires en 2004 et 2007, cependant nous ne disposons de données précises en ce qui concerne les débits. Les relevés réalisés en 2004 immédiatement après travaux sur les tronçons T2 et T5 ont été effectués durant une période d'étiage plus sévère. De ce fait, seuls les résultats concernant les substrats sont utilisés dans l'analyse.

Un premier niveau d'analyse consiste à comparer la représentation surfacique des différentes classes des 3 composantes de l'habitat. Dans un second temps, les cartes obtenues permettent de visualiser l'intérêt ou les lacunes de chacune des composantes et de la mosaïque d'habitats résultante de leur combinaison. De façon plus synthétique, la diversité et l'hétérogénéité de l'habitat sont retranscrites par le biais de plusieurs descripteurs et indices (tableau 3).

Tableau 3 : Indices utilisés dans l'analyse de la qualité de l'habitat à l'échelle du microhabitat.

indice	Calcul		remarques	interprétation
n (variété) - substrat - vitesse - hauteur d'eau - pôles	Nombre de catégories ou classes représentées pour chacune des composantes de la qualité des mosaïques d'habitat			
H' (diversité des pôles)	$H' = - \sum_{(i)} S_i \times [\log_{10} (S_i)]$	$S_i = \frac{\text{(surface occupée par le type de pôle } i\text{)}}{\text{(surface total tronçon)}}$	C'est un indice de Shannon calculé en base 10	La valeur de l'indice est comprise entre 0 et 5. H' < 1,5 : dominance de certains pôles. H' > 2,5 : évolution dans le sens d'une diversification.
E (équité des pôles)	$E = H' / [\log_{10} (S_i)]$		Renseigne sur le caractère équilibré de la distribution surfacique des différents pôles.	La valeur de l'indice est comprise entre 0 et 1. E = 0 : un type de pôle domine largement. E = 1 : tous les types de pôles sont représentés de façon égale.

3. Analyse de la faune macrobenthique

Dans le cadre de cette étude, la **méthode d'analyse générique semi quantitative des peuplements benthiques** (adapté de Bacchi, 1994) a été mise en œuvre.

Les méthodes d'analyse simplifiées des communautés benthiques (IBGN, Cb2) permettent d'apprécier l'évolution dans l'espace et le temps de l'aptitude biogène globale des sites d'eau courante. Toutefois, leur degré de sensibilité est insuffisant pour mesurer quantitativement l'impact de plusieurs catégories de perturbations, notamment d'ordre physique. Généralement, il ne permet pas non plus de quantifier les effets de contaminations toxiques insidieuses, ni d'évaluer les conséquences des colmatages.

Ces « défauts » de sensibilité sont dus à la construction même de ces indices, conçus dans un dessein de perception plus générale et plus synthétique de l'état de santé des cours d'eau. En particulier, le nombre de prélèvements et la finesse de la prospection spatiale des macroinvertébrés préconisée par la norme IBGN sont insuffisants pour apprécier, même de façon semi-quantitative, la densité des différents taxons. Parallèlement, son niveau de détermination, « familial » pour la plupart des groupes, est trop imprécis pour garantir sa sensibilité dans le cas de certaines altérations.

Compte tenu des limites de l'IBGN, cette méthode expérimentale plus puissante a été mise en œuvre pour atteindre les objectifs de la présente étude. Les prémices de cette approche ont été conçues à l'université de Besançon (Bacchi, 1994 ; Parmentier, 1994) et finalisée par Teleos en 2000. Elle est fondée sur une prospection plus complète de l'espace fluvial en s'appuyant sur une description fine de l'habitat et sur une détermination taxonomique plus poussée.

3.1. PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE

Le protocole d'échantillonnage balaye systématiquement les trois composantes de l'habitat aquatique (tableau 4) : nature du substrat, vitesse de courant et hauteur d'eau, alors que le protocole de l'IBGN ne tient pas compte du dernier descripteur. En outre, le nombre de prélèvements élémentaires effectués à l'aide d'un filet Sürber de 1/20^{ème} de m², est fixé à 20, contre 8 pour l'IBGN, afin de prospecter une gamme d'habitats plus contrastés.

Tableau 4 : Codification directive de l'espace fluvial pour échantillonner les biocénoses benthiques.

Codification des substrats/supports et hiérarchisation de leur attractivité

Codes	Désignation
S9	Bryophytes
S8	Spermaphytes immergés
S7	Eléments organiques grossiers (litières, branchages, racines)
S6	Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) 2,5 cm à 25 cm
S5	Granulats grossiers 0,25 cm à 2,5 cm
S4	Spermaphytes émergents
S3	Sédiments fins +/- organiques « vases » ≤ 0,1 mm
S2	Sables et limons < 0,25 cm
S1	Surfaces naturelles et artificielles (roche, dalle, sols, paroi) > 25 cm
S0	Algues ou à défaut marne et argile

Codification non hiérarchisée des vitesses et des hauteurs d'eau

Codes	Vitesses
V1	< 5 cm
V2	6 à 25 cm/s
V3	26 à 75 cm/s
V4	76 à 150 cm/s
V5	> 151 cm/s

Codes	Hauteurs
H1	< 5 cm
H2	6 à 25 cm
H3	26 à 50 cm
H4	51 à 100 cm
H5	> 100 cm

Lors de l'échantillonnage, chaque couple substrat/vitesse recensé est échantillonné au moins une fois dans la classe de hauteur d'eau où il est le plus représenté. Dans le cas d'une variété de substrat/vitesse inférieure à 20, les prélèvements sont dupliqués pour les couples dominants dans des classes de profondeurs différentes.

Pour permettre d'effectuer des comparaisons temporelles avec des données acquises antérieurement à l'aide de l'application du protocole IBGN, les 8 premiers prélèvements élémentaires (sur 20) ont été effectués en suivant les modalités directives de cette norme, afin de pouvoir calculer l'indice stationnel correspondant. Puis, les 12 dernières placettes ont été échantillonnées suivant le protocole cité précédemment. Dans cette étude, les prélèvements réalisés en 2004 et 2007 ont été conservés séparément (20 pots par station) ce qui permet une étude plus précise des peuplements. En 2006 les 8 prélèvements constitutifs de l'IBGN ont été mélangés de même que les 12 prélèvements supplémentaires (2 pots par stations).

Les Plécoptères, les Ephéméroptères, les Trichoptères, les Coléoptères, les Hétéroptères, les Odonates, les Mollusques, les Achètes et les Turbellariés ont été déterminés au genre à partir de la clé Tachet *et al.* (2003). La limite taxonomique IBGN a été adoptée pour les autres taxons.

Cette détermination au genre pour la majorité des ordres, par rapport à la famille pour l'IBGN, paraît le niveau minimum indispensable pour analyser les structures semi quantitatives des biocénoses benthiques, du fait des diverses exigences écologiques au sein d'une même famille d'invertébrés.

3.2. TRAITEMENT DES RESULTATS ET ANALYSE

- Méthodes indicielles

L'Indice Biologique Global Normalisé (norme afnor : NF.T. 90.350 1992, 2004) est particulièrement sensible aux modifications de la qualité organique de l'eau et de la nature du substrat. Ainsi le groupe indicateur renseigne sur la qualité physico-chimique pour les paramètres de pollution classique à dominante organique. Cet outil nécessite une détermination au niveau de la famille.

Le calcul de la note IBGN est complété par le calcul de la robustesse de la note IBGN. Celle-ci, calculée en supprimant le premier groupe indicateur de la liste faunistique, permet ainsi de juger l'estimation fournie par la note IBGN.

L'indice d'aptitude biogène, **cb2** (Verneaux, 1982), est également calculé. Cet indice plus robuste du fait de sa prise en compte de la densité des taxons (≥ 3 individus) et d'un répertoire faunistique plus important (92 taxons indicateurs) a également l'avantage de distinguer deux indices : l'indice nature et l'indice variété. Leur contribution respective à la note totale apporte une information intéressante quant à la participation de la qualité physico-chimique de l'eau (**In**) ou de l'habitat (**Iv**) sur l'hospitalité du milieu.

Afin de faciliter l'interprétation du cb2, et notamment de l'**Iv**, un **coefficient morphodynamique m** est calculé. Il permet d'évaluer la qualité de l'habitat en fonction des couples substrat/vitesse inventoriés sur la station.

- Analyses des traits caractéristiques du peuplement

Une première approche de l'évolution fonctionnelle du peuplement est appréhendée par l'intermédiaire des Traits Biologiques, Ecologiques et Physiologiques : TBEP (Tachet *et al.*, 2003). L'approche utilisée consiste à calculer la distribution des fréquences relatives des notes d'affinités calculées pour les différentes modalités d'un trait. Cette analyse ne prend en compte que les taxons disposant du niveau de détermination requis à leur utilisation (Tachet *et al.*, 2003) et est réalisée à partir de la liste faunistique obtenue sur les 20 placettes.

Cette approche n'ayant pas été prévu dès le début de l'étude, certains taxons, et notamment les diptères et les oligochètes, n'ont pas été déterminé de manière assez approfondie. Ainsi, afin de les intégrer dans l'étude de la fonctionnalité du peuplement, nous avons eut recourt à une estimation de la répartition des effectifs en différentes familles, sous-familles et /ou tribus. Ainsi nous avons considéré que les effectifs d'oligochètes se composent de 90% « autres lumbriculidae », 5% Lumbricidae (représentés majoritairement par *Eiseniella tetraedra*) et 5% de tubificidae « autres tubificidae sans soies capillaires ». En ce qui concerne les diptères, l'estimation porte sur les diptères (50% d'orthocladiinae, 30% de chironomini et 20% de tanytarsini) et les simuliidae (100% de simuliinae) (A. Beauger, comm.person.).

8 traits sont plus précisément étudiés (tableau 5).

Tableau 5 : TBEP utilisés dans l'approche fonctionnelle du peuplement macrobenthique.

catégorie	Trait (nombre de modalités)	information
Physiologique	Valeur saprobiale (5)	Polluo-sensibilité/résistance des organismes présents particulièrement concernant les pollutions de type organique.
	Degré de trophie (3)	Concentration en nutriment (matières azotées et phosphatées) allant des eaux eutrophes (chargées) à oligotrophes (les deux nutriments sont rares) dans le milieu.
Biologique	Mode d'alimentation (8)	Information sur la disponibilité des différents types de ressources alimentaires et les stratégies d'utilisation.
	Durée du cycle vital (2)	Décrit la stratégie (r ou K) de développement de la faune et informe sur le caractère stable ou perturbé du milieu.
	Température (3)	Caractéristiques thermiques du milieu : amplitude de variation, type de régime.
Ecologique	Distribution transversale par rapport au chenal (7)	Intègre la structuration transversale (chenal/rive).
	Microhabitats (préférendum) (9)	Substrats disponibles et utilisés.
	Courant (préférendum) (4)	Ecoulements existants et exploités.

A travers ces 8 traits, l'accent est mis principalement sur l'évaluation de l'évolution de l'hospitalité du milieu par l'intermédiaire des habitats disponibles et utilisés et des transferts de matières (organique et nutriments).

- Analyse semi-quantitative

L'évolution de critères de variété et d'effectif à différents niveaux de détermination (ordre, famille et genre) et dans différentes conditions d'habitat est étudiée plus précisément, pour les années 2004 et 2007 pour lesquelles les 20 prélèvements ont été conservés séparément.

Les prélèvements réalisés dans des vitesses d'écoulement inférieures à 5 cm/s correspondent à des zones de dépôts souvent fortement pénalisées dans les cours d'eau présentant une qualité physico-chimique mauvaise.

En outre, la comparaison de l'évolution temporelle des peuplements au niveau des substrats minéraux et organiques est examinée. Un niveau d'information supplémentaire est renseigné concernant respectivement les substrats dominants, exclusivement minéraux, ainsi que les nouveaux substrats, uniquement organiques, apparaissant en 2007. Sont également différenciées, les valeurs au niveau du peuplement et de l'ensemble des ordres des tricoptères, éphéméroptères, plécoptères et coléoptères (TEPC). Enfin, le calcul de la variété des taxons significativement représentés (au moins 3 individus) apporte une information concernant la robustesse du peuplement.

En outre, l'analyse est complétée par le calcul de l'indice de diversité (Shannon) et d'équitabilité sur le peuplement total ainsi que sur les « sous-peuplements » ($V < 5 \text{ cm/s}$, substrats organiques et substrats minéraux) pour les niveaux de détermination maximum.

4. Le peuplement piscicole

Ce cours d'eau de première catégorie, présente un potentiel intéressant du fait de sa connexion avec le Chéran.

L'analyse du peuplement piscicole et de son évolution est basée sur les résultats obtenus lors d'une pêche d'inventaire réalisées l'une par le CSP le 22/05/2003 et l'autre par la FDPPMA 74 le 29/06/2007 en conditions d'étiage normal. L'ensemble de ces pêches s'est déroulé selon la méthode par enlèvements successifs (De Lury, 1951) et l'appareillage utilisé est le Héron (*marque Dream Electronic*).

Les résultats sont analysés sur le plan quantitatif (densité et biomasse) et qualitatif (apparition de nouvelle espèce).

5. La physico-chimie

Dans le cadre du « réseau de qualité des cours d'eau du département », des analyses physico-chimiques ont été réalisées pour le conseil général de Haute-Savoie sur le Dadon (Conseil Général 74, 2003). Les résultats obtenus lors de cette campagne seront donc exploités et complétés par deux campagnes d'échantillonnage réalisées le 26 mars 2004 (débits proches de l'étiage) et le 29 juillet 2004 (étiage sévère) 20m en amont du pont constituant la limite aval du secteur d'étude.

La qualité globale de l'eau a été évaluée par une analyse des paramètres physico-chimiques suivants : Température ; Oxygène dissous et taux de saturation ; pH ; Conductivité ; Dureté totale ; Azotes (NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+) ; Orthophosphates.

Les échantillons ont été analysés à l'aide du spectrophotomètre MERCK *spectroquant NOVA 60* et des tests *spectroquant* MERCK :

- NH_4^+ : 1.14752.0001 Ammonium test
- NO_3^- : 1.09713.0001 Nitrat test
- NO_2^- : 1.14776.0001 Nitrit test
- **Dureté totale** : 1.00961.0001 Total hardness cell test.

Les mesures de température, du pH, de la conductivité et de l'oxygène ont été effectuées en même temps que les prélèvements (pH 86 T, OXY 86 T MERCK et conductimètre HANNA instruments *Conmet 2*).

Le SMIAC (En partenariat avec le Parc Naturel Régional du Massif des Bauges), a également réalisé des analyses physico-chimiques durant la période estivale 2006 (du 12/07/06 au 06/09/06). Les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'un préleveur automatique. Les échantillons récoltés sur une période de 8 jours ont été analysés par un laboratoire. Ces résultats sont également exploités.

Les classes de qualité du SEQ eau (Tableau 6) sont utilisées pour mettre en évidence les facteurs déclassant et donc faciliter l'interprétation des résultats obtenus.

Classe de qualité	très bon	bon	passable	mauvais	très mauvais
Altération Matières organiques et oxydables					
O ₂ dissous (mg/L)	8	6	4	3	< 3
Sat O ₂ (%)	90	70	50	30	< 30
DCO (mg/L O ₂)	5	7	10	12	> 12
NH ₄ ⁺ (mg/L-NH ₄)	0,5	1,5	2,8	4	> 4
Altération Matières azotées					
NH ₄ ⁺ (mg/L-NH ₄)	0,1	0,5	2	5	> 5
NO ₂ ⁻ (mg/L-NO ₂ ⁻)	0,03	0,1	0,5	1	> 1
Altération Nitrates					
NO ₃ ⁻ (mg/L-NO ₃ ⁻)	2	10	25	50	> 50
Altération Matières phosphorées					
PO ₄ ³⁻ (mg/L-PO ₄ ³⁻)	0,1	0,5	1	2	> 2
Altération Température					
Température (°C)	< 21,5	< 23,5	< 25	< 28	> 28
Altération Minéralisation					
Conductivité (µS/cm)	< 2500	< 3000	< 3500	< 4000	> 4000
Altération Acidification					
pH	> 6,5 et < 8,2	> 6 et < 8,5	> 5,5 et < 9	> 4,5 et < 10	< 4,5 et > 10

Tableau 6 : Classes de qualité SEQ Eau (2004)

6. Données thermiques et niveau typologique théorique

La température est un facteur déterminant de la qualité du milieu aquatique, notamment pour les cours d'eau salmonicoles.

En 2003, en vue d'une comparaison avant travaux et dans les années suivantes, une sonde thermique a été positionnée pour déterminer la température de l'eau des 30 jours les plus chauds. Le niveau typologique théorique (NTT) du Dadon calculé sur le secteur d'étude est **B4**.

Une étude de la qualité thermique des affluents du Chéran haut-savoyard a été réalisée sur un cycle annuel complet en 2005-2006 (Vigier *et al.*, 2007). Dans ce cadre, nous disposons de données en amont (à la hauteur de la base de loisir) et en aval (au niveau du stand de tir) du secteur restauré. Ces stations ont bénéficié d'un suivi sur un cycle annuel complet (du 1^{er} juin 2005 au 31 mai 2006) au pas de temps horaire à l'aide de thermographes enregistreurs *stowaway tidbit*.

Les données brutes permettent de caractériser sur chaque station 30 variables thermiques différentes (Caudron *et al.*, 2006). La plupart sont utilisées dans le but d'évaluer les potentialités piscicoles ainsi que les conséquences biologiques potentielles pour la truite commune des caractéristiques thermiques des eaux de surface (tableau 7).

Tableau 7: Variables utilisées pour caractériser la qualité thermique du Dadon vis-à-vis des exigences écologiques de la truite commune (d'après Caudron *et al.*, 2006).

Variable	description
Tmax (°C)	Valeur de la température instantanée maximale relevée pendant le cycle annuel
Amp max (°C)	Différence entre les températures instantanées minimales et maximales relevées pendant le suivi
Tm30 (°C)	Valeur de la température moyenne calculée sur les 30 jours les plus chauds (Verneaux, 1973)
4°C < Jr < 19°C	Nombre de jours où la température est comprise entre 4°C et 19°C (préférendum thermique de la truite fario selon Elliot, 1975; Elliot et Elliot, 1995 et Crisp, 1996)
seq (H)max >19°C	nombre d'heures de la séquence maximale où la température reste supérieure ou égale à 19°C durant le suivi annuel
seq (H)max >15°C	nombre d'heures de la séquence maximale où la température reste supérieure ou égale à 15°C durant le suivi annuel
DVSG(Jr)	Durée en jours de la période totale de développement embryo-larvaire sous graviers (de la fécondation à l'émergence) calculée à partir d'une date de ponte médiane fixée au 15 décembre (en utilisant l'équation de Crisp, 1992)
seq (H)max >12°C(DVSG)	Nombre d'heures de la séquence maximales durant la période de vie sous graviers (DVSG) où la température reste supérieure à 12°C
seq (H)max <1°C(DVSG)	Nombre d'heures de la séquence maximales durant la période de vie sous graviers (DVSG) où la température reste inférieure à 1°C

Parmi ces variables, la valeur de la température moyenne calculée sur les 30 jours les plus chauds (Verneaux, 1973) sera utilisée pour le calcul du niveau typologique théorique.

Ce principe, établi par Vernaux (1973, 1977), permet de définir le niveau typologique théorique de chaque station à partir de leurs caractéristiques mésologiques (altitude, pente, section mouillée, distance à la source, température et dureté).

Ces caractères particuliers sont ensuite utilisés dans la formule suivante :

$$\text{NTT} = 0.45 \text{ T}_1 + 0.3 \text{ T}_2 + 0.25 \text{ T}_3$$

Avec :

$$\text{T}_1 = 0.55t - 4.34$$

$$\text{T}_2 = 1.17 \ln (\text{do} \cdot \text{D} / 100) + 1.5$$

$$\text{T}_3 = 1.75 \ln (100 \text{ Sm} / \text{p l}^2) + 3.92$$

t : température (°C) des 30 jours les plus chauds (estimée par des mesures instantanées)

do : distance à la source (km)

Sm : section mouillée (m²) à l'étiage

D : dureté calco-magnésienne (mg/l)

p : pente en ‰

l : largeur du lit mineur (m)

III. Résultats

1. Le peuplement piscicole

La biomasse piscicole augmente d'un facteur 35 entre 2004 et 2007 et la densité d'un facteur 14 (tableau 8).

Tableau 8 : Evolution post travaux de la biomasse piscicole totale.

TOTAL	2004	2007
densité (ind/100m ²)	31,96	447,53
biomasse (kg/ha)	9,65	335,47

Ces augmentations sont largement portées par les chevennes (*Leuciscus cephalus*) pour la biomasse et les vairons (*Phoxinus phoxinus*) pour la densité (figure 4). Deux nouvelles espèces : le blageon (*Telestes souffia*) et la carpe commune (*Cyprinus carpio*) apparaissent en 2007. Bien que présente lors des pêches d'inventaires réalisées en 2004 et en 2007, la présence de truite reste anecdotique : 1 alevin (3g) en 2004 et 2 individus (130 et 200mm) en 2007.

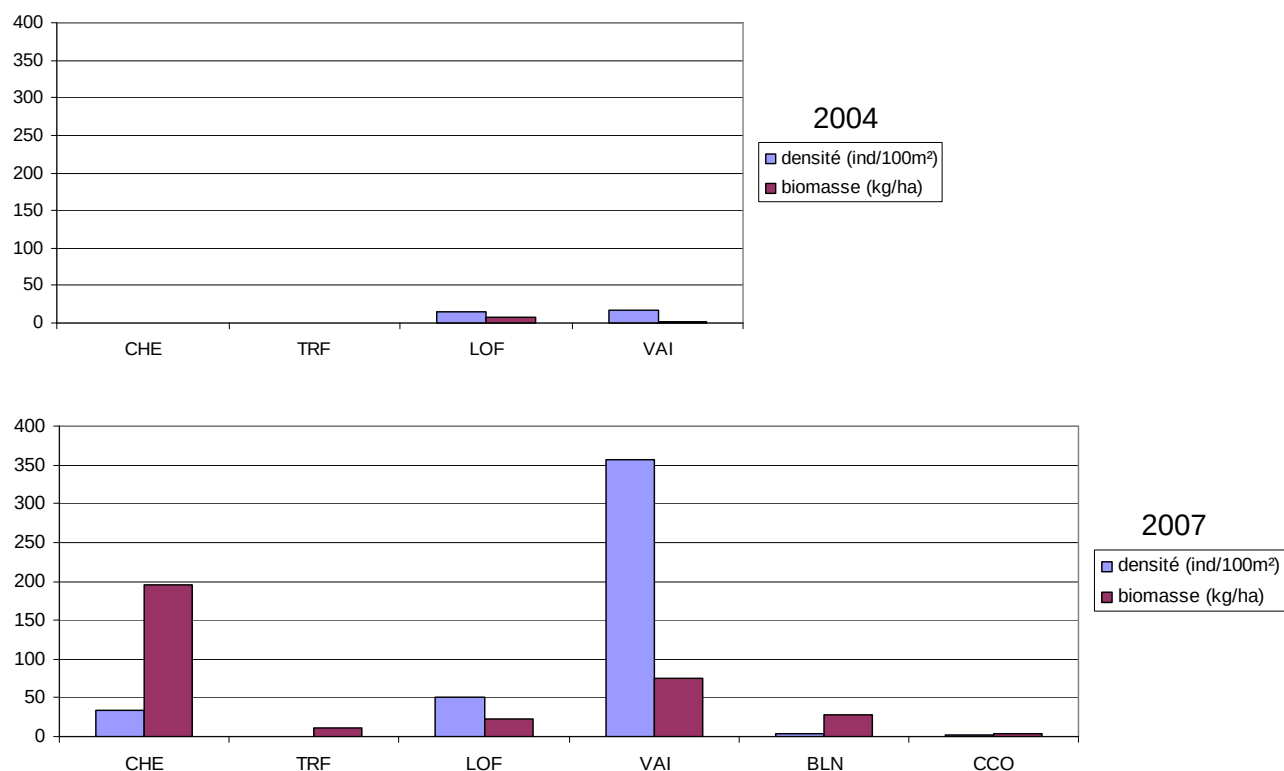


Figure 4 : Evolution des biomasses et densités par espèce avant (haut) et 3 ans après travaux (bas).

L'approche typologique, non détaillée ici, met en évidence de fortes différences entre le peuplement attendu pour un cours d'eau de type B4 et le peuplement observé. Seule la population de vairon atteint les valeurs de biomasse et de densité attendues (annexe B), les loches franches et les truites paraissent bien en dessous des potentialités naturelles de ce type de cours d'eau. En outre on remarque l'absence totale de chabot et d'ombre, espèces

potentiellement électives de ce biotype. Au contraire, le peuplement de chevaines présente des valeurs de densité et de biomasse étonnement élevées pour un B4.

En effet, les chevennes sont présents en quantité sur le secteur de pêche. Les individus présents se répartissent entre 71 et 285 mm (figure 5), les classes de taille les plus représentées se situent entre 160 et 209 mm. Les individus de plus grande taille sont faiblement représentés.

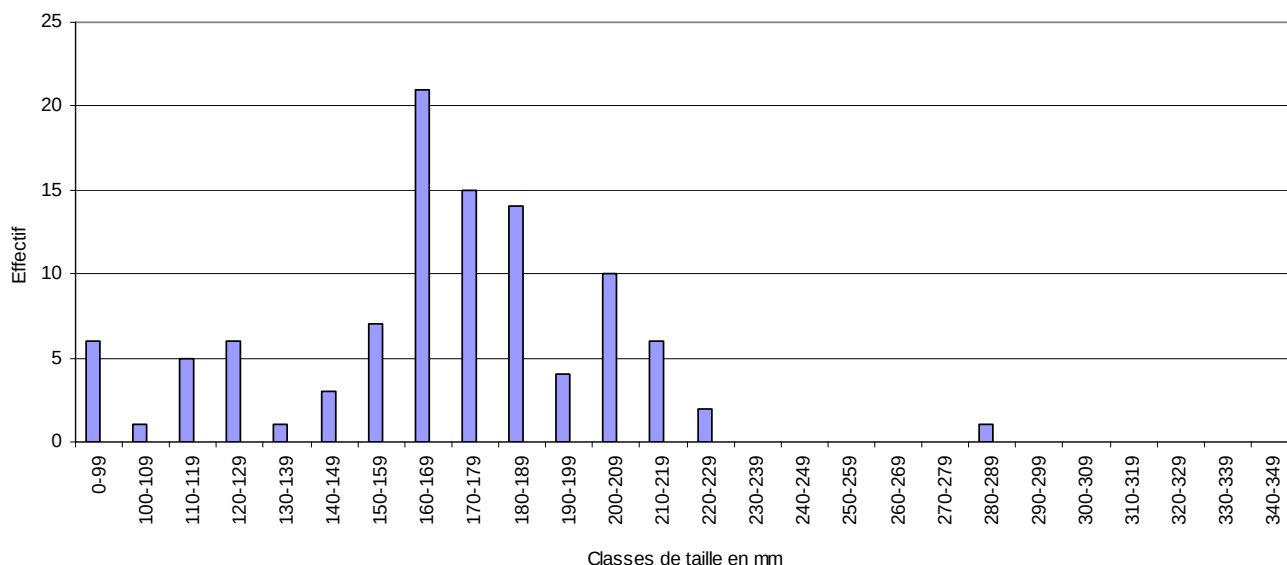


Figure 5 : Répartition des classes de taille de chevesne sur le Dadon en 2007.

2. La qualité physico-chimique du milieu

Le tableau 9 ci-dessous présente les résultats obtenus précédemment (à l'aval du secteur d'étude) ainsi que ceux des deux campagnes de prélèvements (une hivernale et une estivale) réalisées au cours de cette étude.

Tableau 9 : Synthèse des résultats physico-chimiques obtenus sur le Dadon.

	SMIAC, 2001	Conseil Général 74, 2003		Campagnes 2004	
	21/08/2000	22/08/2002	18/02/2003	26/03/2004	29/07/2004
Température en °C	16,1	21,3	4,4	5,8	17,5
pH	6,57	8,2	8,2	8,6	7,83
% de saturation	88	147	103	82	Pb
Oxygène dissous (mg O ₂ /L)	8,43	12,6	13	9,7	oxymètre
Conductivité (µS/cm)	529	504	528	610	510
Orthophosphates (mg PO ₄ ³⁻ /L)	1,8	0,05	0,15	0,5	0,32
Nitrates (mg NO ₃ /L)	21,1	9,6	10,1	5,6	11,4
Nitrites (mg NO ₂ /L)	0,16	<0,02	0,03	0,05	0,04
Azote ammoniacal (mg NH ₄ ⁺ /L)	<0,01	0,07	0,08	0,04	0,11
Dureté totale en mg/L				129	115

RUISSEAU DU DADON (aval station restauré, pont cadre) : campagne estivale 2006							
paramètres	12/07/2006	18/07/2006	26/07/2006	02/08/2006	09/08/2006	30/08/2006	06/09/2006
MES (mg/l)	10	33	7	8,2	14	13	18
PO4 (mg/l)	0,04	0,08	0,04	0,04	0,13	0,14	0,05
Ptotal (mg/l)	0,04	0,09	0,04	0,04	0,08	0,06	0,05
NO3 (mg/l)	11	3,6	11,6	12,1	10	9	11
NH4 (mg/l)	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
COD (mg/l)	1	1,3	1	5,7	2,5	2,2	1,2

Tout d'abord, il est intéressant de préciser que les concentrations de micropolluants métalliques ont également été évaluées (Conseil Général 74, 2003) sur le Dadon. Lors de ces analyses, aucune pollution métallique n'a été mise en évidence.

Globalement, la qualité de l'eau peut être qualifiée de « passable » sauf en 2000 où un pic d'orthophosphates lui attribue une qualité « mauvaise ».

Les nitrates et les orthophosphates sont les deux paramètres qui posent problème pour l'ensemble des mesures réalisées sur le Dadon. Les fortes concentrations relevées en 2000 semblent être maximales mais soulignent que le Dadon peut être soumis à de forts pics de pollution.

Les concentrations de nitrates et d'orthophosphates relevées traduisent une pollution chronique dont l'origine est multiple. Des rejets agricoles en tête de bassin versant ainsi qu'une mauvaise épuration des eaux issues de la zone d'activité de Rumilly sont les sources probables de ces pollutions. Des rejets domestiques diffus contribuent également à aggraver la situation, notamment pour les orthophosphates (Conseil Général 74, 2003).

La présence de nitrates, et surtout de phosphates, en concentration anormale dans les milieux aquatiques est à l'origine de multiples désagréments aboutissant à une dégradation globale de la qualité physico-chimique de l'eau.

En effet, associées à une faible lame d'eau et un fort ensoleillement, ces surcharges nutritionnelles induisent des proliférations algales telles que celles rencontrées sur le Dadon (particulièrement en 2004). Il en résulte un appauvrissement général de l'habitat par colmatage, une décomposition de matière organique entraînant une désoxygénation partielle et donc une altération des potentialités du milieu (eutrophisation). En 2007, ce phénomène de colmatage n'a pas été observé au moment des prélèvements d'invertébrés et relevés d'habitat (juillet), cependant l'hypothèse selon laquelle la pluviométrie et les débits estivaux exceptionnels de 2007 ont peut-être limité ces développements ne peut pas être écartée.

De fait, la qualité de l'eau, même si elle n'est pas directement incompatible avec la vie piscicole, n'est pas satisfaisante. Ainsi, la réhabilitation de l'habitat est une première étape qui devra s'accompagner d'un programme d'amélioration de la qualité physico-chimique de l'eau à l'échelle du bassin versant pour finaliser la restauration du Dadon.

3. Qualité thermique

Les résultats présentés (tableau 10) sont extraits du rapport concernant la qualité thermique des affluents du Chéran haut-savoyard (données 2005-2006) (Vigier *et al.*, 2007).

Tableau 10 : Valeurs des 10 variables thermiques étudiées sur 2 stations situées sur le secteur aval du Dadon de part et d'autre du secteur restauré.

Paramètre	Dadon base	Dadon aval
Température instantanée maximale	22,86	22,6
Amplitude annuelle des moyennes journalières	15,83	20,14
Température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds	15,37	18,54
Préférendum thermique : 4-19°C (jours)	329	292
Durée où T>19°C (heures)	23	353
Durée de la séquence maximale où T>19°C (heures)	10	17
Durée de la séquence maximale où T>15°C (heures)	78	619
Durée de vie sous gravier DVSG (jours)	132	134
Durée de la séquence maximale où T>12°C durant DVSG (heures)	16	17
Durée de la séquence maximale où T<1°C durant DVSG (heures)	7	6

La situation thermique sur les 2 stations situées en aval du Dadon est très contrastée. Les températures moyennes journalières évoluent sur l'année entre 3 et 18°C pour la station amont

(Dadon base) et entre 1 et 20°C sur la station aval (stand de tir). Les températures estivales, bien que relativement chaudes, ne semblent pas être limitantes pour le développement de la truite commune. En effet, elles ne dépassent le seuil de 25°C, considérée comme valeur critique (létale ou sub-létale) pour la survie de la truite commune en rivière. Par contre, des variations brutales et amples des températures moyennes journalières durant les périodes estivales, sont observables sur les deux stations aval du Dadon. En effet, sur la station Dadon base, l'on observe des variations de l'ordre de 4 à 6 °C, sur de courtes périodes (1 à 3 heures) puis un retour progressif (de 12 à 24 heures) aux valeurs de températures antérieures à ces épisodes.

En dehors de ces épisodes, le Dadon au niveau de la base de loisir semble plus tamponné et relativement frais en été. Ceci pourrait être l'effet de la réalimentation du Dadon par une source, située en amont immédiat de la sonde, après une zone d'assèchement située en amont. Outre ces pics isolés de température durant la période estivale, le Dadon au niveau de la station Dadon base montre globalement des amplitudes journalières limitées (2°C au maximum). Par contre, la station Dadon aval, se comporte très différemment avec des amplitudes thermiques journalières atteignant fréquemment les 6°C durant la période estivale.

La durée du préférendum thermique de la truite est relativement élevée sur la station Dadon Base (329 jours) malgré des amplitudes thermiques journalières estivales ponctuellement élevées. En effet, les températures enregistrées sur cette station ont tendance à être globalement plus chaudes en hiver et plus fraîches en été ce qui rend ce secteur apparemment plus favorable à la vie salmonicole. Cependant, les conditions thermiques se dégradent au niveau de la station Dadon aval où les températures estivales sont élevées et dépassent régulièrement les 19°C (350 heures cumulées/an). Malgré tout, cette température de 19°C n'est jamais dépassée durant plus de 17 heures consécutives. Par contre, sur cette même station, la limite des 15°C, est dépassée durant une durée largement suffisante (> à 360 heures consécutives) pour favoriser le développement de la PKD (« Proliferative Kidney Disease »= maladie rénale proliférative). Le risque est globalement élevé sur l'ensemble du bassin (cours principal et affluents) du Chéran.

L'estimation de durée de vie sous graviers, ne paraît pas limitante pour le développement de la truite commune. En effet, elles peuvent être considérées comme des durées d'incubation plutôt faibles par rapport aux autres résultats obtenus sur le département (Caudron *et al.*, 2006) avec des valeurs de l'ordre de 130 jours.

Ainsi, la station Dadon base, outre les pics de température inexpliqués durant la période estivale, paraît très favorable au développement et au maintien d'une population de truite. Par contre, la situation de la station Dadon aval est beaucoup problématique, notamment durant la période estivale avec des températures globalement élevées (mais à priori non discriminantes) et des amplitudes thermiques journalières fortes, ainsi qu'un risque de développement de la PKD non négligeable.

4. Le peuplement macro-benthique

4.1. EVOLUTION DE LA QUALITE HYDROBIOLOGIQUE GLOBALE

La tendance de 2004 à 2007 est à l'amélioration des indices sur les deux stations étudiées sur les tronçons T2 et T7 (Figure 6). Une augmentation de note de l'ordre de 5 points est observées sur ces deux stations entre 2004 et 2007 pour les indices généraux : IBGN, robustesse et Cb2. Malgré tout, la qualité hydrobiologique du milieu reste mauvaise avec des notes variant entre 10 et 12 en 2007.

Après une augmentation globale de tous les indices entre 2004 et 2006, l'amélioration de la qualité globale entre 2006 et 2007 semble principalement portée par l'augmentation de la variété taxonomique pour l'IBGN et par l'indice variété (Iv) pour le Cb2. Ces variables reflètent plus particulièrement la qualité physique de l'habitat. De même, le coefficient morphodynamique (Verneaux, 1983), caractérisant la capacité d'accueil du milieu vis-à-vis du macrobenthos sur la base des substrats/vitesses prélevés, est en hausse.

Au contraire, les indicateurs de la qualité de l'eau : le groupe indicateur (GI) pour l'IBGN et l'indice nature (In) pour le Cb2 montrent une amélioration entre 2004 et 2006 puis stagnent voir diminuent entre 2006 et 2007.

En outre, le calcul de la robustesse de l'IBGN, conforte cette observation, en effet quelque soit l'année et la station, le second taxon indicateur appartient au GI 2 (mollusque ou Baetidae), ce qui correspond à une diminution de l'ordre de 2 ou 3 GI. La présence des taxons les plus sensibles reste très fragile, du fait notamment de leur faible effectif et de leur caractère « isolé », de ce fait, la variété taxonomique semble avoir un rôle majeur dans l'évolution des indices sur les 2 stations.

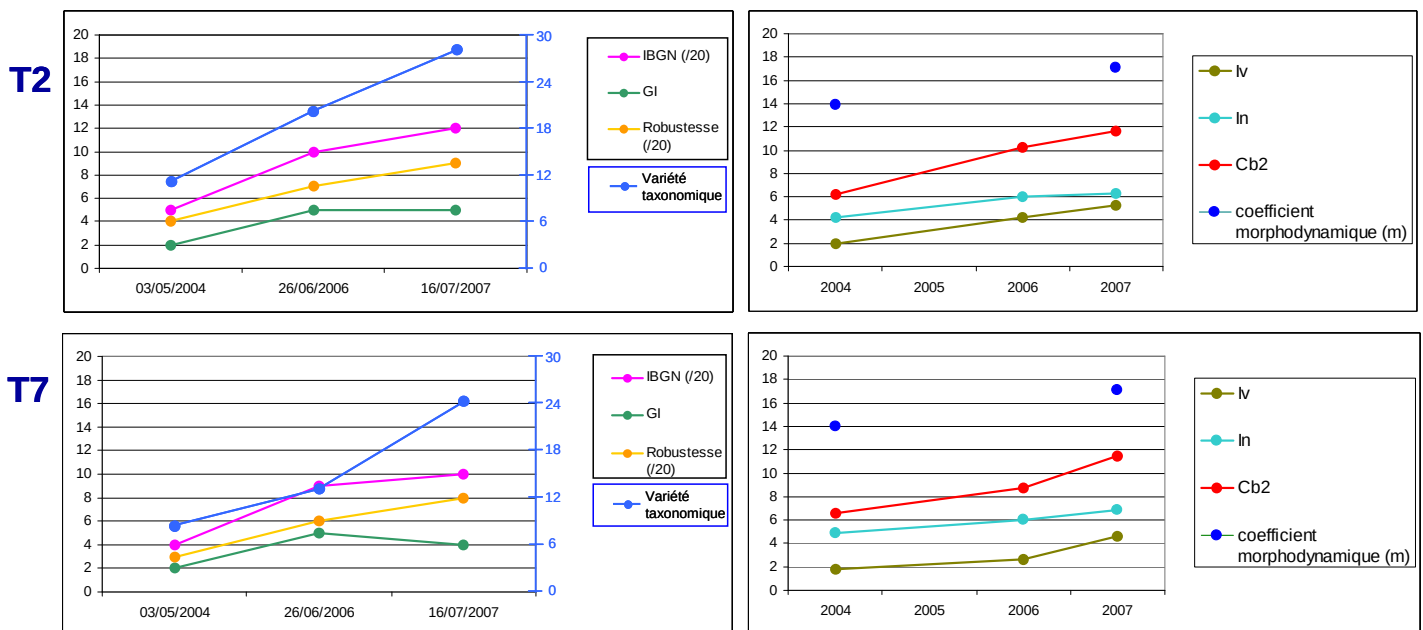


Figure 6 : Evolution post travaux des indices IBGN et Cb2 sur les 2 stations d'étude du macrobenthos.

Ainsi l'amélioration de la qualité hydrobiologique globale semble être liée à l'amélioration de la qualité de l'habitat, cependant ces méthodes indicielles ne nous permettent pas d'en comprendre les mécanismes et de quantifier les effets induits par les travaux de restauration.

4.2. EVOLUTION QUANTITATIVE DU PEUPLEMENT MACROBENTHIQUE

La tendance est globalement à la baisse des effectifs, particulièrement pour la station T2 (figure 7). Cette diminution s'accompagne d'une augmentation des ordres représentés ainsi que d'une modification de leur représentation. En effet les effectifs d'oligochètes et de diptères diminuent fortement (de plus de 90% à environ 20% des effectifs) parallèlement à une explosion des effectifs d'amphipodes (environ 50%) en 2007, et à une augmentation du nombre d'ordres significativement représentés. D'autre part, la variété taxonomique (générique) observée montre une progression en deux étapes : légère entre 2004 et 2006 puis plus forte entre 2006 et 2007.

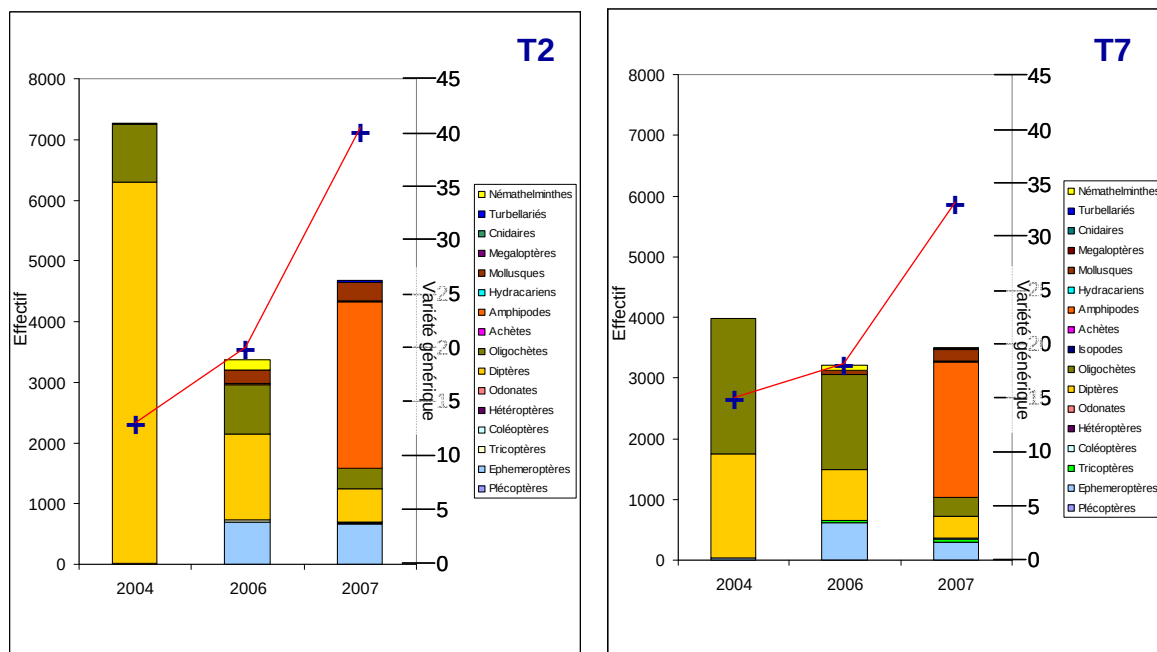


Figure 7 : Evolution des effectifs des différents ordres (histogramme) et de la variété générique (courbe) des peuplements d'invertébrés avant (2004) et après travaux (2006 et 2007) sur le tronçon restauré du Dadon.

Sur les deux stations, les effectifs de *Chironomidae* et oligochètes constituaient plus de 95% des effectifs totaux en 2004 et ont diminué progressivement à environ 20% de l'effectif total en 2007. Parallèlement à ce phénomène, nous observons une augmentation des effectifs d'Ephéméroptères et de mollusques dès 2006.

La diversification du peuplement est visible à tous les niveaux (tableau 11 et 12) : ordres, familles et plus particulièrement au niveau générique. En effet, en 2004 et 2006 la grande majorité des familles ne sont représentées que par un seul genre.

D'autre part, les effectifs et la variété des genres appartenant aux ordres des TEPC (Tricoptères, Ephéméroptères, Plécoptères et Coléoptères) croissent au cours du temps. Ces augmentations d'effectifs sont principalement portées par le genre *Baetis*, les autres genres présentent souvent des effectifs très réduits. En outre, la présence aléatoire selon les années de certains taxons, notamment les plus polluosensibles tels que *Leuctra*, *Nemoura*, *Protonemura*..., (annexe A), ainsi que la faible proportion de taxons représentés par au moins 3 individus, semble mettre en évidence la fragilité de ces peuplements.

- Sur le secteur reméandré

Sur ce secteur (tableau 11), la représentativité du peuplement observé sur les zones à faible vitesse de courant en terme d'effectif et de variété taxonomique diminue au cours du temps. En effet, concernant les effectifs, d'une part le nombre de prélèvements effectués sur des placettes $V < 5 \text{ cm/s}$ passe de 9 en 2004 à 6 en 2007 et d'autre part, on observe une forte baisse des effectifs des taxons saprobiontes à tendance proliférative. Les *chironomidae* et oligochètes constituaient 99% des effectifs et sont réduits à 24% en 2007. Enfin, quelque soit l'année, les taxons appartenant aux ordres TEPC sont faiblement représentés à la fois en terme d'effectif et de variété. En outre, l'évolution du peuplement semble montrer une certaine amélioration des conditions du milieu, notamment à travers :

- l'augmentation de la variété totale avec l'apparition de taxons globalement plus polluo-sensibles,
- la diminution des effectifs des taxons considérés comme majoritairement saprobiontes,

D'autre part, l'apparition de Gammares (g. *Gammarus*) dans des effectifs conséquents, 57% des effectifs du « peuplement lentique », semble également souligner une plus forte disponibilité en débris organiques grossiers.

Si l'évolution des peuplements est globalement la même : domination des effectifs par les taxons saprobiontes en 2004 (entre 97 et 99 %) et explosion des effectifs de gammares en 2007 (entre 50 et 60% des effectifs) ; les peuplements observés sur les substrats organiques et minéraux évoluent très différemment.

Malgré une dominance toujours écrasante des substrats de nature minérale en 2007 (90%) et un nombre de prélèvements encore majoritaires (13/20) on remarque un effondrement des effectifs de 6063 à 865 individus, ce qui correspond au passage de 83% en 2004 à 18% en 2007 des effectifs totaux. D'autre part, la représentativité de ce peuplement « minéral » sur la station T2 diminue également du point de vue de la variété taxonomique générique. En 2007, seulement la moitié des genres présents sur la station sont représentés dans les substrats minéraux. Malgré tout, on remarque une légère augmentation de variété principalement portée par le groupe des mollusques.

Parallèlement, la très légère augmentation surfacique des substrats organiques (de 0,1 à 10% T2) et particulièrement l'apparition de nouveaux substrats très biogènes tels que les bryophytes et spermaphytes émergées, semblent contribuer à l'explosion d'effectifs (81% du total) et de variété taxonomique observée en 2007. L'ordre principalement responsable de cette augmentation est comme précédemment celui des mollusques. Enfin, l'on constate une augmentation notable de la variété générique des TEPC au niveau de ces substrats, cependant la majorité des genres ne sont représentés que par 1 ou 2 individus, tout particulièrement les coléoptères.

Tableau 11 : Evolution post-travaux de quelques caractéristiques quantitatives du peuplement de macroinvertébrés sur la station T2.

T2	Total			V < 5 cm/s		substrats minéraux (dominants)		substrats organiques (nouveaux)	
	2004	2006	2007	2004	2007	2004	2007	2004	2007
nombre de prélèvements (/20)	20	20	20	9	6	17 (10)	13 (8)	3	7 (3)
% recouvrement / station						99,86% (99,86%)	89,5% (65,12%)	0,14%	10,50%
effectif brut	7263	3377	4682	3395	1001	6065 (3250)	865 (735)	1108	3820 (2057)
abondance relative (% eff total brut)	100%	100%	100%	46,70%	21,30%	83,5% (44,7%)	18,5% (15,7%)	15,30%	81,6% (43,9%)
variété (ordre)	9	9	14	8	12	9 (9)	12 (11)	3	14 (13)
variété (famille)	13	19	35	11	22	13 (11)	19 (17)	4	33 (23)
variété taxonomique ("genre")	13	20	40	11	24	13 (11)	20 (17)	4	36 (24)
variété taxonomique ≥ 3	8	13	21	5	13	7 (7)	9 (8)	2	20 (12)
effectif brut TEPC	24	729	687	3	30	24 (14)	229 (199)	0	458 (258)
abondance relative TEPC (% eff brut)	0,30%	22,70%	14,70%	0,09%	3%	0,4% (0,4%)	26,4% (27%)	0%	12% (12,5%)
variété générique TEPC	4	4	9	2	4	4 (3)	4 (3)	0	8 (6)
variété générique TEPC ≥ 3	1	2	3	0	2	2 (2)	2 (2)	0	2 (1)
diversité S	0,73	2,43	2,07	0,54	2,15	0,79	2,11	0,40	2,02
équité E	0,20	0,56	0,39	0,16	0,47	0,23	0,46	0,12	0,44

- Sur le secteur diversifié.

Outre un effectif total brut relativement stable, le peuplement d'invertébrés du secteur T7 (tableau 12) et son évolution présente de grandes similitudes avec celui du secteur T2.

L'explosion d'effectif des gammaridae est également plus marqué, notamment sur les secteurs à V<5cm/s et au niveau des substrats organiques où ils constituent près de 70% des effectifs, alors qu'ils représentent environ 50% des effectifs sur l'ensemble des prélèvements réalisés sur des substrats minéraux.

Les différences de variété entre les peuplements des deux types de substrats en 2007 sont également moins marquées que sur le secteur T2, cependant c'est encore les substrats organiques qui présentent la plus forte variété de TEPC.

Tableau 12 : Evolution post-travaux de quelques caractéristiques quantitatives du peuplement de macroinvertébrés sur la station T7.

T7	Total			V < 5 cm/s		substrats minéraux (dominants)		substrats organiques (nouveaux)	
	2004	2006	2007	2004	2007	2004	2007	2004	2007
nombre de prélèvements (/20)	20	20	20	7	7	18 (14)	14 (8)	2	6 (4)
% recouvrement / station						99,28% (96,35%)	91,6% (69,4%)	0,72%	8,50%
effectif brut	3990	3214	3498	593	1481	3838 (3459)	1298 (1132)	152	2199 (1448)
abondance relative (% eff total brut)	100%	100%	100%	14,90%	42,30%	96% (86,7%)	37,1% (32,4%)	3,80%	62,9% (41,4%)
variété (ordre)	9	8	13	7	12	8 (8)	11 (11)	4	13 (10)
variété (famille)	14	13	24	9	21	13 (13)	22 (22)	4	24 (16)
variété taxonomique ("genre")	15	18	33	10	22	14 (14)	25 (24)	4	27 (19)
variété taxonomique ≥ 3	12	11	20	4	15	7 (7)	16 (15)	2	14 (10)
effectif brut TEPC	30	646	353	9	80	28 (25)	190 (111)	2	162 (148)
abondance relative TEPC (% eff brut)	0,75%	20,10%	10,10%	1,50%	5,40%	0,7% (0,7%)	14,6% (9,8%)	1,30%	7,4% (10%)
variété générique TEPC	6	3	10	5	6	5 (5)	5 (4)	2	9 (7)
variété générique TEPC ≥ 3	1	2	6	1	3	1 (1)	4 (4)	0	3 (1)
diversité S	1,23	2,05	1,94	1,01	1,69	1,23	2,38	0,77	1,53
équité E	0,32	0,49	0,39	0,30	0,38	0,37	0,53	0,23	0,34

- Evolution de la diversité des peuplements observés

L'évolution des indices de diversité (S) et d'équité (E), calculés sur les peuplements totaux (T2 et T7) et sur les différents « sous-peuplements » (V<5cm/s, substrats minéraux et organiques), suivent une évolution similaire sur les 2 stations. Ainsi, En 2004, les peuplements sont dans un état peu diversifié (surtout T2 S=0,73) avec des effectifs fortement dominés (E inférieure à 0,5 sur les deux stations) par quelques taxons (*chironomidae* et oligochètes). En 2006, les peuplements semblent plus diversifiés (S >2) et légèrement plus équilibrés (E > ou proche de 0,5). En effet, les effectifs sont partagés sur un nombre relativement plus important de taxons : *chironomidae*, oligochètes, *baetidae*, et dans une moindre mesure mollusques et némathelminthes. Enfin, en 2007, malgré une forte augmentation de variété, la diversité montre une légère baisse. Ce phénomène semble s'expliquer par le retour à un peuplement fortement dominé par un seul taxon (*gammariidae*).

En outre, l'évolution de ces 2 indices sur les peuplements issus des prélèvements réalisés sur des secteurs lenticques est plutôt variable. Sur la stations T2, nous observons une forte diversification (S=0,54 en 2004 et S=2,15 en 2007) ainsi qu'un meilleur équilibre dans les effectifs de taxons, alors que la station T7 montre une amélioration plus timide avec une valeur de 1,69 pour l'indice de Shannon et un peuplement qui reste fortement dominé par quelques taxons (gammars notamment).

Enfin, quelques soit la situation (avant/après travaux), les peuplements trouvés sur les substrats minéraux paraissent relativement moins dominés par les taxons à tendance prolifératives que les peuplements trouvés sur les substrats organiques qui ont systématiquement des valeurs inférieures pour ces deux indices.

1^{ers} Constats sur les tronçons T2 et T7 :

- en 2004 : effectifs dominés par des individus saprobiontes sur l'ensemble des substrats prélevés.
- En 2007 :
 - o diminution des effectifs des taxons saprobiontes,
 - o explosion des effectifs de gammars qui dominent à leur tour le peuplement (58% sur T2 et 64% sur T7).
 - o diversification des substrats : apparition de nouveaux substrats organiques et diminution de la proportion de galets et graviers au sein des substrats minéraux,
 - o augmentation de la variété taxonomique.
 - o augmentation de la variété des taxons appartenant aux ordres TEPC, mais peu ont des effectifs supérieurs à 3 individus. L'effectif global des TEPC est largement dominé par le genre *Baetis* (de 79% à 96%). Les taxons les plus polluo-sensibles (ex : *Nemouridae*, *Leuctridae*, *Heptageniidae*...) sont souvent représentés par de faibles effectifs et leur présence est aléatoire d'une année sur l'autre.

4.3. EVOLUTION FONCTIONNELLE DU PEUPLEMENT MACROBENTHIQUE

L'évolution de l'affinité des peuplements macrobenthiques aux 8 traits étudiés (figure 8 et 9) sur les stations T2 et T7 montre globalement :

- une augmentation de l'affinité des peuplements pour les vitesses d'écoulements plus élevées (25-50 cm/s).
- une diminution de la fréquence des affinités aux milieux lenticques (de 20% en 2004 à 10% en 2007) et au substrat vase associé.
- une apparition des taxons ayant une préférence pour les habitats situés dans le chenal (de 3,4% à 24%) et de taxons associés à des substrats en relation directe avec la présence d'une ripisylve en contact (branchages, racines et litière).
- une légère tendance à l'augmentation de la fréquence d'affinité à la modalité eurytherme principalement au détriment de la modalité sténotherme thermophile.
- une évolution vers un peuplement oligo/mésotrophe et toujours β -mésosaprobe mais avec une nette diminution de la fréquence d'affinité du peuplement à la polysabrobie (de 9% à 2,7% en 2007).
- une augmentation progressive et marquée de la durée du cycle vital (>1an) des taxons constituant les peuplements.
- une très nette diminution de la proportion de taxons mangeurs de sédiment fins, et dans une moindre mesure, des filtreurs et parasites. Parallèlement à une augmentation de la proportion de broyeurs et le maintien au alentours de 30% des racleurs brouteurs.

- Sur le secteur reméandré

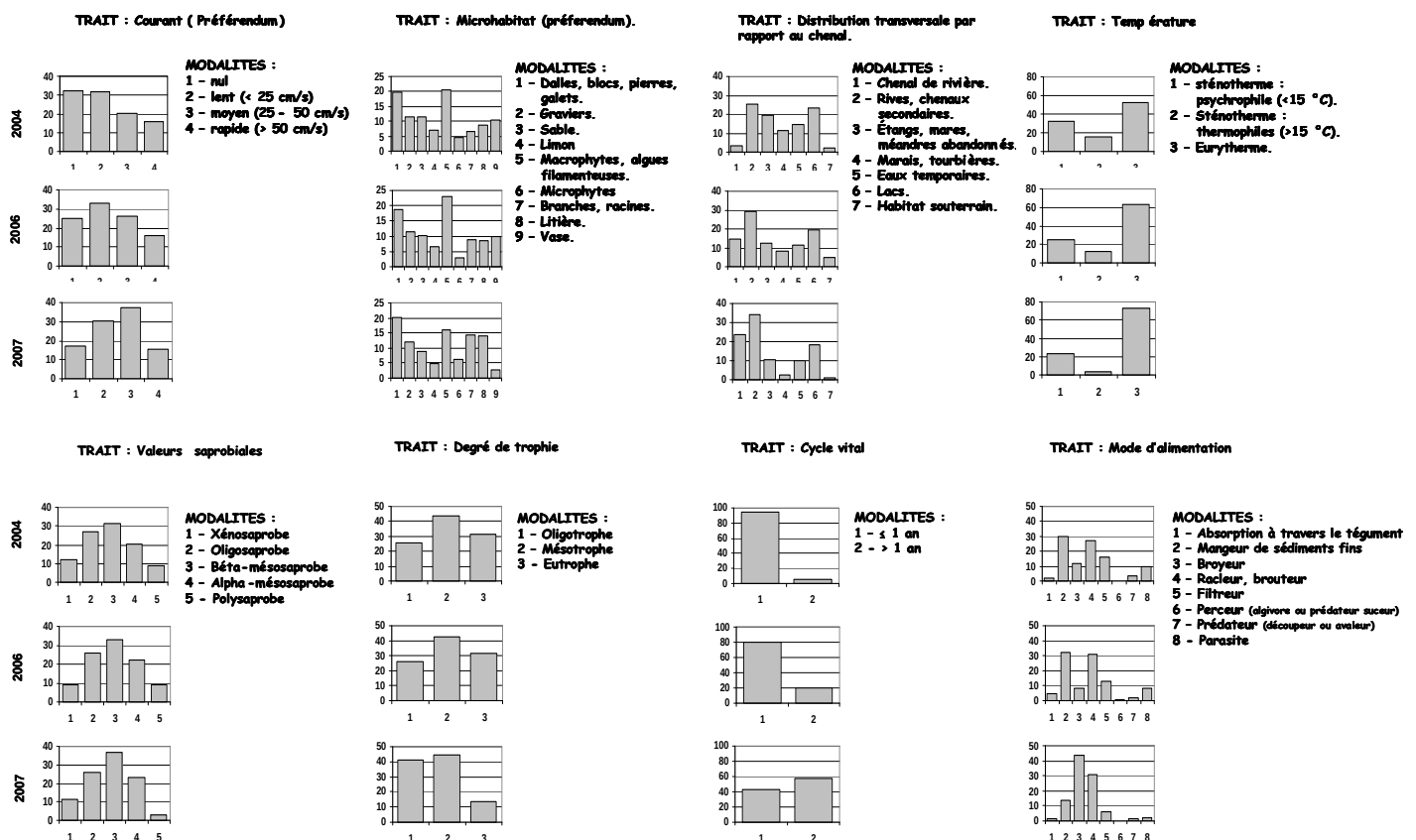


Figure 8 : Evolution post-travaux de distribution de fréquences des modalités de 2 traits biologiques (mode d'alimentation et durée du cycle vital), 3 traits écologiques (distribution transversale, microhabitat, courant), 3 traits physiologiques (degré de trophie, valeur saprobiale et température) sur la station T2.

- Sur le secteur diversifié

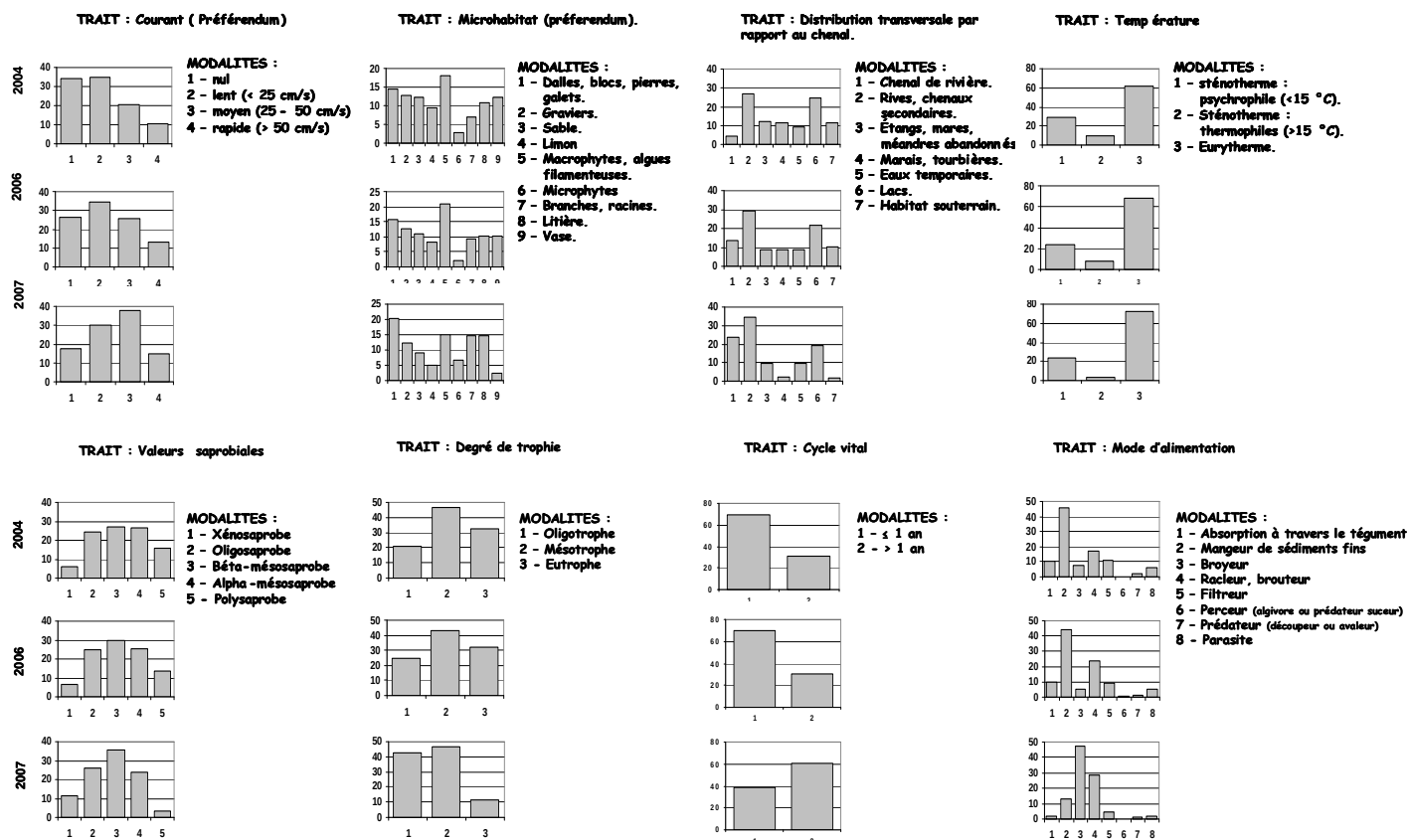


Figure 9 : Evolution post-travaux de distribution de fréquences des modalités de 2 traits biologiques (mode d'alimentation et durée du cycle vital), 3 traits écologiques (distribution transversale, microhabitat, courant), 3 traits physiologiques (degré de trophie, valeur saprobiale et température) sur la station T7.

Les différentes observations sur l'évolution des affinités des peuplements aux modalités de ces 8 traits expriment :

- une amélioration de l'hospitalité du chenal au détriment des secteurs à caractères plus lenticques. Elle est vraisemblablement conséquente à l'apparition ou l'augmentation de l'attractivité des vitesses d'écoulements plus élevées, à une diversification des substrats par redistribution des substrats existants et par l'apparition de nouveaux substrats principalement organiques et biogènes (chevelu racinaire, litière, bryophytes, spermaphytes). En outre, la diminution de l'affinité des taxons présents aux températures élevées pourrait résulter de l'augmentation de la hauteur de la lame d'eau dans le lit du cours d'eau.
- une meilleure connectivité avec la ripisylve qui fournit ombrage, habitats biogènes en berge (chevelu racinaire, branchages) et apporte de la matière organique allochtone.
- une amélioration physico-chimique du milieu correspondant à une légère diminution de la charge organique ainsi que de la teneur en nutriments. Les conséquences de cette modification sur l'habitat et l'assemblage macrobenthique (mode d'alimentation, répartition dans le chenal et microhabitat) sont fortes car elle entraîne directement une diminution du colmatage des fonds.
- une meilleure stabilité du peuplement (cycle de vie plus long, richesse taxonomique plus élevée) liée à l'amélioration des conditions physiques et physico-chimiques du milieu.

Les diverses améliorations observées sur les caractéristiques du peuplement, sont particulièrement marquées à partir de 2007. En effet, l'évolution des fréquences d'affinités pour ces différents traits entre 2004 et 2006 est timide. Malgré tout les tendances restent les mêmes que celle observée en 2007. Cependant, il convient de s'interroger sur l'influence possible des bonnes conditions hydrologiques de l'année 2007 exceptionnellement pluvieuse durant la période estivale.

L'analyse de TBEP, met en évidence de fortes modifications fonctionnelles du peuplement qui traduit :

- une amélioration globale de la qualité physico-chimique du milieu (température, nutriments, matière organique) qui tend notamment à diminuer le colmatage lié aux matières organiques et aux développements algaux très forts durant la période estivale.
- une nouvelle compétence du cours d'eau qui est de nouveau capable d'effectuer un tri granulométrique et de transporter les matières fines génératrices d'un partie de colmatage observé en 2004.
- une meilleure connectivité latérale avec une ripisylve qui est fondamentale pour le bon fonctionnement de l'écosystème.

5. La qualité habitationnelle

5.1. EVOLUTION QUANTITATIVE DES FACIES D'ECOULEMENT

- A l'échelle du linéaire restauré

La comparaison des faciès d'écoulements avant/après travaux (figure 10) met en évidence l'homogénéité du secteur avant travaux. En effet, l'unique radier observé sur plus de 300m est la conséquence de la rectification du cours d'eau et du surdimensionnement de son lit mineur. Les nouveaux faciès d'écoulements observés en 2007 sont majoritairement associés à des hauteurs d'eau plus importantes (mouille, plats, chenal lotique), et donc potentiellement plus intéressants d'un point de vue piscicole.

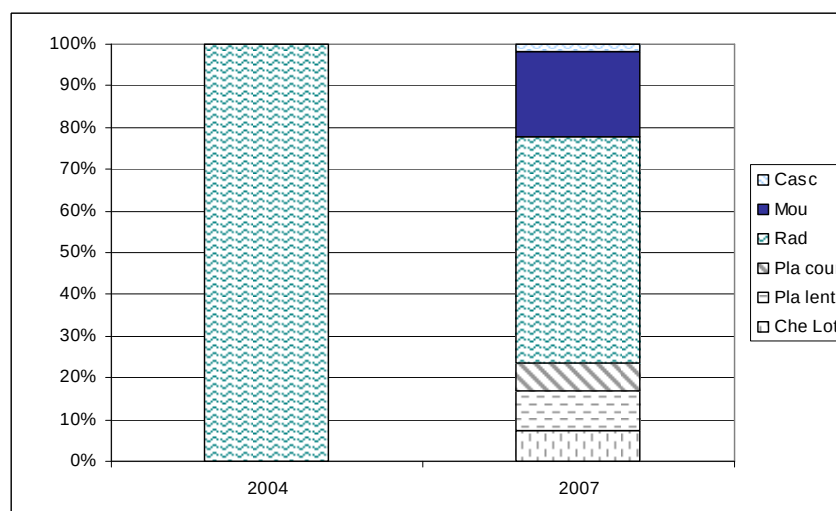


Figure 10 : Evolution post-travaux de la représentation surfacique des différents faciès d'écoulements sur l'ensemble du secteur restauré sur le Dadon.

- A l'échelle des tronçons

L'observation des proportions de faciès par tronçon (figure 11, annexe C), permet d'estimer plus précisément les effets des divers types d'aménagements. Dans l'ensemble, il ressort que les aménagements ont fonctionné de la façon voulue :

- les seuils ont permis de remonter le niveau du lit et entraîner la formation de fosses de dissipation à leur aval immédiat, ce qui permet de recréer des alternances radier/mouille,
- des mouilles de concavité se sont mises en place dans les secteurs reméandrés,
- les resserrements accentués du lit ont créé des chenaux lotiques,...

Ces différentes techniques permettent principalement d'accélérer et/ou de diversifier les écoulements. Elles sont nécessaires à la création de nouveaux faciès mais pas suffisantes en elles-mêmes. Ces nouveaux faciès sont donc le résultat morphologique d'une redynamisation du cours d'eau principalement à travers la réduction de la largeur du lit mineur.

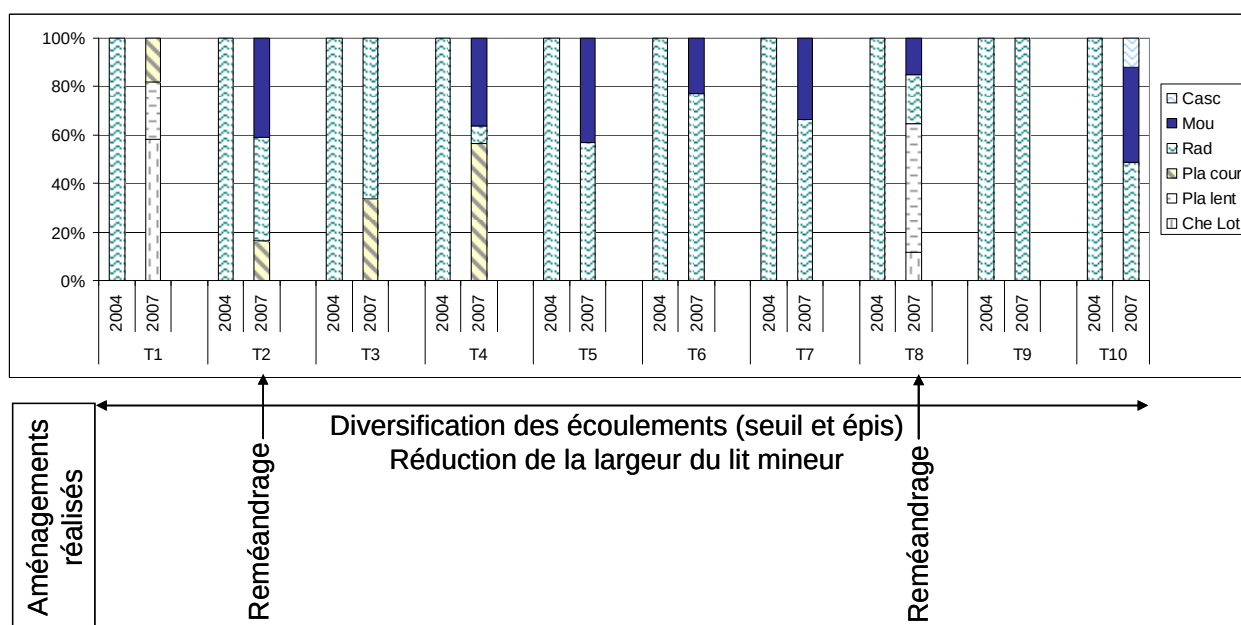


Figure 11 : Evolution post-travaux de la représentation surfacique des faciès d'écoulements et rappel des aménagements réalisés par tronçon.

L'état des aménagements 3 ans après leur pose, montre globalement un bon maintien des structures, cependant quelques remarques peuvent être formulées :

- le taux de reprise des fascines en saule semble être directement lié à l'ensoleillement, en effet les secteurs ombragés montrent des difficultés de reprises ; ainsi qu'aux conditions de poses : sur le secteur amont, les faibles niveaux d'eau au moment de la pose ont vraisemblablement compromis les capacités de reprise des saules.
- les zones prévues dans un objectif d'expansion des crues, se révèlent très sensibles à l'implantation d'espèces invasives (Ex: Renouée du Japon *Fallopia japonica*, Balsamine géante *Impatiens glandulifera*, ...), notamment sur les secteurs à fort ensoleillement.
- la fonctionnalité des caissons situés tout en aval du secteur (tronçon T1) restauré est compromise par leur comblement par des sédiments fins. En effet, suite à la remise en eau de l'ancien lit sur le secteur situé en aval du pont cadre, la ligne d'eau a

vraisemblablement été augmentée ce qui a pour effet de créer une zone lenticule, sujette aux dépôts de part et d'autre du pont délimitant l'aval du secteur restauré.

5.2. EVOLUTION QUANTITATIVE DES COMPOSANTES DE L'HABITAT PAR TRONCON

En ce qui concerne les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulements, les variations de proportions sont relativement faibles (figure 12 et 13).

Les proportions de hauteurs d'eau faibles (>5cm) et moyennes (21 à 70 cm) ont tendance à augmenter au détriment de la classe intermédiaire (6 à 20 cm). Cependant, la variété des classes représentées par tronçon reste au nombre de 3.

De même, concernant les vitesses de courant, la proportion de représentation surfacique de la classe médiane (41 à 80 cm/s) tend à diminuer au profit principalement des classes de vitesses plus faibles et supérieures. En outre, une classe supplémentaires (> 151 cm/s) est représentée en 2007.

Cependant, ces valeurs sont fortement dépendantes des conditions de débits, aussi, si l'on a réalisé chacune des campagnes de relevé à un étiage moyen, l'absence de données concernant le débit, limite fortement l'interprétation.

Selon les tronçons, l'évolution des proportions de chacune des classes est variable, mais la tendance générale, sur l'ensemble du secteur restauré, est à une très légère augmentation de la hauteur moyenne (de 25 à 28 cm) ainsi qu'à une diminution de la vitesse d'écoulement moyenne (de 31,6 à 23,2 cm/s).

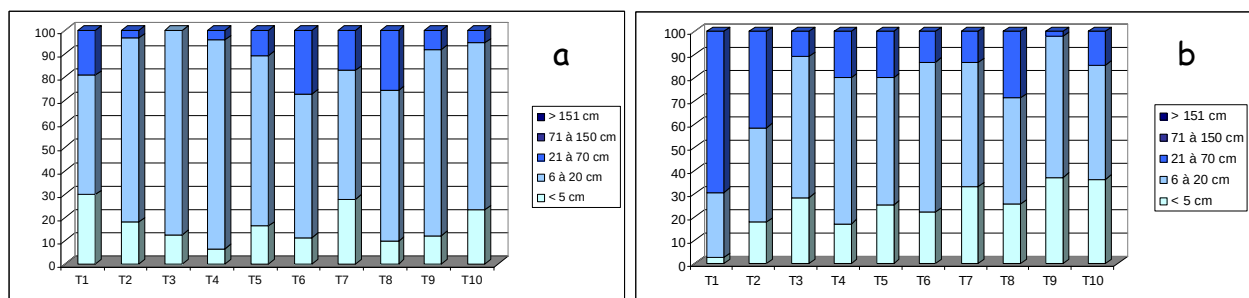


Figure 12 : Représentations surfaciques des différentes classes de hauteur d'eau sur les 10 tronçons restaurés sur le Dadon avant (a) et 3 ans après (b) travaux.

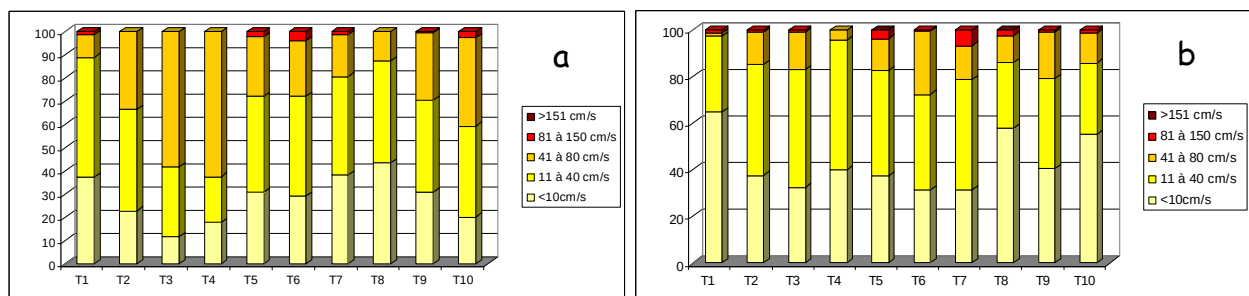


Figure 13 : Représentations surfaciques des différentes classes de vitesses d'écoulements sur les 10 tronçons restaurés sur le Dadon avant (a) et 3 ans après (b) travaux.

La distribution des substrats est moins directement influencée par le débit d'étiage instantané, de ce fait, la comparaison avant/après travaux est plus fiable.

La comparaison de la répartition des proportions surfaciques entre les 14 types de substrats (figure 14) présents en 2004 avant et immédiatement après travaux (sur T2 et T5) montre déjà des évolutions importantes :

- diminution de la dominance du substrat « galets et graviers mélangés et colmatés » (GGR) au profit principalement de surfaces homogènes de galets, de graviers, de sable et également à des dépôts de fines vraisemblablement consécutifs aux travaux.
- l'apparition de nombreux substrats absents ou l'augmentation de substrats présents de façon anecdotique avant travaux : sous berges, branchage, blocs et sable, chevelu racinaire...

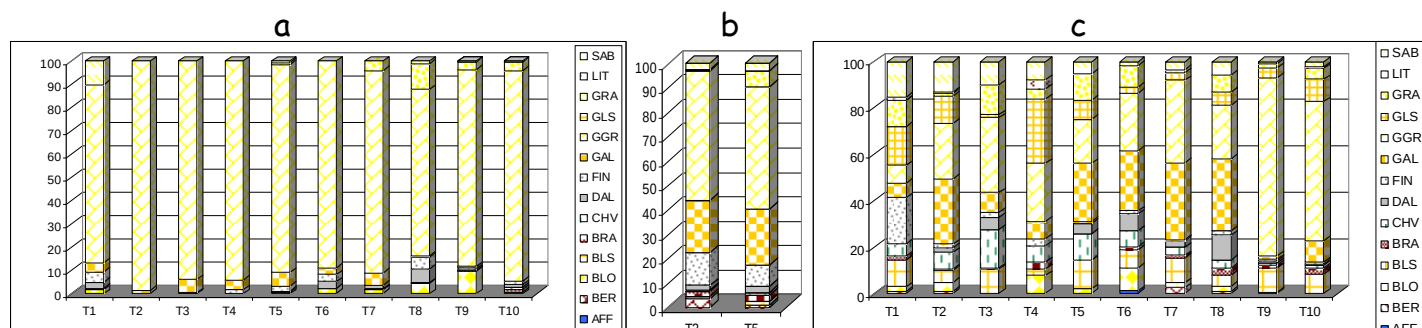


Figure 14 : Représentations surfaciques des différents substrats/supports sur les 10 tronçons restaurés sur le Dadon avant (a) immédiatement après (b) et 3 ans après (c) travaux.

Trois ans après travaux, la tendance est à l'augmentation de la variété des substrats et de la représentation surfaciques des substrats minoritaires ou absents en 2004. En effet nous observons :

- l'augmentation des substrats directement apportés ou créés par les aménagements. En effet, l'augmentation de surface représentée par des blocs (BLO, BLS, DAL) et les sous berges (BER) sont majoritairement liés aux apports des aménagements.
- l'augmentation de la représentation surfacique des substrats liés à la récréation et au développement d'une ripisylve en contact avec le cours d'eau. En effet, la litière, quasi-absente en 2004 représente 0,62% des substrats de la station en 2007. Les branchages et chevelu racinaire sont également plus représentés (respectivement 1,57% et 6,31%).
- un tri granulométrique des substrats minéraux. En 2004, le substrat dominant le linéaire (plus de 90%) était constitué d'un mélange de galets-graviers colmaté par des particules de sables et fines. En 2007, les substrats minéraux restent largement majoritaires mais ils sont représentés par des placettes de granulométrie bien différenciées de type sables, fines, graviers, galets...
- En outre, le substrat bryophyte, intégré au type CHV, montre une forte augmentation de représentation surfacique sur tous les tronçons aménagés.

5.3. EVOLUTION QUANTITATIVE DES MICROHABITATS PAR TRONCON

L'augmentation de la variété des types de pôles (substrats+vitesses+hauteurs), en moyenne d'un facteur 4 sur l'ensemble du linéaire, semble principalement portée par l'augmentation de la variété des substrats qui varient selon les tronçon de 3 à 9 avant travaux et de 10 à 13 (sur un maximum de 14) en 2007 (tableau 13). En outre, la diversification post-travaux de l'habitat est également traduite par le calcul de l'indice de diversité de Shannon qui augmente nettement sur tous les tronçons. En 2004, il varie entre 0,6 et 1,17 ce qui signifie que le milieu est largement dominé par quelques pôles et en 2007 les valeurs de l'indice varient, selon les tronçons, entre 1,12 et 1,63, la majorité étant supérieure (6/10) ou très proche (3/10) de 1,5. Cette valeur correspond au seuil au-delà duquel on considère le milieu comme relativement diversifié. Parallèlement, l'indice d'équitabilité s'améliore sur tous les tronçons sauf le tronçon

9, peu concerné par les aménagements. Sur les 9 autres, l'indice passe en moyenne de 0,66 à 0,81. Cette augmentation notable de la valeur de l'indice d'équitabilité souligne la forte amélioration en terme d'équilibrage des surfaces occupées par les différents pôles.

Tableau 13 : Evolution post-travaux des indicateurs de la diversité de l'habitat sur les 10 tronçons restaurés en 2004 sur le Dadon.

		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
variété substrat	2004	9	3	3	3	7	6	8	8	8	9
	2007	12	13	10	11	11	12	12	13	11	11
variété vitesse	2004	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4
	2007	4	4	4	3	5	4	4	5	4	4
variété hauteur	2004	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3
	2007	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
nombre de types de pôles	2004	44	10	11	15	33	22	37	33	34	38
	2007	72	96	71	49	104	77	89	109	77	69
H'	2004	1,11	0,66	0,60	0,63	0,94	1,02	1,17	1,10	1,00	0,97
	2007	1,43	1,60	1,59	1,41	1,71	1,56	1,55	1,63	1,12	1,40
E	2004	0,68	0,66	0,58	0,54	0,62	0,76	0,75	0,72	0,65	0,61
	2007	0,77	0,81	0,86	0,84	0,84	0,83	0,80	0,80	0,59	0,76

Une grande diversification de l'habitat physique est visible :

- à l'échelle du faciès où l'on note l'apparition de figures d'écoulements variées contrairement à la situation initiale où le secteur concerné était un grand radier.
- à l'échelle des microhabitats ou pôle d'attractions. Les pôles apparaissent plus variés et plus équitablement répartis en 2007. Ces phénomènes de diversification et hétérogénéisation semblent être portés par l'augmentation de la diversité et de la répartition des surfaces occupées par des substrats homogènes, ainsi que par la répartition plus hétérogène des différentes classes hauteurs d'eau et des vitesses d'écoulement.

IV. Discussion

Premier retour d'expérience sur les méthodes et le protocole de suivi

Ces premiers résultats, permettent déjà de démontrer la pertinence du protocole mis en place pour évaluer l'atteinte des objectifs du projet de restauration présenté. En effet, la comparaison de l'état écologique du milieu avant et après travaux est une approche répandue et éprouvée par de nombreux auteurs (Van Zyll de Jong *et al.*, 1998 ; Suren *et al.*, 2005 ; Lehane *et al.*, 2002 ; Moerke et Lamberti., 2003 ; Thomson *et al.*, 2005 ; Shields *et al.*, 2006 ; Moerke *et al.*, 2004). En outre, l'étude des trois compartiments les plus étudiés dans la littérature : physique, piscicole et macrobenthique, se montre, dans cet exemple également très appropriée à la description des changements physiques et biologiques provoqués par les aménagements. L'originalité de cet essai tient surtout à la recherche de quantification des changements sur tous les compartiments étudiés et pas seulement sur le compartiment piscicole.

L'étude de l'évolution physique avant et après travaux constitue la première étape du suivi et permet de définir si les aménagements ont eu les effets prévus sur l'habitat. Ces effets correspondent à une diversification de l'habitat initial (création de mouilles, d'abris, hétérogénéisation de la répartition des substrats, ...). La démarche adoptée dans cet essai apporte un aspect quantitatif à deux échelles (micro et mésohabitat), nécessaire à la confirmation du constat visuel qui peut être sujet à caution. Dans le cas du Dadon, comme pour de nombreux projets de restauration de ce type, les effets biologiques des aménagements sont la traduction du lien existant entre les organismes et leur(s) habitat(s). Ainsi c'est à travers la recherche de relations entre les descripteurs de l'habitat et ceux du compartiment biologique que l'on peut mettre en évidence les effets des aménagements réalisés.

A travers l'exemple du Dadon, nous saisissons toute l'importance de ne pas se baser uniquement sur la réponse piscicole dans le cadre de l'évaluation de travaux de renaturation, car l'atteinte des objectifs fixés pour ce compartiment peut-être relativement longue, généralement supérieure à 3 ans, comme cela a pu être observé sur d'autres projets, par exemple sur la Semois en Belgique (E. Dupont comm. pers.), la rivière Melk en Autriche (Jungwirth *et al.*, 2006), ainsi qu'aux Etats-Unis sur diverses rivières (Schwartz & Herricks., 2007 ; Moerke et Lamberti, 2003).

Afin de disposer d'une information plus rapide sur les effets biologiques des projets de restauration, l'étude plus précise des assemblages de macroinvertébrés s'est développée récemment. Leur utilisation provient du fait qu'il existe un lien très fort entre les caractéristiques de l'assemblage de macroinvertébrés et de l'habitat et également à la rapidité de leur réponse. Ainsi, il a été observé à de nombreuses reprises, comme dans notre exemple, une corrélation positive entre la diversification de l'habitat et l'augmentation de la richesse taxonomique (Friberg *et al.*, 1998 ; Lepori *et al.*, 2005 ; Jungwirth *et al.*, 2006) ainsi qu'avec la stabilité des peuplements (Brown, 2003). Sur le Dadon, cette relation est déjà visible 2 ans après travaux et augmente très fortement la 3ème année. En outre, l'étude de l'évolution des assemblages de macroinvertébrés peut également permettre l'identification de facteurs supplémentaires limitant leur développement (qualité d'eau, qualité des sédiments, déconnexion latérale, effets de la restauration elle-même...) (Suren & McMurtrie, 2005 ; Fuchs & Statzner, 2006 ; Spänhoff & Arle, 2007) notamment sur des projets réalisés en contexte urbain. Sur le Dadon, la stagnation de l'évolution des divers indicateurs de la qualité de l'eau entre 2006 et 2007 montre l'existence d'autres perturbations ayant des origines indépendantes du projet. Enfin, l'étude des assemblages d'invertébrés répond au besoin récent de disposer de variables d'évaluation des fonctions de l'écosystème (production, respiration, décomposition, rétention de la matière organique, connectivité latérale et longitudinale...) (Brooks *et al.*, 2002 ; Laasonen *et al.*, 1998 ; Junwirth *et al.*, 2006). Cet aspect est bien mis en évidence dans notre exemple à travers l'analyse fonctionnelle du peuplement. En outre, la prospection plus poussée (20 placettes), a le double avantages de nous permettre de disposer d'une vue plus précise des taxons constituant le

peuplement et, dans le cas des études sur les travaux de restauration, de prendre en compte directement la diversification de l'habitat à travers la variété des conditions de prélèvement. Le compartiment macrobenthique constitue donc un outil puissant fournissant à la fois une information purement descriptive (modifications physiques), quantitative mais également fonctionnelle (peuplement et écosystème) et répondant aux critères de réactivité, de sensibilité et de discrimination nécessaire dans l'évaluation ce type de projet.

Ainsi, l'étude des peuplements macrobenthique et piscicole paraît indispensable à une bonne évaluation de l'efficacité des projets de restauration car l'information fournie par ces deux compartiments biologiques est complémentaire en terme d'échelle spatiale et temporelle. En effet, les macroinvertébrés permettent de disposer d'une information précise dès la première année et sur les évolutions principalement liées à l'échelle du microhabitat alors que les poissons offrent une vision plus synthétique intégrative d'une échelle de temps (réponse à moyen et long terme) et d'espace (mésohabitat) plus importante. De ce fait, les différents descripteurs de l'habitat utilisés respectent souvent cette hiérarchie. Les plus anciennes publications et les plus nombreuses, traitant des effets des aménagements piscicoles ayant pour but l'augmentation de la productivité (densité biomasse), cherchent des corrélations entre ces caractéristiques du peuplement et des descripteurs simples de l'habitat dépendant d'une méso-échelle (nombre de mouilles, profondeur moyenne des mouilles, nombre d'abris...). Les études récentes prenant en compte l'étude des peuplements macrobenthiques, entre dans le cadre d'une problématique différente de projet de renaturation de systèmes très dégradés ayant pour but de restaurer non seulement l'habitat, mais également les différentes fonctions perdues de l'écosystème. L'analyse des assemblages de macroinvertébrés nous permettent donc de disposer d'informations sur l'évolution de l'habitat à leur micro-échelle de perception et sont donc souvent associés à des descripteurs dépendant de l'échelle des microhabitats (profondeur, vitesse d'écoulement, recouvrement de différents substrats, hétérogénéité...).

Le fait que ces 2 compartiments biologiques soient liés à des échelles spatiales différentes, pose le problème du choix de l'échelle d'étude du compartiment physique. D'un point de vue méthodologique, la méthode des mosaïques d'habitat, utilisée pour décrire l'échelle du microhabitat apporte une quantification plus fine mais pose le problème de la lourdeur de sa mise en place, de la maîtrise de la variabilité inter-opérateur aux différentes étapes (relevés de terrains, rendu cartographique...) de cette méthode et de la quantification de ces incertitudes. Les différents descripteurs de l'habitat utilisés dans ce type d'évaluation dans la littérature correspondent de manière générale à une échelle d'observation au niveau du faciès (surface de mouille, habitat de berge, profondeur moyenne, présence d'abris...), souvent considérée comme l'échelle d'observation la plus robuste mais également comme étant la plus pertinente d'un point de vue piscicole (Lepori *et al.* 2005). De plus, on remarque généralement, dans les études considérant ces 3 compartiments simultanément, que l'échelle spatiale retenue pour les descripteurs de l'habitat correspond généralement à une méso-échelle. En outre, il existe vraisemblablement plus d'informations concernant la variabilité inter-opérateurs de différents descripteurs de l'habitat à l'échelle du faciès, (D'Hervé, 2005 ; Halot comm. person.) qu'à celle du microhabitat. Ainsi, la recherche d'une méthode optimisée d'un point de vue efforts d'échantillonnages/informations récoltées semble s'orienter plutôt à cette échelle de travail.

Cette optimisation s'avère d'autant plus nécessaire que la diversification de l'habitat est une conséquence directe des travaux, ainsi l'étude de ce compartiment relève plus du constat (observation et quantification des modifications apportées) que de l'analyse d'un effet contrairement au compartiment biologique : poissons et macroinvertébrés, qu'il convient d'étudier plus précisément au vu de la diversité et de l'intérêt des informations que l'on peut en tirer.

Enfin, du point de vue de la méthodologie générale, cette étude souffre de l'absence de données antérieures et de résultats sur des secteurs non aménagés. En effet, l'absence de chroniques de données antérieures pose un double problème. Bien que les travaux de restauration soient relativement récents (1994), nous ne disposons pas d'un état des populations de poissons

avant ceux-ci. En outre, notre état initial repose sur les données recueillies que sur une année (2004). Ainsi, il nous est impossible de considérer la variabilité interannuelle qui peut être relativement forte aussi bien du point de vue piscicole (Baglinière & Maisse, 2002) que macrobenthique.

Dans le même esprit, l'étude de stations de contrôles fournissant des repères comparatifs pour les différents indicateurs étudiés auraient pu être intéressante. Deux types de stations de contrôle fréquemment utilisées dans la littérature (Roni *et al.*, 2006 ; Laasonen *et al.*, 1998...) : d'une part, une station correspondant à la situation non dégradée physiquement mais dans le même contexte global (activité industrielle, zone périurbaine...) et d'autre part une station correspondant au même état de dégradation physique, mais non restaurée. Le suivi des mêmes indicateurs sur ces deux types stations supplémentaires permet une meilleure précision de l'analyse des effets des aménagements réalisés. En outre, leur suivi permet de limiter les lacunes induites par l'absence de données anciennes. Cependant, dans le cas du Dadon, seul le second cas était envisageable, l'ensemble du secteur aval étant fortement modifié physiquement.

Enfin, l'absence de descripteurs permettant d'évaluer l'évolution de la ripisylve et ses effets, notamment l'ombrage) sur le milieu est dommageable. En effet, ces premiers résultats mettent bien en évidence son rôle prépondérant dans la restauration de l'écosystème : création d'habitat très biogènes (chevelus racinaires, litière) et d'abris hydrauliques pour les poissons, ombrage limitant les développement algaux et les écarts thermiques estivaux... En outre, la mise en place d'un protocole de suivi de la végétation riveraine permettrait d'intégrer les problématiques des espèces invasives et d'évaluation des ouvrages réalisés en techniques mixtes ou végétales dont la pérennité et l'efficacité sont souvent directement liées à la reprise de la végétation (caissons végétalisés, fascines). La recherche d'une méthodologie applicable dans ce type d'évaluation est à envisager pour les prochains projets.

Une augmentation significative de l'hétérogénéité de l'habitat et des effets apparents sur le compartiment biologique

Une diversification du milieu physique portée par toutes les composantes de l'habitat

Le phénomène de diversification de l'habitat est visible à toutes les échelles étudiées (faciès, microhabitat). L'effet des aménagements est important en ce qui concerne les substrats dont la distribution et la variété est très influencée, plus ou moins directement, par les aménagements réalisés. En effet, l'apparition de certains substrats est directement liés à la mise en place des aménagements, par exemple les blocs et les sous berges ; alors que d'autres sont favorisé par l'effet de ces aménagements (rétrécissement de la largeur du lit, ouvrages de diversification...) sur la dynamique du cours d'eau. Dans le cas du Dadon, une grande partie du gain de diversité au niveau des substrats provient de la diversification des substrats liée d'une part à la nouvelle capacité du cours d'eau à transporter des matériaux et à effectuer un tri granulométrique et d'autre part à la reconnexion du cours d'eau avec sa ripisylve qui participe également à l'apparition de nouveau substrats (litière, racine, branchage...)

Les modifications concernant les hauteurs d'eau et vitesses d'écoulements sont moins perceptibles à l'échelle du microhabitat et de la mosaïque d'habitat, cette dernière étant très largement influencée par la forte augmentation de diversité des substrats. L'approche à l'échelle des faciès s'avère être la plus informative concernant la répartition et l'hétérogénéité spatiale des différentes classes de hauteurs d'eau et vitesses d'écoulements.

Une relation directe entre la qualité du peuplement macrobenthique et la diversification de l'habitat aquatique.

Cet essai d'évaluation illustre bien que l'intérêt d'étudier précisément des peuplements d'invertébrés réside dans la rapidité de leurs réponses aux modifications de l'écosystème et dans les informations qu'ils nous apportent pour comprendre les mécanismes de restauration des fonctions de l'écosystème. Ainsi, les trois types d'analyses de ces peuplements : indicielle, quantitative et fonctionnelle, nous apportent chacune des informations complémentaires.

Tout d'abord, l'application de méthodes indiciaires, très largement répandues et majoritairement utilisées pour l'étude du compartiment hydrobiologique, permet de disposer d'une information sur la qualité générale du milieu comparable aux données existantes. Les différents indices calculés sur le Dadon montrent très clairement que les changements observés au niveau du peuplement d'invertébrés sont principalement liés à l'évolution de la qualité physique de l'habitat. Cependant, l'évaluation des effets des travaux de restauration nécessite de disposer d'une plus forte sensibilité de réponse.

L'analyse quantitative de la liste faunistique, permet de suivre l'évolution de la structure et les caractéristiques de l'assemblage du peuplement. A l'instar de Sudduth et Meyer (2006), nos résultats sur le Dadon montrent les effets positifs des aménagements de berges par des techniques de bioingénierie. Premièrement, nous observons une forte augmentation de la richesse taxonomique. C'est un des descripteurs les plus utilisés et sa corrélation positive entre diversification de l'habitat et augmentation de la diversité taxonomique a été largement démontré dans la littérature (Nakano et Nakamura, 2006 ; Roni *et al.*, 2006 ; Jungwirth *et al.*, 2006). Remarquons toutefois que dans notre exemple, l'augmentation de richesse taxonomique est réelle mais manque de robustesse, en effet, de nombreux taxons ne sont représentés que par 3 individus ou moins. Ensuite, l'évolution à court et moyen terme vers un peuplement aux effectifs dominés par des taxons déchiqueteurs a été observés par d'autres auteurs (Laasonen *et al.*, 1998 ; Muotka et Syrjänen, 2007) après restauration. Cette observation semble traduire une amélioration de la rétention de la litière, également mise en évidence par l'augmentation de représentation surfacique de ce substrat. Enfin, cette analyse semble également mettre en évidence l'importance des substrats organiques (bryophytes, litières, branchages, racines...) comme réservoir de population (plus fortes densités après travaux) et zones de refuges notamment pour les taxons les plus polluosensibles et ainsi, leur rôle dans les mécanismes de recolonisation du cours d'eau par les macroinvertébrés (Korsu, 2004).

Enfin, l'analyse des traits fonctionnels du peuplement, encore peu utilisée dans l'évaluation de projet de restauration, présente l'avantage de fournir une information intégrant l'ensemble des taxons présents et d'être strictement reproductible. L'analyse menée à l'échelle du peuplement montre des résultats très concordants avec les observations réalisées sur l'habitat aquatique : diminution de l'effet de colmatage, amélioration de l'hospitalité du chenal, présence d'une ripisylve en contact, ... Cette analyse n'est pas seulement descriptive mais informe de l'évolution de la fonctionnalité de l'écosystème. Cette vision fonctionnelle apparaît essentielle dans l'évaluation des effets des aménagements réalisés, comme dans notre projet, dans un but de restauration du cours d'eau et non uniquement dans un objectif d'amélioration de l'habitat piscicole.

Ainsi, les résultats obtenus lors de cet essai, paraissent justifier de pratiquer une analyse poussée des invertébrés benthiques qui répondent au mieux à l'objectif principal de ce type de suivi qui est de quantifier les effets des travaux de restaurations sur le fonctionnement de l'écosystème. En outre ces organismes, permettent de disposer rapidement de premiers résultats contrairement aux poissons qui ont un temps de réponse plus long.

Pour la poursuite du suivi, le niveau de détermination sera fixé pour tous les taxons au niveau maximum de l'ouvrage Tachet *et al.* (2003) afin de limiter les incertitudes liées aux estimations notamment pour les diptères et oligochètes.

Un effet mitigé sur le peuplement piscicole

La forte augmentation de diversité, densité et biomasse du peuplement piscicole semble démontrer que les aménagements réalisés ont vraisemblablement amélioré l'attractivité et la capacité d'accueil du secteur restauré. Cette corrélation positive entre la diversification de l'habitat par le biais de la création de faciès d'écoulements plus profonds (mouilles, chenal lotique...) et la création d'abris (sous berges, blocs...) et l'amélioration des divers descripteurs du peuplement piscicole a été remarquée par de nombreux auteurs (Allouche, 2002).

La forte augmentation de densité et de biomasse observée pour les chevennes, représentés par de nombreux individus de taille moyenne, semble souligner l'apparition de zones favorables plus profondes et abritées (Allouche & Gaudin, 2001 ; Watkins *et al.*, 1997).

Les vairon et loche franche présentent des abondances en forte augmentation en 2007 et que l'on peut considérer comme proche de leur optimum sur ce type de milieu (Verneaux, 1981).

L'apparition de deux nouvelles espèces : carpe et blageon, semble s'expliquer facilement. D'une part, la proximité d'un plan d'eau peuplé notamment par des carpes explique la présence de carpeau lors de la dernière pêche d'inventaire. Ces deux milieux ne sont cependant pas directement connectés, les mécanismes ayant amenés à leur présence restent à déterminer. D'autre part, la présence en faible effectif de Blageon, correspond bien à la répartition typologique de cette espèce. Présent en plus fort effectif dans le bas-Chéran, à partir de la confluence avec les Eparis (CSP, 2001), il utilise de façon plus marginale le secteur aval du Dadon (B4) correspondant à la limite supérieure de son spectre de répartition théorique (Verneaux, 1981), ce qui peut expliquer la caractère aléatoire de sa présence.

L'ombre et le chabot, présents en très faibles effectifs sur le Chéran à proximité de sa confluence avec le Dadon (CSP, 2001), ne sont pas représentés sur le Dadon. L'absence de l'ombre ne peut pas être considérée comme révélatrice d'un dysfonctionnement du milieu (habitat, connectivité). D'une part, ce type de milieu correspondrait pour cette espèce à un secteur de reproduction, probablement déserté par les juvéniles à cette période de l'année (Bardonnnet *et al.*, 1991). D'autre part, suite à une tentative de réintroduction cette population d'ombre semble se maintenir sur le Bas-Chéran, mais malgré tout, les effectifs restent faibles et la population semble encore fragile (CSP, 2001). Etant donnée la situation de la population, aucune conclusion ne peut être tirée de cette absence. De même, la situation du chabot sur l'ensemble du bassin du Chéran est étonnante, mais il n'existe aucune explication satisfaisante. L'hypothèse de la déstabilisation des fonds liés aux anciennes pratiques d'extraction de graviers paraît être la plus évidente, mais ne semble pas expliquer à elle seule la présence très sporadique et les faibles densités observées pour cette espèce.

Enfin, en ce qui concerne la truite commune, l'espèce cible des aménagements réalisés, la disponibilité en habitat nécessaire aux différents stades de développement de la truite commune ne semble pas être un facteur limitant sur le secteur 3 ans après restauration. Malgré tout, nous n'observons pas de véritable recolonisation du secteur restauré jusqu'à présent, à l'instar d'autres projets tels que celui très similaire réalisé sur la Semois (E. Dupont, comm. Person.). Pourtant des populations fonctionnelles de truite sont connues sur les deux branches amont du Dadon (Nant Boré et Boiran en amont de Bloye) et sur le Chéran, mais ces populations sont présentes en très faibles densités de l'ordre de 5 individus/100m² (calcul basé sur étude CSP DR5 2001 et pêche de sauvetage sécheresse 2003). Ainsi la présence encore anecdotique de cette espèce sur le secteur restauré peut provenir du fait que la recherche de nouveaux secteurs à coloniser n'est pas prioritaire pour ces populations dont les effectifs ne permettent vraisemblablement pas de saturer la capacité d'accueil du milieu.

En outre, l'hypothèse d'un impact de la rectification (étalement de la lame d'eau, pas d'abris hydraulique...) sur la connectivité longitudinale par la présence d'un unique radier sur environ 500m en aval du secteur restauré à partir de la confluence avec le Chéran et en amont au niveau du tronçon T9 et au-delà, ne peut être écartée. En effet, Lonzarich *et al.* (1998, 2000), ont montré que l'isolement, qui correspond à la longueur des radiers entre 2 mouilles, semble être un

facteur influençant directement le comportement de déplacement des poissons ainsi que la rapidité de recolonisation piscicole.

La poursuite du suivi, en parallèle de la restauration du Dadon sur le secteur aval est nécessaire à une meilleure compréhension des facteurs influençant les mécanismes de recolonisation de la truite commune.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les premiers résultats de cet essai de suivi post-travaux sont globalement encourageants à tous les niveaux. En effet l'évolution observée sur les résultats obtenus avant et après travaux est très positive, concernant principalement l'amélioration de l'habitat et du peuplement macrobenthique. Si le peuplement piscicole montre une certaine amélioration, les objectifs concernant ce compartiment, et notamment le retour d'une population structurée de truites, ne sont pas encore atteints. En outre, d'un point de vue méthodologique, cette expérimentation nous a permis de confirmer l'intérêt de la mise en place d'une approche conséquente et d'en mettre en évidence les lacunes ou oublis. Cet exemple semble confirmer la nécessité de chercher des descripteurs du milieu physique plus simples et rapide d'acquisition mais aussi plus robustes. D'autre part, il démontre l'intérêt de maintenir ce même effort d'échantillonnage et de traitement des données concernant le compartiment macrobenthique, au vu des nombreuses informations descriptives et fonctionnelles qu'il fournit.

Ainsi, sur cette première base, le protocole de suivi devra être amélioré à travers la poursuite du suivi sur ce projet et la mise en place du même type de suivi sur d'autres sites, notamment dans le cadre de travaux de diversification qui auront lieu sur le Chéran et la restauration de la partie aval du Dadon. L'objectif est d'aboutir à un ajustement du protocole afin d'optimiser au maximum le rapport effort d'échantillonnage / information acquise.

A travers la réalisation de ce travail, la recherche d'autres essais d'évaluation post-travaux nous a amené à faire le constat d'une attente forte des structures gestionnaires des milieux aquatiques (fédérations de pêche, AAPPMA, collectivités locales, ...) concernant :

- l'harmonisation des protocoles et méthodes d'évaluation,
- l'incitation à une systématisation de l'évaluation de l'efficacité des travaux de restauration,
- le partage des expériences (réussites et échecs) et des résultats.

A son échelle, la Fédération de pêche de Haute-Savoie cherche à établir d'autres partenariats afin de multiplier les initiatives d'évaluation par le biais d'une démarche volontairement incitative.

BIBLIOGRAPHIE

AFNor, 1992. Essai des eaux. Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN). Association française de normalisation, norme homologuée T 90-350, 8p.

Allouche S. & Gaudin P., 2001. Effects of avian predation threat, water flow and cover on growth and habitat use by chub, *Leuciscus cephalus*, in an experimental stream. *Oikos*, 94 : 481-492.

Allouche S., 2002. Synthèse bibliographique : nature and functions of cover for riverine fish. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 365/366 : 297-324.

Bacchi M., 1994. Recherche sur la macrofaune benthique de la Haute-Loue, structuration des habitats, évolution des peuplements macrobenthiques depuis 1973. Mémoire de DESS eaux continentales, Université de Besançon, 30p.

Baglinière J.L. & Maisse G., 2002. La biologie de la truite commune (*Salmo trutta* L.) dans la rivière Scorff, Bretagne : une synthèse des études de 1972 à 1997. *INRA Production Animal*, 15 : 319-331.

Bardonnnet A., Gaudin P. & Persat H., 1991. Microhabitats and diel downstream migration of young grayling (*Thymallus thymallus* L.). *Freshwater Biology* 26(3) : 365-376.

Brooks S.S., Palmer M.A., Cardinal B.J., Swan C.M. & Riblett S., 2002. Assessing stream ecosystem rehabilitation : limitations of community structure data. *Restoration Ecology*, 10(1) : 156-168.

Caudron A., Champigneulle A., Large A., 2006. Etats et caractéristiques des populations autochtones de truite commune identifiées en Haute-Savoie et qualité globale du milieu. pp : 55-118 in programme INTERREG III A- Identification, sauvegarde et réhabilitation des populations de truites autochtones en vallée d'Aoste et en Haute-Savoie. Rapport final.

Conseil Général de Haute-Savoie, avril 2003, Le Chéran et ses affluents, qualité physico-chimique et hydrobiologique, GAY Environnement.

CSP DR5, juillet 2001. Etat initial des peuplements piscicoles du Chéran : situation en 1999-2000. 15p+annexes.

CSP DR5 et TELEOS, 1998. Méthode standard d'analyse de la qualité de l'habitat aquatique à l'échelle de la station.

Degiori F., Morillas N. & Raymond J.C., 1995. Protocole préliminaire de cartographie des mosaïque d'habitats en rivière selon la logique des pôle d'attraction, rapport CSP DR5, 8p.

D'hervé B. (FDAPPMA 59), 2005. Qualité des affluents salmonicoles de l'Escaut en Forêt de Mormal. Rapport M2 GIBV, Univ. Rennes, 47p + annexes.

De Lury D.B., 1951. On the planning of experiments for the estimation of fish population. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 18 : 281-282.

Friberg N., Kronvang B., Hansen H.O. & Svendsen L.M., 1998. Long term, habitat-specific response of macroinvertebrate community to river restoration. *Aquatic Conservation : Marine and Freshwater Ecosystems*, 8(1) : 87-99.

Fuchs U. & Statzner B. , 2006. Time scale for the recovery potential of river communities after restoration : Lessons to be learned from smaller streams. *Regulated Rivers : Research & Management*, 5(1) : 77-87.

Jungwirth M., Moog O & Muhar S., 2006. Effects of river bed restructuring on fish and benthos of a fifth order stream, melk, Austria. *Regulated Rivers : Research & Management*, 8(1-2) : 195-204.

Korsu, 2004. Responses of benthic invertebrates to disturbance from stream restoration : the importance of bryophytes. *Hydrobiologia*, 523(1-3) : 37-45.

Laasonen P., Muotka T. & Kivijärvi I., 1998. Recovery of macroinvertebrate communities from stream habitat restoration. *Aquatic Conservation : Marine and Freshwater Ecosystems*, 8(1) : 101-113.

- Lehane B. M., Giller P.S., O'Halloran J., Smith C. & Murphy J., 2002. Experimental provision of large woody debris in streams as a trout management technique. *Aquatic Conservation : Marine and Freshwater Ecosystems*, 12(3) : 289-311.
- Lepori F., Palm D., Brännäs E. & Malmqvist B., 2005. Does restoration of structural heterogeneity in streams enhance fish and macroinvertebrate diversity? *Ecological Applications*, 15(6) : 2060-2071.
- Lonzarich D.G., Warren L.M. Jr. & Lonzarich M.R., 1998. Effects of isolation on the recovery of fish assemblages in experimentally defaunated stream pools in Arkansas. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55(9) : 2141-2149.
- Lonzarich D.G., Lonzarich M.R. & Warren L.M. Jr., 2000. Effects of riffle length on the short-term movement of fishes among stream pools. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 57(7) : 1508-1514.
- Malavoi J.R. & Souchon R., 2002. Description standardisée des principaux faciès d'écoulement observables en rivière : clé de détermination qualitative et mesures physiques. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 365/366 : 357-372.
- Moerke A.H. & Lamberti G.A., 2003. Responses in fish community structure to restoration of two Indiana streams. *North American Journal of Fisheries Management*, 23 : 748-759.
- Moerke A.H., Gerard K.J., Latimore J.A., Hellenthal R.A. & Lamberti G.A., 2004. Restoration of Indiana, USA, stream : bridging the gap between basic and applied lotic ecology. *Journal of the North American Benthological Society*, 23(3) : 647-660.
- Muotka T. & Syrjänen, 2007. Changes in habitat structure, benthic invertebrate diversity, trout populations and ecosystem processes in restored forest streams: a boreal perspective. *Freshwater Biology*, 52(4) : 724-737.
- Nakano D. & Nakamura F., 2006. Responses of macroinvertebrate communities to river restoration in a channelized segment of the Shibetsu river, northern Japan. *River Research and Applications*, 22(6) : 681-689.
- Parc Naturel Régional du massif des Bauges, mars 2003, rapport d'étude : étude piscicole du Chéran, développement d'une souche de truite autochtone, Vallet et Teleos, 93p.
- Parmentier E., 1994. Etude de la biocénose benthique du Drugeon. Application d'un nouveau protocole d'échantillonnage. Bilan de la qualité habitationnelle. Analyse biocénotique générique. Bilan de la qualité faunistique, mémoire de DUEHH, Laboratoire d'Hydrobiologie. Université de Franche-Comté, 69p.
- Roni P., Bennett T., Morley S., Pess G.R., Hanson K., Van Slyke D. & Olmstead P., 2006. Rehabilitation of bedrock stream channels : the effects of boulder weir placement on aquatic habitat and biota. *River Research and Applications*, 22(9) : 967-980.
- Schwartz J.S. & Herricks E.E., 2007. Evaluation of pool-riffle naturalization structures on habitat complexity and the community in an urban Illinois stream. *River Research and Applications*, 23(4) : 451-466.
- Shields F.D., Knight S.S. & Cooper C.M., 2006. Incised stream physical habitat restoration with stone weirs. *Regulated Rivers : Research & Management*, 10(2-4) : 181-198.
- Spänhoff B. & Arle J., 2007. Setting attainable goals of stream habitat restoration from a macroinvertebrate view. *Restoration Ecology*, 15(2) : 317-320.
- Sudduth E.B. & Meyer J.L., 2006. Effects of bioengineered streambank stabilization on bank habitat and macroinvertebrates in urban streams. *Environmental Management*, 38(2) : 218-226.
- Suren A.M., Riis T., Biggs B.J.F., McMurtrie S. & Barker R., 2005. Assessing the effectiveness of enhancement activities in urban streams : I. Habitat responses. *River Research and Applications*, 21(4) : 381-401.

- Suren A.M. & McMurtrie S., 2005. Assessing the effectiveness of enhancement activities in urban streams : II. Responses of invertebrate communities. *River Research and Applications*, 21(4) : 439-453.
- Tachet H., Richoux P., Bournaud M. & Usseglio-Polatera P., 2003. Invertébrés d'eau douce, systématique, biologie, écologie. CNRS Eds, 587p.
- Thomson J.R., Hart D.D., Charles D.F., Nightengale T.L. & Winter D.M., 2005. Effects of removal of a small dam on downstream macroinvertebrate and algal assemblages in Pennsylvania stream. *Journal of the North American Benthological Society*, 24(1) : 192-207.
- Van Zyll De Jong M.C., Cowx I.G. & Scruton D.A., 1998. An evaluation of instream habitat restoration techniques on salmonids populations in a Newfoundland stream. *Regulated Rivers : Research and Management*, 13(6) : 603-614.
- Verneaux J., 1973. Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs. Essai de biotypologie. Thèse doctorat ès Science., Biologie Animale, Faculté de Science, Université de Besançon : 300p.
- Verneaux J., 1977. Biotypologie de l'écosystème « eau courante ». Détermination approchée de l'appartenance typologique d'un peuplement ichtyologique. *C.R. Académie des Sciences Paris*, 284 : 675-678.
- Vernaux J., 1981. Les poissons et la qualité des cours d'eau. *Annales scientifiques de l'université de Franche-Comté, Besançon, Biologie Animale*, 4^{ème} série, fascicule 2, p 33-41.
- Verneaux J., 1982. Expression biologique, qualitative et pratique de l'aptitude des cours d'eau au développement de la faune benthique, un coefficient d'aptitude biogène : le Cb2, note interne, 20p.
- Vigier L., Catinaud L. & Caudron A., 2007. Etude de la qualité thermique des affluents du Chéran Haut-Savoyard, données 2005-2006. FDP74.03/07.
- Vuillet J.P., 2004. Projet de travaux de restauration de l'habitat aquatique sur le Vièran et le Dadon, deux cours d'eau de Haute-Savoie : Etat des lieux, conception et évaluation. Rapport de stage DESS REMAC, Univ. B.P. Clermont-Ferrand; 56p. + annexes.
- Watkins M.S., Doherty S. & Copp G.H., 1997. Microhabitat use by 0+ and older fishes in a small English chalk stream. *Journal of Fish Biology*, 50 : 1010-1024.

ANNEXES

A – Listes faunistiques.

B – Fiche de présentation de la station de pêche et résultats bruts.

C – Cartographies des aménagements réalisés et comparaison des mosaïques d'habitat avant et 3 ans après travaux sur les 10 tronçons.

ANNEXE A

Listes faunistiques.

Liste faunistique de la station T2 avant travaux (2004).

STATION : Dadon amont T2 (Avant restauration)
DATE : 03/05/2004

ORDRE	Famille	Genre espèce	8 placettes (substrat, vitesse, hauteur d'eau)								total 8 placettes	12 placettes complémentaires (substrat, vitesse, hauteur d'eau)												total 12 placettes	total
			1 S(7,1,1)	2 S(6,1,1)	3 S(5,1,1)	4 S(3,1,1)	5 S(2,1,1)	6 S(1,1,3)	7 S(6,2,2)	8 S(6,3,2)		9 S(6,4,2)	10 S(3,2,2)	11 S(1,2,2)	12 S(1,3,2)	13 S(2,2,2)	14 S(2,3,2)	15 S(6,2,1)	16 S(6,1,3)	17 S(6,1,2)	18 S(6,2,3)	19 S(6,3,3)	20 S(2,1,2)		
EPHEMEROPTERES	Baetidae																								
		<i>Baetis</i>							1	6	7	3		2		2	3			2				12	19
TRICHOPTERES	Limnephilidae																								
		<i>Allogamus</i>																1						1	1
COLEOPTERES	Dyticidae																								
		<i>Aqabus</i>			1						1					1								1	2
	Halipidae																								
		<i>Brychius elevatus</i>															2							2	2
HETEROPTERES	Nepidae																								
		<i>Nepa</i>		1							1														1
DIPTERES	Chironomidae		94	800	332	872	264	58	288	91	2799	128	142	58	41		1456	700	52	228	47	183	332	3367	6166
	Simuliidae									9	9	6			72	14			2					94	103
	Stratiomyidae			2							2														2
OLIGOCHETES				7	14	88			7		116	3				51	308	200		88	33		148	831	947
AMPHIPODES	Gammaridae							1	1	3	5	3									2			5	10
MOLLUSQUES	Cl. Gastéropodes																								
	Lymnaeidae																								
		<i>Radix</i>			2	1					3							1						1	4
	Planorbidae					1	2				3														3
NEMATHELMINTHES				3							3														3
variété taxonomique			1	5	4	4	2	2	4	4	11	5	1	2	2	4	4	4	2	3	3	1	2	9	13
variété relative %			8	38	31	31	15	15	31	31	85	38	8	15	15	31	31	31	15	23	23	8	15	69	
abondance absolue			94	813	349	962	266	59	297	109	2949	143	142	60	113	68	1769	902	54	318	82	183	480	4314	7263
abondance relative %			1	11	5	13	4	1	4	2	41	2	2	1	2	1	24	12	1	4	1	3	7	59	

Liste faunistique de la station T7 avant travaux (2004).

STATION : Dadon amont T7 (avant restauration)
DATE : 03/05/2004

			8 placettes (substrat, vitesse, hauteur d'eau)									12 placettes complémentaires (substrat, vitesse, hauteur d'eau)												total 12 placettes	total	
ORDRE	Famille	Genre espèce	1 S(7,1,2)	2 S(6,1,1)	3 S(5,1,1)	4 S(1,1,1)	5 S(6,2,2)	6 S(6,3,2)	7 S(6,2,4)	8 S(6,2,3)	total 8 placettes	9 S(7,1,1)	10 S(5,2,2)	11 S(1,3,1)	12 S(6,4,2)	13 S(6,1,2)	14 S(2,3,3)	15 S(6,3,1)	16 S(6,2,1)	17 S(6,1,3)	18 S(5,1,2)	19 S(5,2,3)	20 S(1,2,3)			
PLECOPTERES																										
	Nemouridae																									
		Nemoura																			1				1	1
		Protonemura						1			1	1												1	2	
EPHEMEROPTERES																										
	Baetidae																									
		Baetis		2				3			5			2	2		1	5	6	3					19	24
	Heptageniidae																									
		Epeorus													1									1	1	
TRICHOPTERES																										
	Limnephilidae																									
		Allogamus										1												1	1	
COLEOPTERES																										
	Halipidae																									
		Brychius elevatus		1							1														1	
DIPTERES																										
	Ceratopogonidae																			1		2		3	3	
	Chironomidae		47	71	124	61	176	96	47	64	686	77	53	39	46	19	56	54	58	63	224	176	58	923	1609	
	Simuliidae					6					6			6	28	3		4	43	4	9			97	103	
OLIGOCHETES					34	22	49	52	18	7	182	26	41	11	33	8	63	23	47	16	76	1653	54	2051	2233	
ISOPODES	Asellidae												1									3		4	4	
AMPHIPODES	Gammaridae																		1					1	1	
MOLLUSQUES																										
Gastéropodes	Ancylidae	Ancylus														1								1	1	
	Lymnaeidae																									
		Radix					1				1												3		1	
	Planorbidae				2						2												3		5	
variété taxonomique			1	3	3	3	4	3	2	2	8	4	3	4	5	4	3	4	6	5	4	4	2	13	15	
variété relative %			6,7	20,0	20,0	20,0	26,7	20,0	13,3	13,3	53,3	26,7	20,0	26,7	33,3	26,7	20,0	26,7	40,0	33,3	26,7	26,7	13,3	86,7		
abondance absolue			47	74	160	89	229	149	65	71	884	105	95	58	110	31	120	86	156	87	311	1835	112	3106	3990	
abondance relative %			1,2	1,9	4,0	2,2	5,7	3,7	1,6	1,8	22,2	2,6	2,4	1,5	2,8	0,8	3,0	2,2	3,9	2,2	7,8	46,0	2,8	77,8		

Liste faunistique de la station T2 située sur le secteur reméandré, 2 ans après travaux (2006)

STATION : Dadon amont T2 (après restauration)
DATE : 26/05/2006

			8 placettes	12 placettes complémentaires	total
ORDRE	Famille	Genre espèce			
PLECOPTERES					
	Leuctridae				
		<i>Leuctra</i>	2		2
EPHEMEROPTERES					
	Baetidae				
		<i>Baetis</i>	280	420	700
TRICHOPTERES					
	Hydroptilidae				
		<i>Hydroptila</i>	14	12	26
	Hydropsychidae				
		<i>Hydropsyche</i>	1		1
DIPTERES					
	Ceratopogonidae		3	5	8
	Chironomidae		910	315	1225
	Limoniidae		1	3	4
	Simuliidae		33	135	168
	Stratiomyidae		1	1	2
	Tipulidae		1		1
OLIGOCHETES			477	356	833
CRUSTACES					
	Gammaridae				
		<i>Gammarus</i>	1	1	2
MOLLUSQUES					
Gastéropodes	Ancylidae	<i>Ancylus</i>	2	5	7
	Hydrobiidae				
		<i>Potamopyrgus antipodarum sp.</i>	12	12	24
	Lymnaeidae				
		<i>Radix</i>	63	63	126
		<i>Stagnicola</i>	1	1	2
	Physidae				
		<i>Physa</i>	8	2	10
Bivalves	Sphaeriidae				
		<i>Pisidium</i>	42	20	62
TURBELLARIES					
	Dugesidae	<i>Dugesia</i>	1		1
NEMATHELMINTHES					
	Cl. Nematodes		70	103	173

variété générique	20	16	20
variété générique relative %	100	80	
abondance absolue	1923	1454	3377
abondance relative %	57	43	

Liste faunistique sur la station T7 située sur le secteur diversifié, 2 ans après travaux (2006)

STATION : Dadon amont T7 (après restauration)
DATE : 26/05/2006

			8 placettes	12 placettes complémentaires	total
ORDRE	Famille	Genre espèce			
EPHEMEROPTERES					
	Baetidae				
		<i>Baetis</i>	360	250	610
TRICHOPTERES					
	Hydroptilidae				
		<i>Hydroptila</i>	15	20	35
COLEOPTERES					
	Curculionidae (Ad)			1	1
DIPTERES					
	Ceratopogonidae			1	1
	Chironomidae		420	293	713
	Limoniidae			1	1
	Psychodidae		1	2	3
	Simuliidae		24	98	122
	Stratiomyidae			2	2
	Tipulidae		2	6	8
OLIGOCHETES			480	1073	1553
CRUSTACES					
	Gammaridae				
		<i>Gammarus</i>	3		3
MOLLUSQUES					
Gastéropodes	Ancylidae	<i>Ancylus</i>	1	1	2
	Lymnaeidae				
		<i>Radix</i>	13	19	32
	Planorbidae			1	1
	Physidae				
		<i>Physa</i>	1		1
Bivalves	Sphaeriidae				
		<i>Pisidium</i>	30	14	44
NEMATHELMINTHES					
	Cl. Nematodes		70	12	82

variété générique	13	16	18
variété générique relative %	72	89	
abondance absolue	1420	1794	3214
abondance relative %	44	56	

Liste faunistique de la station T2 située sur le secteur reméandré, 3 ans après travaux (2007).

STATION : T2
DATE : 16/07/07

ORDRE	Famille	Genre espèce	8 placettes (substrat, vitesse, hauteur d'eau)								total 8 placettes	total 8 placettes familles	12 placettes complémentaires (substrat, vitesse, hauteur d'eau)														total 12 placettes	total
			1 S (Bry, 25-75)	2 S (Sperm, 25-75)	3 S (Lit, <5)	4 S (Gal, 25-75)	5 S (Gra, 25-75)	6 S (Fin, <5)	7 S (Sab, <5)	8 S (Blo, 75-150)			9 S (Bry, 5-25)	10 S (Lit flot, 25-75)	11 S (Gal, <5)	12 S (Gal, 75-150)	13 S (Gra, <5)	14 S (Gra, 5-25)	15 S (Gra, 75-150)	16 S (Rac, 25-75)	17 S (Blo, 25-75)	18 S (Blo, 5-25)	19 S (Blo, <5)	20 S (Gal, 5-25)				
EPHEMEROPTERES																												
	Baetidae										307																	
		Baetis	102	124	6	42	19	4	2	8	307		27	152	3	19	4	34	32	29	5	8	3	39	355	662		
	Leptoptelebiidae	Habrophlebia		2							2																2	
TRICHOPTERES																												
	Hydroptilidae	Hydroptila	1	1	1			1			4			3	2		1	1	1			2			10	14		
	Psychomyiidae	Tinodes																					2		2	2		
COLEOPTERES																												
	Elmidae	Limnius										1							1						3	3		
		Elmis																							1	1		
		Riolus												1												1	1	
		Macronychus												1												1	1	
	Hydraenidae					1					1															1	1	
		Hydraena												1												1	1	
ODONATES																												
	S.O. zygoptères		1	2							3															2	2	
	Calopterygidae	Calopteryx												1						1						1	1	
	Coenagrionidae																									1	1	
	Gomphidae																									1	1	1
DIPTERES																												
	Anthomyiidae													1												1	1	
	Ceratopogonidae																			1						1	1	
	Chironomidae		166	37	46	1	3	56	13	1	323	323	137	26	3		9	2		14	1	10	3	3	208	531		
	Empididae						1				1	1														1	1	
	Psychodidae			1	3			1			5	5							1							1	6	
	Simuliidae							1			1	1		9					1							10	11	
	Stratiomyidae			1	2			1			4	4														2	4	
	Tipulidae		2								2	2	1	1												2	4	
OLIGOCHETES																												
			74	8	19	1	8	68	5	4	187	187	37	3	7		13	8	6	62			1	9	146	333		
ACHETES																												
	Erpobdellidae	Erpobdella				3					3	3															3	
	Glossiphoniidae																											
		Glossiphonia	1		1						2																2	
		Helobdella stagnalis				1					1																1	
AMPHIPODES																												
	Gammaridae	Gammarus	558	325	216	17	36	126	1	4	1283	1283	316	342	123	20	101	57	10	396	4	16	2	56	1443	2726		
HYDRACARIENS																												
			5	3	3			2		1	14	14	3	5			1			1						10	24	
MOLLUSQUES																												
	Cl. Gastéropodes																											
	Ancylidae	Ancylus		1				2	1		4	4						1	1	1					2	5	9	
	Bithyniidae	Bithynia			1						1	1															1	
	Hydrobiidae			1	1						2	3															2	
		Potamopyrgus antipodarum sp.																									1	
		Bythinella							1		1								1			1				4	4	
	Lymnaeidae		2		2						4	31															4	
		Radix	4	15	3			5			27		2		2		5	4		7		3	1			24	51	
	Planorbidae		1								1	1														1	1	
	Physidae			23							23	54							1							1	24	
		Physa	8	6	10			7			31		7					1		17						25	56	
	Cl. Bivalves																											
	Sphaeriidae																											
		Psidium	26	7	39		4	26	27		129	129	1		1		2	7		17					1	29	158	
MEGALOPTERES																											1	
	Sialidae	Sialis						1			1	1															1	
CNIDAIRES																												
	Hydridae	Hydra	1								1	1			1					2						3	4	
TURBELLARIES																												
	Dugesidae	Dugesia	5	1	2						8	8	2	3			1			5						11	19	
	Planariidae											1																
		Polycelis				1					1			3						1						4	5	
NEMATHELMINTHES																												
	Cl. Nematodes		2							1	3	3															3	
		variété taxonomique	17	17	20	4	8	13	6	6	32			16	12	9	3	9	10	8	16	3	6	6	7	28	40	
		variété relative %	42,5	42,5	50,0	10,0	20,0	32,5	15,0	15,0	80,0			37,5	30,0	22,5	7,5	22,5	25,0	20,0	40,0	7,5	15,0	15,0	17,5	70,0		
		abondance absolue	959	558	361	61	74	299	49	19	2380			540	547	143	40	137	116	53	556	10	40	12	111	2305	4682	
		abondance relative %	20,5	11,9	7,7	1,3	1,6	6,4	1,0	0,4	50,8			11,5	11,7	3,1	0,9	2,9	2,5	1,1	11,9	0,2	0,9	0,3	2,4	49,2		

Liste faunistique de la station T7 située sur le secteur diversifié, 3 ans après travaux (2007).

STATION : T7
DATE : 16/07/07

ORDRE	Famille	Genre espèce	8 placettes (substrat, vitesse, hauteur d'eau)								total 8 placettes	total 8 placettes familles	12 placettes complémentaires (substrat, vitesse, hauteur d'eau)														total 12 placettes s	total
			1 S (Bry, 25-75)	2 S (Gal, 25-75)	3 S (Rac, <5)	4 S (Sperm, <5)	5 S (Gra, 25-75)	6 S (Fin <5)	7 S (Sab, 25-75)	8 S (Dal, 75-150)			9 S (Bry, 5-25)	10 S (Bra, <5)	11 S (Gal, 5-25)	12 S (Gal, <5)	13 S (Gal, 75-150)	14 S (Gra, 5-25)	15 S (Gra, 75-150)	16 S (Dal, 25-75)	17 S (Blo, 5-25)	18 S (Blo, >150)	19 S (Sab, <5)	20 S (Gra, <5)				
EPHEMEROPTERES	Baetidae	Baetis	59	26	3	51	17	1	4	14	175	175	28	5	9	1	17	1	11	34	8	9	2		125	300		
							1 (fourreau)				1	1														1		
TRICHOPTERES	Hydroptilidae	Agraylea	1								1	1														1		
		Hydropilla					1						2				6								8	8		
	Odontoceridae	Odontocerum albicorne sp.									1	1														1		
	Psychomyiidae	Tinodes		6			1	2			3	12		1	1	4	8			1	2				17	29		
		Lype												4											4	4		
COLEOPTERES																												
	Elmidae	Limnius										4																
		larve																								1		
		adulte						1			1						1	1						2	2			
		Elmis																										
		larve																								1		
		adulte						1			1															1		
		Riolus																										
		larve	1								1	2								1					1	3		
	Hydraenidae	Hydraena					1				1															1		
												1																
ODONATES																												
	S.O zygoptères												2												2	2		
DIPTERES																												
	Ceratopogonidae					1					1	1													1	1	2	
	Chironomidae		90	13	6	42	4	4	4	13	176	176	112	7	6	7	6	9	1	9	2				11	170	346	
	Empididae			3						1	4	4	1				1								2	6		
	Limoniidae			1							1	1														1		
	Simuliidae										2	2							1			2			3	5		
	Tipulidae			1	2						3	3			1			1						2	4	7		
OLIGOCHETES			7	6	7	14	18	18	13	5	88	88	16	17	9	15	3	15	56	2		4			76	213	301	
ACHETES																												
	Erpobdellidae																1								1	1		
	Glossiphoniidae											1																
		Glossiphonia				1										1	1								2	2		
		Helobdella									1							1							1	2		
AMPHIPODES																												
	Gammaridae	Gammarus	560	15	387	85	22	2	2	12	1085	1085	282	275	34	58	78	129	50	1	1	5	5	236	1154	2239		
HYDRACARIENS			2				2				4	4	1	2			2	1							6	10		
MOLLUSQUES																												
	Cl. Gastéropodes																											
	Ancylidae	Ancylus	2	2				1			5	5				15	5	18	1	5		1			1	46	51	
	Hydrobiidae		1			2	2	4			9	19	2	1		3	2			1	1			1	4	15	24	
		Potamopyrgus antipodarum sp.	1			2	5		2		10		1	1				2	3							7	17	
	Lymnaeidae					1			1		2	8	1			1										2	4	
		Radix					5	1			6														1	1	7	
		Stagnicola																1							1	1	3	
	Physidae			1					1		2	7							1						1	1	3	
		Physa				2	3				5		3	2											1	6	11	
	Cl Bivalves																											
	Sphaeriidae											15																
		Pisidium	1				3	1	10		15		4	9			2		8	1				1	27	52	67	
CNIDAIRES																												
	Hydridae	Hydra				1					1	1															1	
TURBELLARIES																												
	Dugesidae	Dugesia	5			4					9	9	7	1			1		4	1					3	17	26	
	Planariidae																											
		Polycelis														1										1	1	
NEMATHELMINTHES																												
	Cl. Nematodes					1					1	1		3	1	1	1	1							1	7	8	
		variété taxonomique	12	10	15	13	11	8	5	7	30		16	15	8	12	11	14	11	6	6	4	4	12	31	33		
		variété relative %	36,4	30,3	45,5	39,4	33,3	24,2	15,2	21,2	90,9		48,5	45,5	24,2	36,4	33,3	42,4	33,3	18,2	18,2	12,1	12,1	36,4	93,9			
		abondance absolue	730	74	421	215	71	39	24	50	1625		464	330	79	103	131	181	129	48	15	20	9	364	1873	3498		
		abondance relative %	20,9	2,1	12,0	6,1	2,0	1,1	0,7	1,4	46,5		13,3	9,4	2,3	2,9	3,7	5,2	3,7	1,4	0,4	0,6	0,3	10,4	53,5			

Evolution temporelle des effectifs totaux (20 placettes) et des effectifs de taxons issus des prélèvements en zones lenticques, minérales et organiques.

Classe d'abondance (Verneaux 1973 et littérature)	
	1
	2
	3
	4
	5

		tot						v<5				min				org			
		T2			T7			T2		T7		T2		T7		T2		T7	
Ordre	Taxons	2004	2006	2007	2004	2006	2007	2004	2007	2004	2007	2004	2007	2004	2007	2004	2007	2004	2007
PLECOPTERE	Leuctra		2																
	Nemoura				1					1				1					
	Protonemoura				2					1				1				1	
EPHEMEROPTERE	Baetis	19	700	662	24	610	300	2	22	5	63	19	218	24	153		444		147
	Epeorus				1									1					
	Habrophlebia			2													2		
TRICOPTERE	Agrayela						1												1
	Hydroptila		26	14		35	8		5				7		6		7		2
	Hydropsyche		1																
	Allogamus	1			1					1		1						1	
	Odontocerum						1				1								1
	Tinodes			2			29		2		10		2		26				3
	Lype						4				4								4
COLEOPTERE	Curculionidae					1													
	Limnius			3			3						2		3		1		
	Elmis			1			2				1						1		2
	Riolus			1			3								2		1		1
	Macronychus			1					1								1		
	Hydraena			1			1				1						1		1
	Agabus	2						1				2							
	Brychius	2			1							2		1					
HETEROPTERE	Nepa	1						1				1							
ODONATE	Zygoptères			3			2										3		2
	Calopterygidae			2													2		
	Coenagrionidae			1													1		
	Gomphidae			1									1						
DIPTERE	Anthomyiidae			1													1		
	Ceratopogonidae		8	1	3	1	2				2			3	1		1		1
	Chironomidae	6166	1225	531	1609	713	346	3032	130	462	77	5058	49	1485	85	1108	482	124	261
	Empididae			1			6						1		5				1
	Limoniidae		4			1	1								1				
	Psychodidae			6		3			4								6		
	Simuliidae	103	168	11	103	122	5	2		13		103	2	103	5		9		
	Stratiomyidae	2	2	4		2		2	3			2					4		
	Tipulidae		1	4		8	7				5				4		4		3
	OLIGOCHETE	Oligochètes	947	833	333	2233	1553	301	345	113	106	147	859	62	2207	222	88	271	26
ACHETE	Erpobdella			3			1			3					1		3		
	Glossiphonia			2			2			1		2			2		2		1
	Helobdella Stagnalis			1			2		1						1		1		
ISOPODE	Asellidae				4									4					
AMPHIPODE	Gammarus	10	2	2726	1	3	2239	1	569		1048	10	447	1	648		2279		1591
HYDRACARIENS	Hydracariens			24			10		6		4		2		3		22		7
MOLLUSQUES	Ancylus		7	9	1	2	51		1	1	6		6	1	49		3		2
	Bithynia			1					1								1		
	Potamopyrgus		24	4			17				10		3		5		1		12
	Bythinella			1					1				1						
	Radix	4	126	51	1	32	7	3	16		6	3	15	1	2	1	36		5
	Stagnicola		2				1								1				
	Planorbiidae	3		1	5	1		3		2		2		5		1	1		
	Physa		10	56		1	11		17		8		1		1		55		10
	Pisidium		62	158		44	67		95		52		42		40		116		27
	Pisidium																		
MEGALOPTERE	Sialis			1					1								1		
CNIDAIRE	Hydra			4			1		1		1		1				3		1
TURBELLARIE	Dugesia		1	19			26		3		9		1		9		18		17
	Polycelis			5			1		1		1						5		1
NEMATHELMINTHE	Nematodes	3	173	3		82	8	3			6	3	1		4		2		4
	eff total	7263	3377	4655	3990	3214	3466	3395	998	593	1464	6065	864	3838	1279	1198	3791	152	2187
	vt	13	20	40	15	18	33	11	24	10	22	13	20	14	25	4	36	4	27
	H	0,73	2,43	2,07	1,23	2,05	1,94	0,54	2,15	1,01	1,69	0,79	2,11	1,23	2,38	0,40	2,02	0,77	1,53
	E	0,20	0,56	0,39	0,32	0,49	0,39	0,16	0,47	0,30	0,38	0,23	0,46	0,37	0,53	0,12	0,44	0,23	0,34

ANNEXE B

Fiche de présentation de la station de pêche et résultats bruts.



RESULTATS DE PECHE ELECTRIQUE D'INVENTAIRE

LOCALISATION

Date : 29/06/2007
Nom station : dadon restauré
Cours d'eau : Dadon
Affluent de : Chéran
Commune : Rumilly

Altitude :
Coord. X :
Coord. Y :
Gestionnaire : AAPMA de l'Albanais



CARACTERISTIQUE

Longueur : 106 m
Largeur moy : 3 m
Superficie : 316 m²
Condition débit : Etiage
T°C eau : 13,6°C
Conductivité : 258,5 µS
Catégorie pisc. : 1ère
Taille légale : 230 mm

Profondeur mini : 0,10 m
Profondeur maxi : 0,5 m
Nature du fond : Galets/graviers
Végétation rivulaire : Arbre + arbuste
Végétation aquatique : Non
Abris, caches : caissons, blocs

COMMENTAIRES SUR LES CONDITIONS DE PECHE

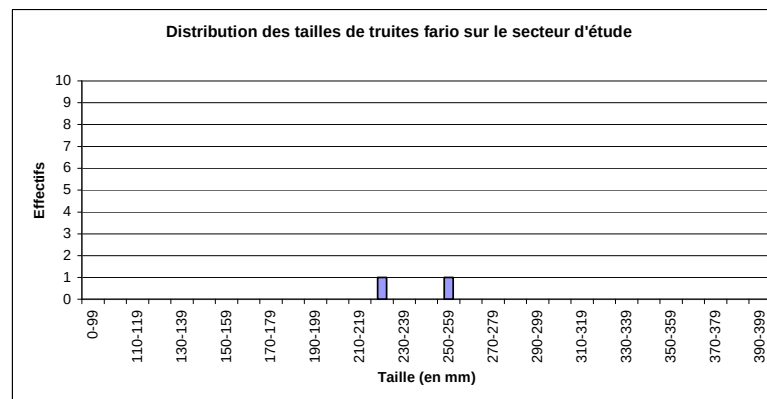
Pas de problèmes particuliers à signaler.
 Pêche réalisée dans le cadre de l'évaluation des travaux de restauration réalisé sur le Dadon en 2004

Tableau des résultats bruts

	Taille (mm)	1er passage		2ème passage		Effectif total
		Effectif	Biomasse (g)	Effectif	Biomasse (g)	
CHE	0-99	4	28,2	2	13,2	6
CHE	100-109	1	8,5	0		1
CHE	110-119	4	74,1	1	14,9	5
CHE	120-129	5	86,8	1	27,5	6
CHE	130-139	1	27,2	0		1
CHE	140-149	3	116,7	0		3
CHE	150-159	6	257,9	1	36,8	7
CHE	160-169	15	796,8	6	308,7	21
CHE	170-179	11	677	4	231,4	15
CHE	180-189	11	688,4	3	206,7	14
CHE	190-199	4	313,1	0		4
CHE	200-209	9	865	1	91	10
CHE	210-219	5	535,6	1	100,9	6
CHE	220-229	2	251,5	0		2
CHE	230-239	0		0		0
CHE	240-249	0		0		0
CHE	250-259	0		0		0
CHE	260-269	0		0		0
CHE	270-279	0		0		0
CHE	280-289	1	138,4	0		1
CHE	290-299	0		0		0
CHE	300-309	0		0		0
CHE	310-319	0		0		0
CHE	320-329	0		0		0
CHE	330-339	0		0		0
CHE	340-349	0		0		0
CHE	350-359	0		0		0
CHE	360-369	0		0		0
CHE	370-379	0		0		0
CHE	380-389	0		0		0
CHE	390-399	0		0		0
CHE	400-409	0		0		0
CHE	410-419	0		0		0
CHE	420-429	0		0		0
CHE	430-439	0		0		0
CHE	440-449	0		0		0
CHE	450-459	0		0		0
CHE	460-469	0		0		0
CHE	470-479	0		0		0
CHE	480-489	0		0		0
CHE	490-499	0		0		0
CHE	>=500	0		0		0
CHE	TOTAL	82	4865,2	20	1031,1	102
TRF	220-229	1	131	0	0	1
TRF	250-259	1	198,9	0	0	1
TRF	TOTAL	2	329,9	0	0	2
BLN	TOTAL	2	59,4	8	30,3	10
CCO	TOTAL	6	92,1	0	0	6
LOF	TOTAL	77	382,3	40	177,4	117
VAI	TOTAL	329	949,6	233	573	562

Synthèse des résultats et histogramme:

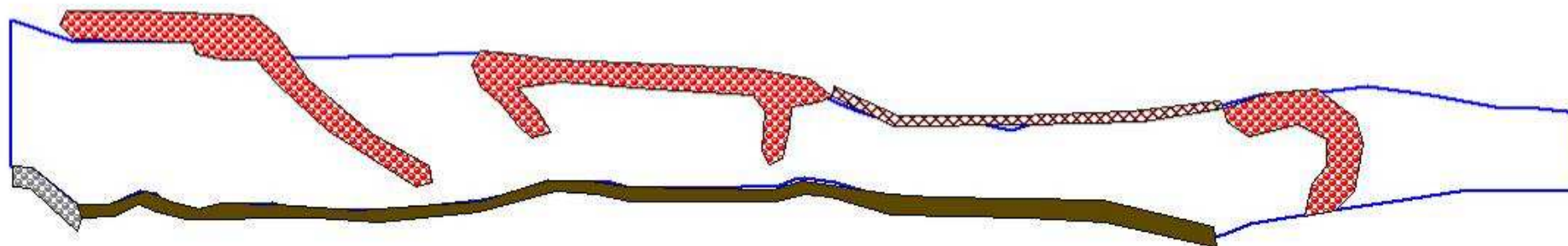
	TRF	VAI	LOF	CHE	CHA	BLN	CCO	total
Effectif 1er passage	2	329	77	82	0	2	6	
Effectif 2ème passage	0	233	40	20	0	8	0	
Effectif estimée	2	1128	160	108	0	10	6	1414
Densité (ind./100m²)	0,6	356,8	50,7	34,3	0,0	3,2	1,9	
Biomasse (Kg/ha)	10,4	96,7	24,3	198,4	0,0	2,8	2,9	336
Effectif relatif	0,1%	79,7%	11,3%	7,7%	0,0%	0,7%	0,4%	
Biomasse relative	3,1%	28,8%	7,2%	59,1%	0,0%	0,8%	0,9%	
Classe pondérale	1	5	3	5	0	1	5	
Classe numérique	0,1	5	3	5	0	0,1	0,1	
Classe théorique (B4)	5	5	4	1	3	1	0	



ANNEXE C

Cartographies des aménagements réalisés et comparaison des mosaïques d'habitat avant et 3 ans après travaux sur les 10 tronçons.

Cartographie des aménagements réalisés sur le **Tronçon 1**



types d'aménagements

- caisson végétalisé
- ▤ épis déflecteur, seuil, blocs de diversification
- ▦ enrochements libres
- ▧ fascine

Sens du courant



0 3 m

Tronçon 1

Après travaux



substrat	AFF	BER	BLO	BLS	BRA	CHV	DAL	FIN	GAL	GGR	GLS	GRA	LIT	SAB
surface %		0,83	2,03	11,68	1,61	5,17		19,91	6,27	7,76	16,72	11,46	1,23	15,32



Classe cm	< 5	6 à 20	21 à 70	71 à 150	> 150
surface %	2,66	27,96	69,37	0,00	0,00

100



classe cm/s	<10	11 à 40	41 à 80	81 à 150	> 150
surface %	64,75	32,59	1,29	1,37	0,00

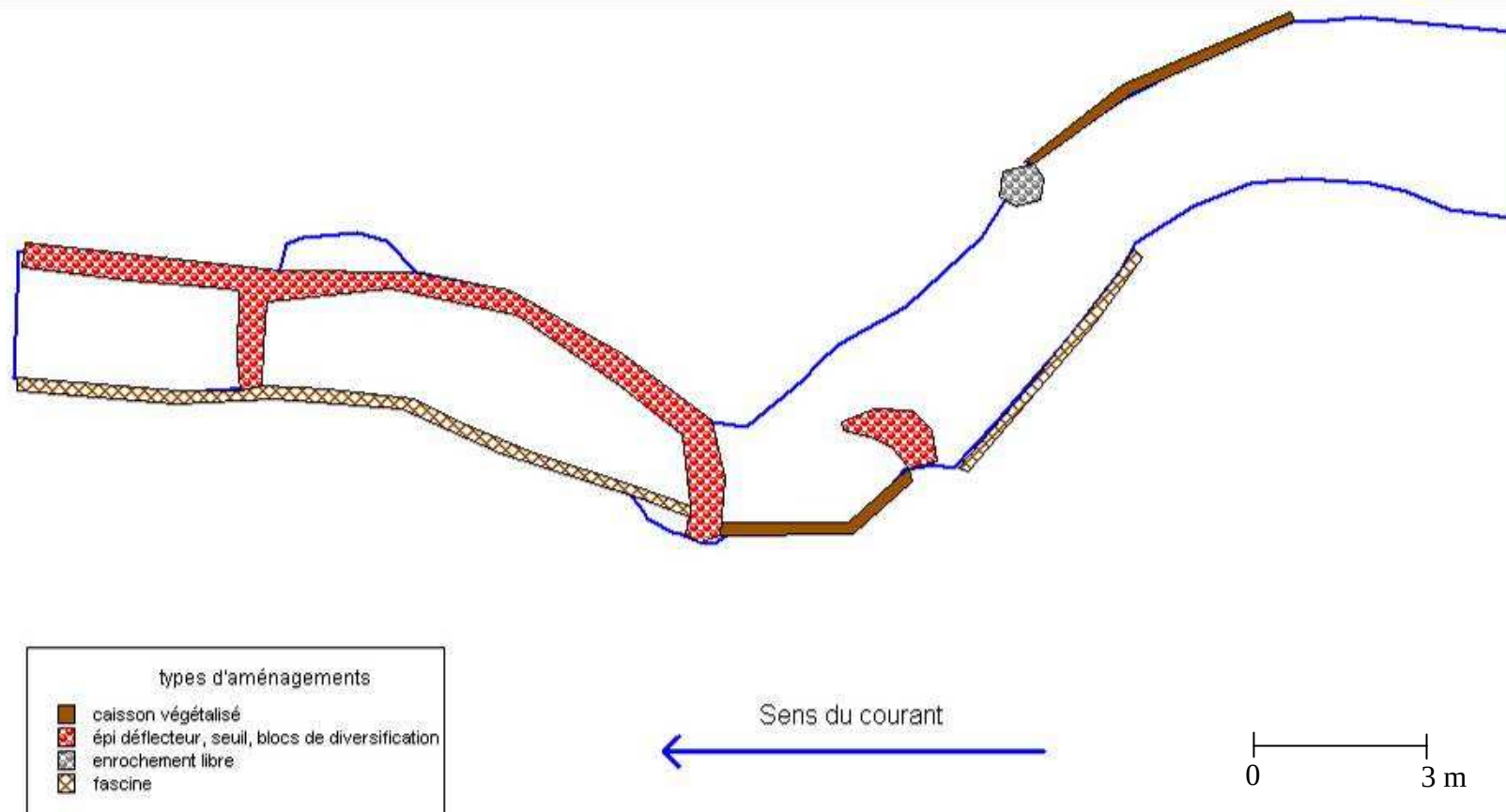
[illegible]

0 3 m

Sens du courant

(conditions d'étiage).

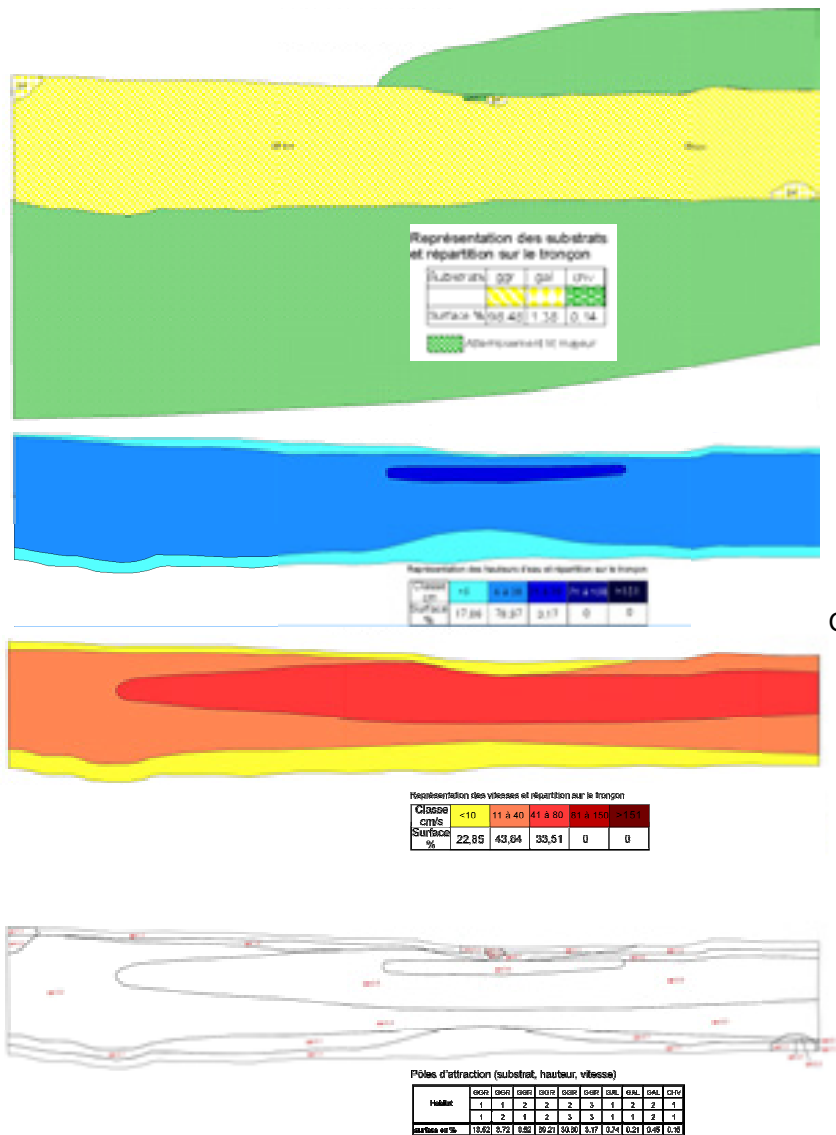
Cartographie des aménagements réalisés sur le **Tronçon 2**



Cartographie des mosaïques d'habitat aquatique du Dadon, selon la logique des pôles d'attraction (méthode DSP DR5, TELEOS)
Cartes avant travaux (2004) et 3 ans après travaux (2007).

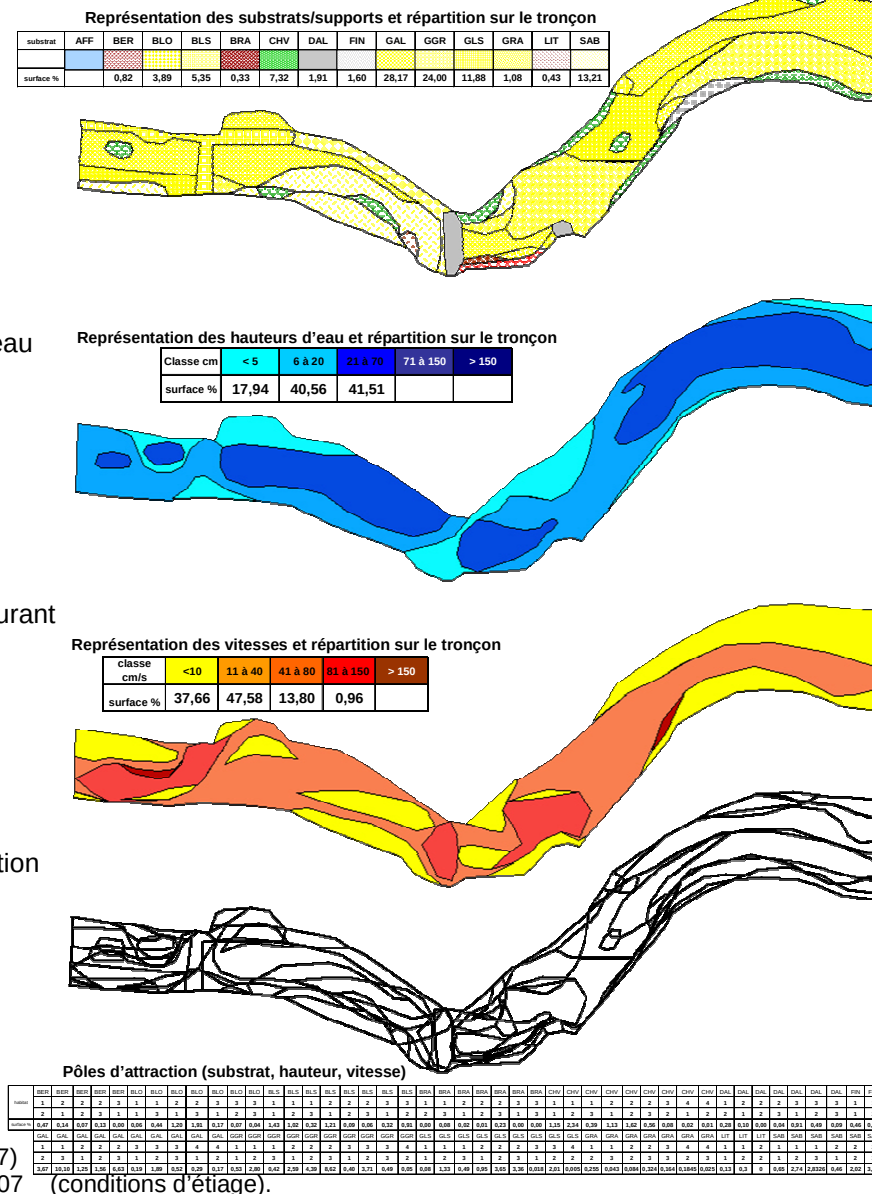
Tronçon 2

Avant travaux



Cartes des substrats/soutiens

Après travaux



Cartes des hauteurs d'eau

Cartes des vitesses de courant

Cartes des pôles d'attraction

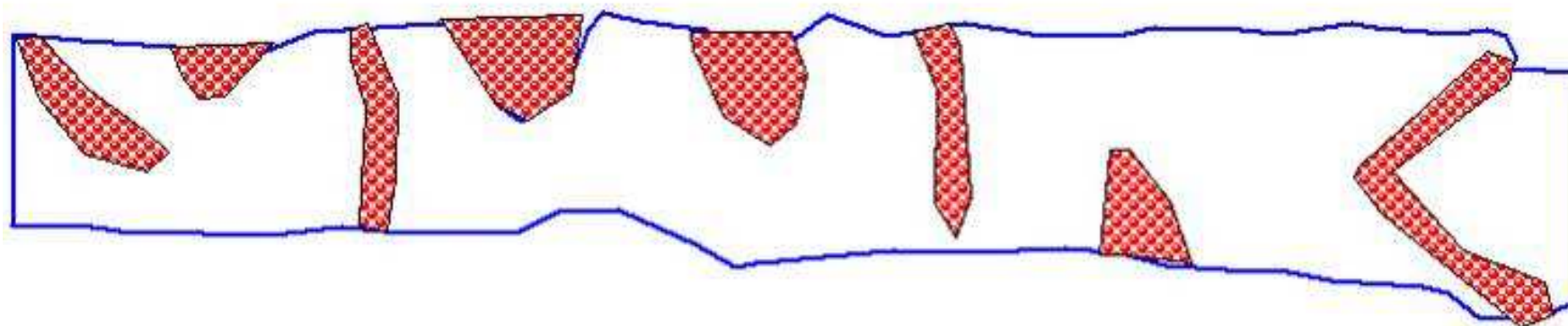
Echelle :
0 3 m

Sens du courant

Protocole de cartographie de l'habitat aquatique selon la logique des pôles d'attraction (CSP DR n°5, 1993-1997)
Cartographie réalisée à partir des relevés de terrain effectués respectivement le 30 mars 2004 et le 17 juillet 2007

(conditions d'étiage).

Cartographie des aménagements réalisés sur le **Tronçon 3**



types d'aménagements

-  caisson végétalisé
-  épis déflecteur, seuil, blocs de diversification
-  enrochements libres
-  fascine

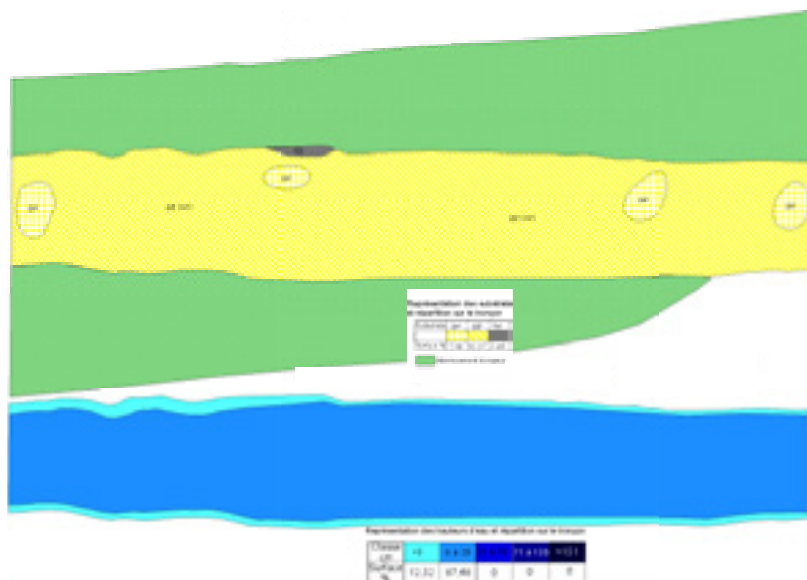
Sens du courant
←

0 3 m

Cartographie des mosaïques d'habitat aquatique du Dadon, selon la logique des pôles d'attraction (méthode DSP DR5, TELEOS)
Cartes avant travaux (2004) et 3 ans après travaux (2007).

Tronçon 3

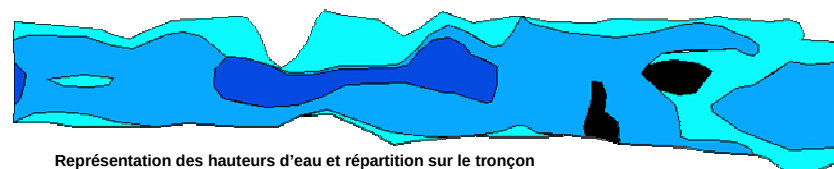
Avant travaux



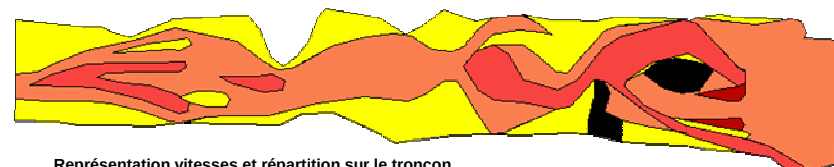
Cartes des hauteurs d'eau



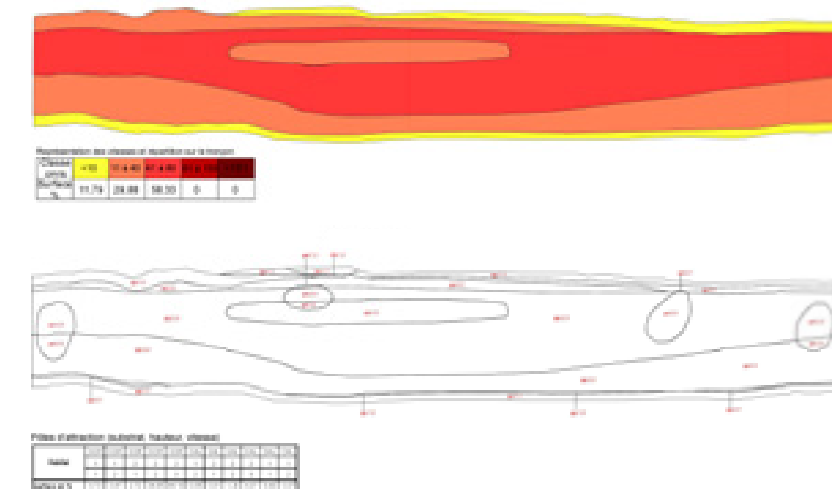
Cartes des vitesses de courant



Cartes des pôles d'attraction



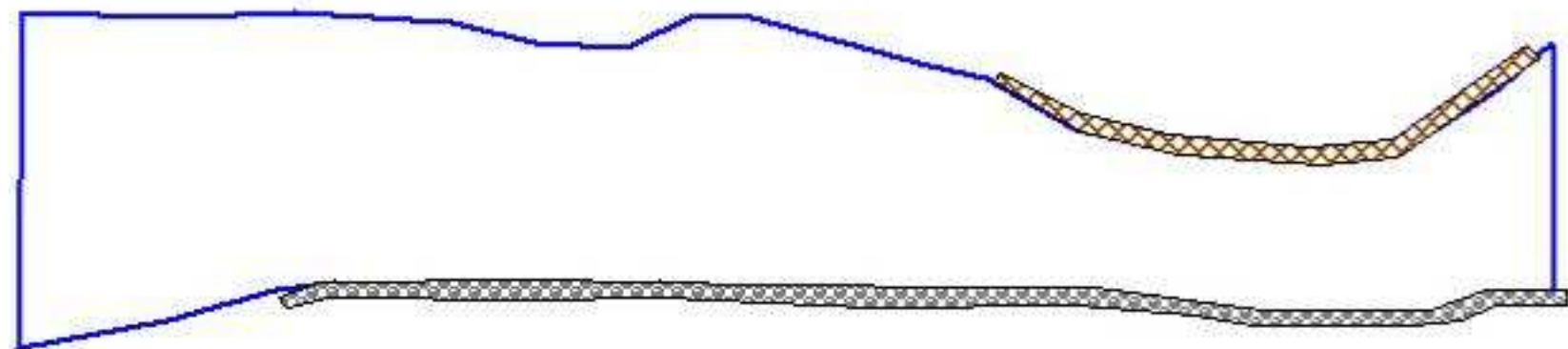
Echelle :
0 3 m
Sens du courant



Protocole de cartographie de l'habitat aquatique selon la logique des pôles d'attraction (CSP DR n°5, 1993-1997)
Cartographie réalisée à partir des relevés de terrain effectués respectivement le 30 mars 2004 et le 17 juillet 2007

(conditions d'étiage).

Cartographie des aménagements réalisés sur le **Tronçon 4**



types d'aménagements

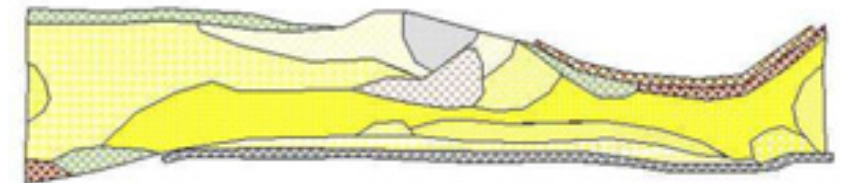
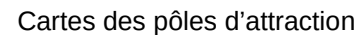
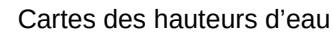
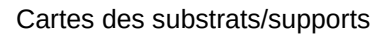
-  caisson végétalisé
-  épis déflecteur, seuil, blocs de diversification
-  enrochements libres
-  fascine

← Sens du courant

0 ————— 3 m

Tronçon 4

Après travaux



Représentation des substrats/supports et répartition sur le tronçon

Représentation des hauteurs d'eau et répartition sur le tronçon

Représentation des hauteurs d'eau et répartition sur le tronçon

Représentation vitesses et répartition sur le tronçon

Représentation vitesses et répartition sur le tronçon

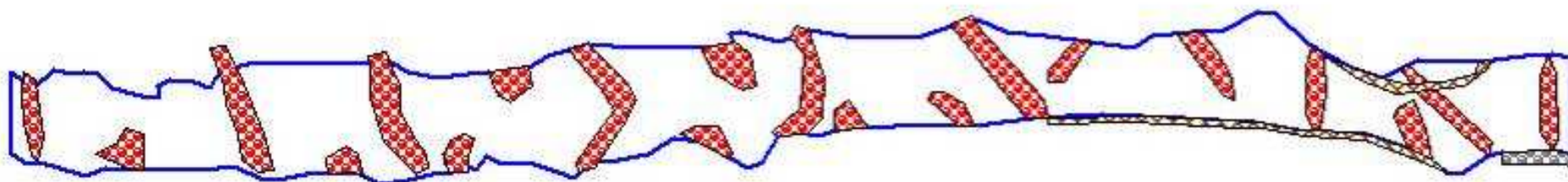
Figure 1 is a line graph titled 'Distribution of the number of contacts per person'. The x-axis is labeled 'Number of contacts' and ranges from 0 to 10. The y-axis is labeled 'Probability' and ranges from 0 to 0.1. There are two data series: 'No contact' (solid line) and 'Contact' (dashed line). The 'No contact' series has a sharp peak at 1 contact with a probability of approximately 0.08. The 'Contact' series has a broader distribution with a peak around 2-3 contacts with a probability of approximately 0.04.

Pôles d'attraction (substrat, hauteur, vitesse)

[illegible]

Cartographie réalisée à partir des relevés de terrain effectués respectivement le 30 mars 2004 et le 17 juillet 2007 (conditions d'étiage).

Cartographie des aménagements réalisés sur le **Tronçon 5**



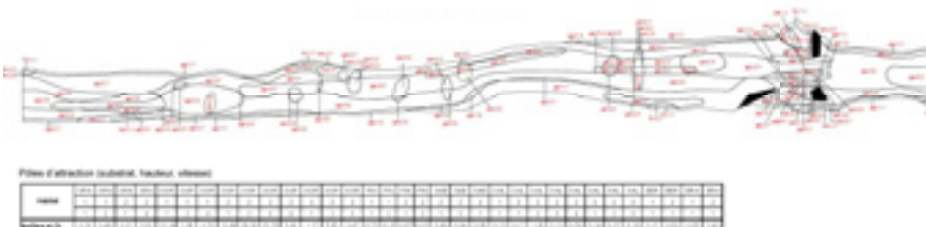
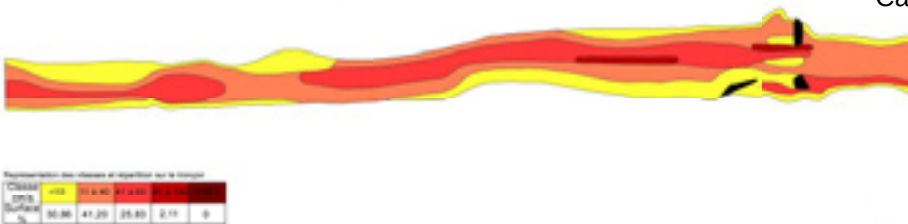
types d'aménagements	
	caisson végétalisé
	épis déflecteur, seuil, blocs de diversification
	enrochements libres
	fascine

Sens du courant
←

0 3 m

Cartographie des mosaïques d'habitat aquatique du Dadon, selon la logique des pôles d'attraction (méthode DSP DR5, TELEOS)
Cartes avant travaux (2004) et 3 ans après travaux (2007).

Avant travaux



Après travaux



Représentation des substrats supports et répartition sur le tronçon

substrat	AFF	BER	BLO	BLS	BRA	CHV	DAL	FIN	GAL	GGR	GLS	GRA	LIT	SAB
surface %			1,94	12,22	0,24	11,28	4,53	0,68	25,16	19,04	8,17	11,58		5,15



Représentation des hauteurs d'eau et répartition sur le tronçon

Classe cm	< 5	6 à 20	21 à 70	71 à 150	> 150
surface %	25,16	54,70	20,14		



Représentation vitesses et répartition sur le tronçon

classe cm/s	<10	11 à 40	41 à 80	81 à 150	> 150
surface %	37,53	44,97	13,75	3,62	0,14

Cartes des pôles d'attraction



Pôles d'attraction (substrat, hauteur, vitesse)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Matrix	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12	13	13	13	14	14	14	15	15	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18	19	19	19	20	20	20	21	21	21	22	22	22	23	23	23	24	24	24	25	25	25	26	26	26	27	27	27	28	28	28	29	29	29	30	30	30	31	31	31	32	32	32	33	33	33	34	34	34	35	35	35	36	36	36	37	37	37	38	38	38	39	39	39	40	40	40	41	41	41	42	42	42	43	43	43	44	44	44	45	45	45	46	46	46	47	47	47	48	48	48	49	49	49	50	50	50	51	51	51	52	52	52	53	53	53	54	54	54	55	55	55	56	56	56	57	57	57	58	58	58	59	59	59	60	60	60	61	61	61	62	62	62	63	63	63	64	64	64	65	65	65	66	66	66	67	67	67	68	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71	71	72	72	72	73	73	73	74	74	74	75	75	75	76	76	76	77	77	77	78	78	78	79	79	79	80	80	80	81	81	81	82	82	82	83	83	83	84	84	84	85	85	85	86	86	86	87	87	87	88	88	88	89	89	89	90	90	90	91	91	91	92	92	92	93	93	93	94	94	94	95	95	95	96	96	96	97	97	97	98	98	98	99	99	99	100	100	100	101	101	101	102	102	102	103	103	103	104	104	104	105	105	105	106	106	106	107	107	107	108	108	108	109	109	109	110	110	110	111	111	111	112	112	112	113	113	113	114	114	114	115	115	115	116	116	116	117	117	117	118	118	118	119	119	119	120	120	120	121	121	121	122	122	122	123	123	123	124	124	124	125	125	125	126	126	126	127	127	127	128	128	128	129	129	129	130	130	130	131	131	131	132	132	132	133	133	133	134	134	134	135	135	135	136	136	136	137	137	137	138	138	138	139	139	139	140	140	140	141	141	141	142	142	142	143	143	143	144	144	144	145	145	145	146	146	146	147	147	147	148	148	148	149	149	149	150	150	150	151	151	151	1
	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12	13	13	13	14	14	14	15	15	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18	19	19	19	20	20	20	21	21	21	22	22	22	23	23	23	24	24	24	25	25	25	26	26	26	27	27	27	28	28	28	29	29	29	30	30	30	31	31	31	32	32	32	33	33	33	34	34	34	35	35	35	36	36	36	37	37	37	38	38	38	39	39	39	40	40	40	41	41	41	42	42	42	43	43	43	44	44	44	45	45	45	46	46	46	47	47	47	48	48	48	49	49	49	50	50	50	51	51	51	52	52	52	53	53	53	54	54	54	55	55	55	56	56	56	57	57	57	58	58	58	59	59	59	60	60	60	61	61	61	62	62	62	63	63	63	64	64	64	65	65	65	66	66	66	67	67	67	68	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71	71	72	72	72	73	73	73	74	74	74	75	75	75	76	76	76	77	77	77	78	78	78	79	79	79	80	80	80	81	81	81	82	82	82	83	83	83	84	84	84	85	85	85	86	86	86	87	87	87	88	88	88	89	89	89	90	90	90	91	91	91	92	92	92	93	93	93	94	94	94	95	95	95	96	96	96	97	97	97	98	98	98	99	99	99	100	100	100	101	101	101	102	102	102	103	103	103	104	104	104	105	105	105	106	106	106	107	107	107	108	108	108	109	109	109	110	110	110	111	111	111	112	112	112	113	113	113	114	114	114	115	115	115	116	116	116	117	117	117	118	118	118	119	119	119	120	120	120	121	121	121	122	122	122	123	123	123	124	124	124	125	125	125	126	126	126	127	127	127	128	128	128	129	129	129	130	130	130	131	131	131	132	132	132	133	133	133	134	134	134	135	135	135	136	136	136	137	137	137	138	138	138	139	139	139	140	140	140	141	141	141	142	142	142	143	143	143	144	144	144	145	145	145	146	146	146	147	147	147	148	148	148	149	149	149	150	150	150	151	151	151	1														
	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12	13	13	13	14	14	14	15	15	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18	19	19	19	20	20	20	21	21	21	22	22	22	23	23	23	24	24	24	25	25	25	26	26	26	27	27	27	28	28	28	29	29	29	30	30	30	31	31	31	32	32	32	33	33	33	34	34	34	35	35	35	36	36	36	37	37	37	38	38	38	39	39	39	40	40	40	41	41	41	42	42	42	43	43	43	44	44	44	45	45	45	46	46	46	47	47	47	48	48	48	49	49	49	50	50	50	51	51	51	52	52	52	53	53	53	54	54	54	55	55	55	56	56	56	57	57	57	58	58	58	59	59	59	60	60	60	61	61	61	62	62	62	63	63	63	64	64	64	65	65	65	66	66	66	67	67	67	68	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71	71	72	72	72	73	73	73	74	74	74	75	75	75	76	76	76	77	77	77	78	78	78	79	79	79	80	80	80	81	81	81	82	82	82	83	83	83	84	84	84	85	85	85	86	86	86	87	87	87	88	88	88	89	89	89	90	90	90	91	91	91	92	92	92	93	93	93	94	94	94	95	95	95	96	96	96	97	97	97	98	98	98	99	99	99	100	100	100	101	101	101	102	102	102	103	103	103	104	104	104	105	105	105	106	106	106	107	107	107	108	108	108	109	109	109	110	110	110	111	111	111	112	112	112	113	113	113	114	114	114	115	115	115	116	116	116	117	117	117	118	118	118	119	119	119	120	120	120	121	121	121	122	122	122	123	123	123	124	124	124	125	125	125	126	126	126	127	127	127	128	128	128	129	129	129	130	130	130	131	131	131	132	132	132	133	133	133	134	134	134	135	135	135	136	136	136	137	137	137	138	138	138	139	139	139	140	140	140	141	141	141	142	142	142	143	143	143	144	144	144	145	145	145	146	146	146	147	147	147	148	148	148	149	149	149	150	150	150	151	151	151	1																	
	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12	13	13	13	14	14	14	15	15	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18	19	19	19	20	20	20	21	21	21	22	22	22	23	23	23	24	24	24	25	25	25	26	26	26	27	27	27	28	28	28	29	29	29	30	30	30	31	31	31	32	32	32	33	33	33	34	34	34	35	35	35	36	36	36	37	37	37	38	38	38	39	39	39	40	40	40	41	41	41	42	42	42	43	43	43	44	44	44	45	45	45	46	46	46	47	47	47	48	48	48	49	49	49	50	50	50	51	51	51	52	52	52	53	53	53	54	54	54	55	55	55	56	56	56	57	57	57	58	58	58	59	59	59	60	60	60	61	61	61	62	62	62	63	63	63	64	64	64	65	65	65	66	66	66	67	67	67	68	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71	71	72	72	72	73	73	73	74	74	74	75	75	75	76	76	76	77	77	77	78	78	78	79	79	79	80	80	80	81	81	81	82	82	82	83	83	83	84	84	84	85	85	85	86	86	86	87																																																																																																																																																																																																																							

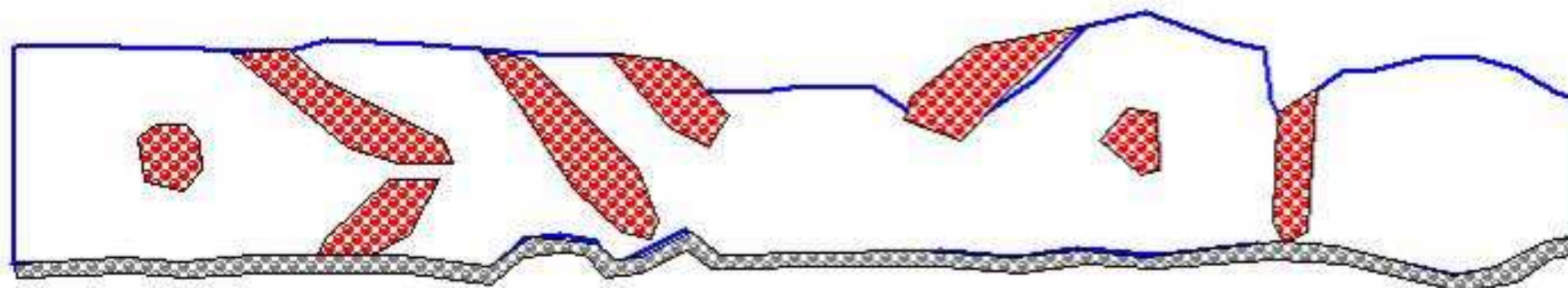
Echelle :

0 3 m

Sens du courant

Protocole de cartographie de l'habitat aquatique selon la logique des pôles d'attraction (CSP DR n°5, 1993-1997)
Cartographie réalisée à partir des relevés de terrain effectués respectivement le 30 mars 2004 et le 17 juillet 2007 (conditions d'étiage).

Cartographie des aménagements réalisés sur le **Tronçon 6**



types d'aménagements

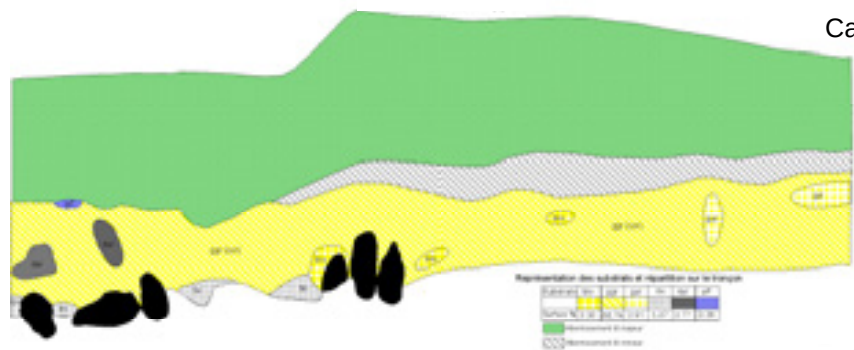
- caisson végétalisé
- épis déflecteur, seuil, blocs de diversification
- enrochements libres
- fascine

Sens du courant
←

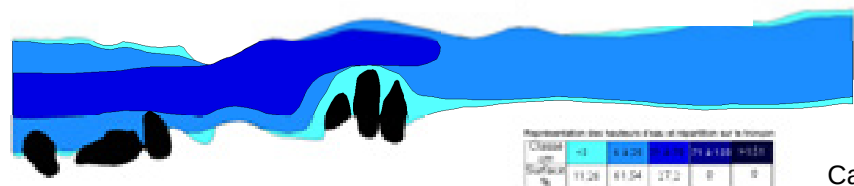
0 3 m

Cartographie des mosaïques d'habitat aquatique du Dadon, selon la logique des pôles d'attraction (méthode DSP DR5, TELEOS)
Cartes avant travaux (2004) et 3 ans après travaux (2007).
Tronçon 6

Avant travaux



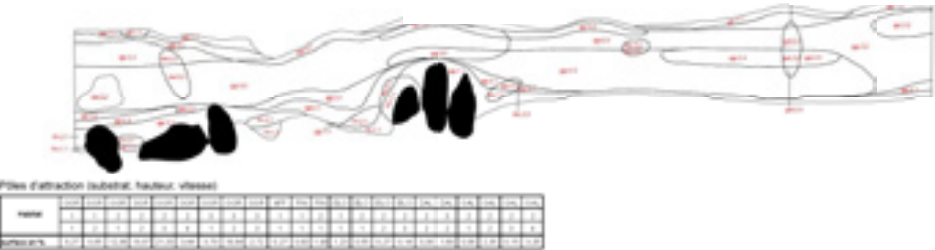
Cartes des substrats/soutpors



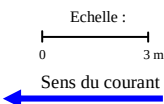
Cartes des hauteurs d'eau



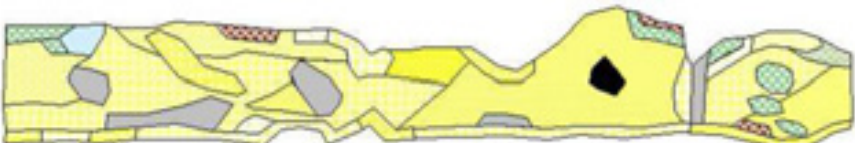
Cartes des vitesses de courant



Cartes des pôles d'attraction



Après travaux



Représentation des substrats/soutpors et répartition sur le tronçon

substrat	AFF	BER	BLO	BLS	BRA	CHV	DAL	FIN	GAL	GGR	GLS	GRA	LIT	SAB
surface %	1,18		9,78	7,79	1,46	6,85	7,25	1,25	25,93	24,86	2,69	9,28		1,68



Représentation des hauteurs d'eau et répartition sur le tronçon

Classe cm	< 5	6 à 20	21 à 70	71 à 150	> 150
surface %	22,20	64,51	13,29		



Représentation vitesses et répartition sur le tronçon

classe cm/s	<10	11 à 40	41 à 80	81 à 150	> 150
surface %	31,43	40,89	27,18	0,50	

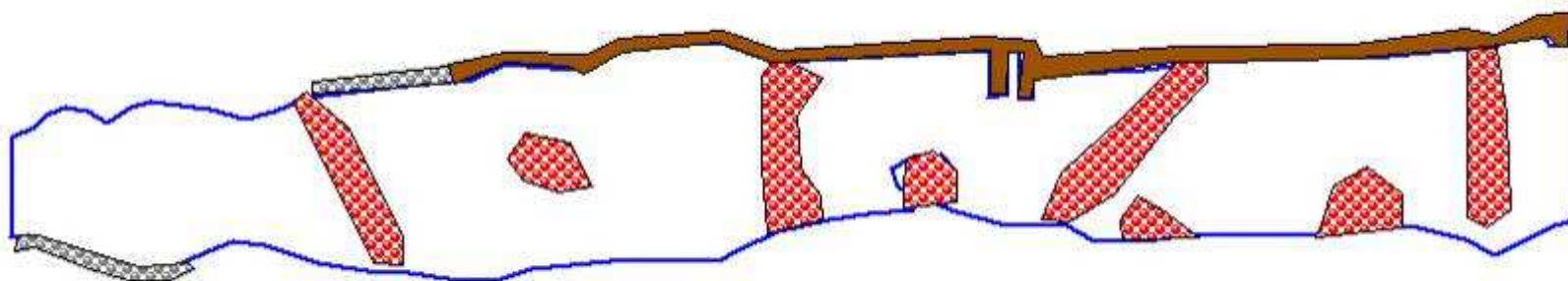


Pôles d'attraction (substrat, hauteur, vitesse)

substrat	AFF	AFF	AFF	BLO	BLO	BLO	BLO	BLO	BLO	BLO	BLS	BLS	BLS	BLS	BLS	BLS	BRA	BRA	BRA	BRA	BRA	CHV	CHV	CHV	CHV	CHV	DAL	DAL	DAL	DAL	DAL							
	1	2	1	1	1	2	2	2	3	3	4	1	1	2	2	3	3	3	1	1	2	2	3	3	3	1	2	2	2	3	3							
	1	2	1	2	1	1	3	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	3	1							
0,55	0,45	0,17	3,35	2,42	0,16	1,14	1,02	0,06	0,71	0,83	0,29	2,08	0,92	0,50	0,34	2,54	0,52	0,53	0,31	0,08	0,70	0,05	0,08	0,41	0,05	0,19	1,98	0,86	0,33	0,03	2,83	0,84	0,47	0,76	3,30	0,00	0,38	2,19
	DAL	DAL	FIN	FIN	FIN	GAL	GAL	GAL	GAL	GAL	GAL	GAL	GAL	GAL	GAL	GGR	GGR	GGR	GGR	GGR	GGR	GGR	GGR	GGR	GGR	GGR	GGR	GGR	GGR	GGR	GGR	GGR	GGR	GGR	GGR	GGR	GGR	
	3	4	1	1	2	1	1	2	2	2	3	3	3	4	1	1	2	2	2	3	3	3	1	1	2	2	3	1	1	2	2	3	3	3	3	3		
	3	2	1	2	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2		
0,05	0,10	1,19	0,05	0,00	2,30	2,52	3,75	0,75	5,25	2,13	0,18	7,02	1,92	0,12	0,00	0,32	0,80	0,31	0,04	12,21	1,70	0,45	7,27	1,77	2,10	0,55	1,27	1,08	0,02	4,97	1,94	0,53	0,02	0,21	0,43	0,40	0,10	

Protocole de cartographie de l'habitat aquatique selon la logique des pôles d'attraction (CSP DR n°5, 1993-1997)
 Cartographie réalisée à partir des relevés de terrain effectués respectivement le 30 mars 2004 et le 18 juillet 2007 (conditions d'étiage).

Cartographie des aménagements réalisés sur le **Tronçon 7**



types d'aménagements

- caisson végétalisé
- ▤ épis déflecteur, seuil, blocs de diversification
- ▨ enrochements libres
- ▦ fascine

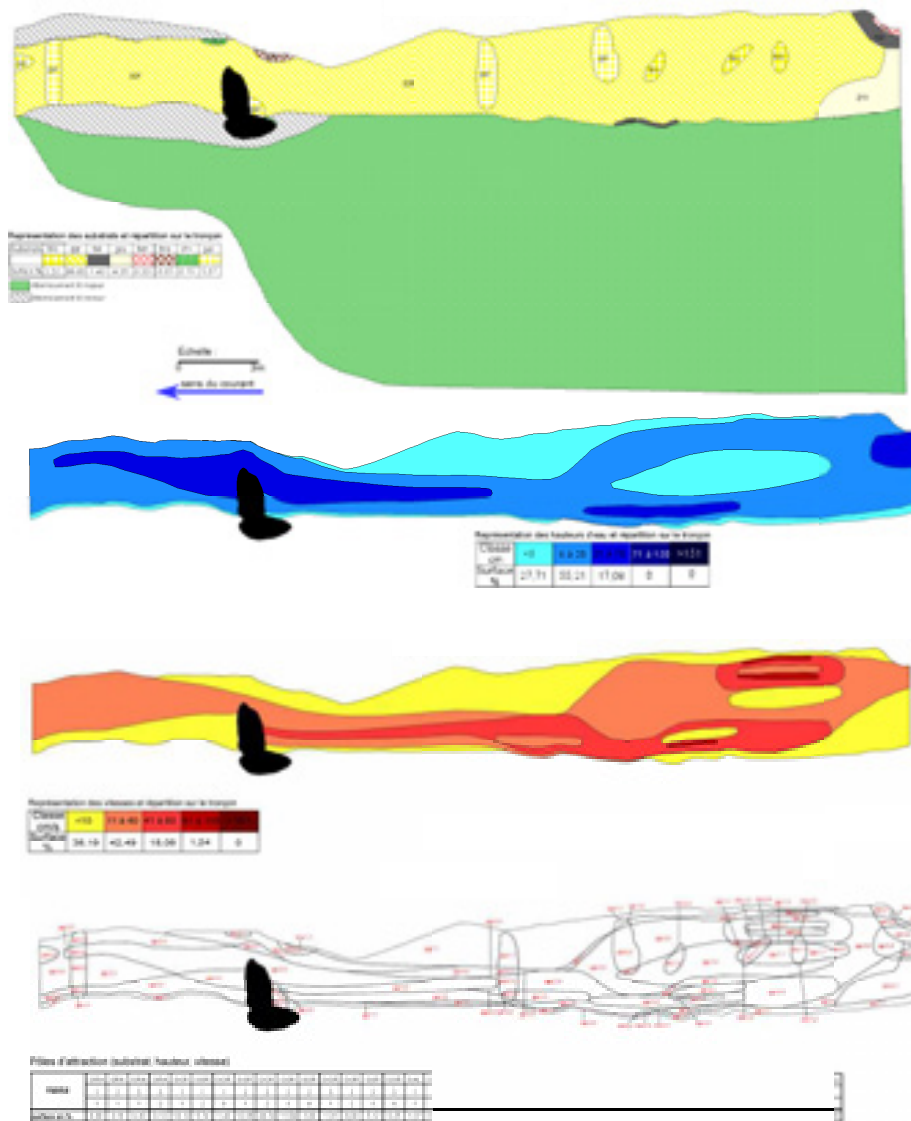
← Sens du courant

0 3 m

Cartographie des mosaïques d'habitat aquatique du Dadon, selon la logique des pôles d'attraction (méthode DSP DR5, TELEOS) Cartes avant travaux (2004) et 3 ans après travaux (2007).

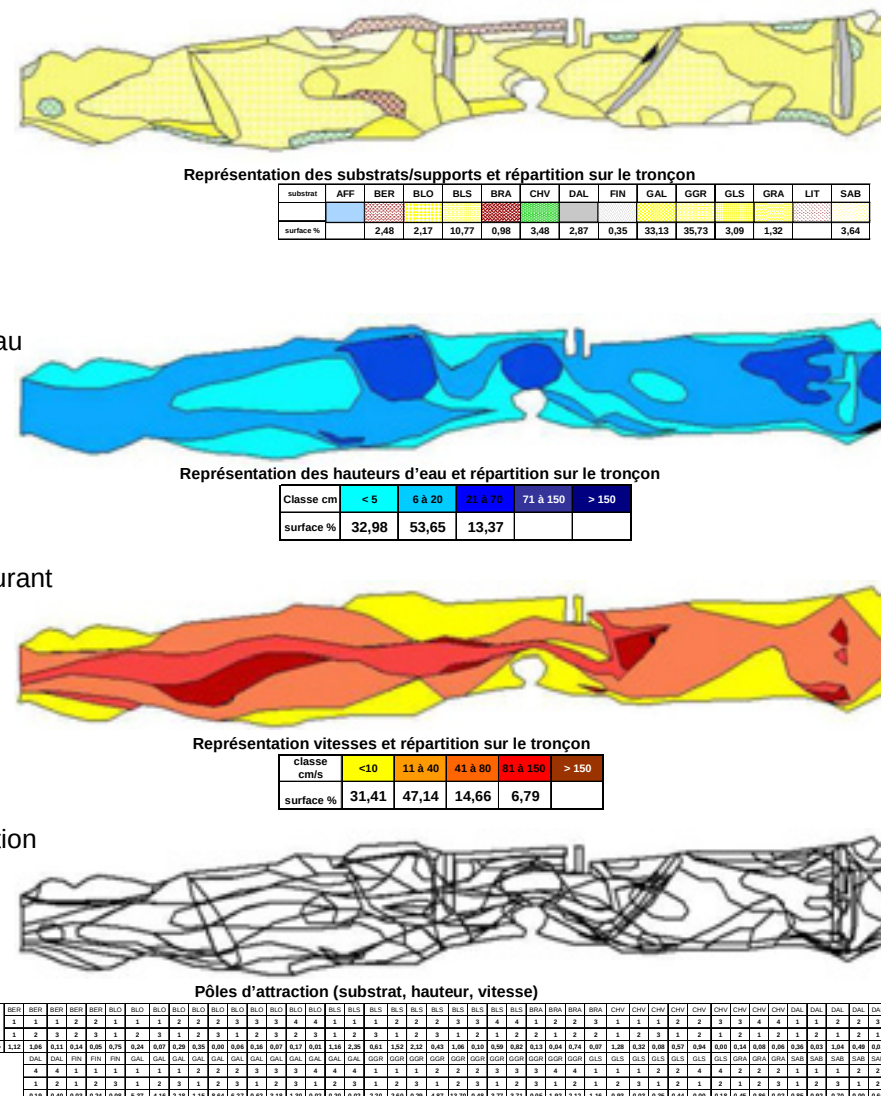
Tronçon 7

Avant travaux



Cartes des substrats/supports

Après travaux



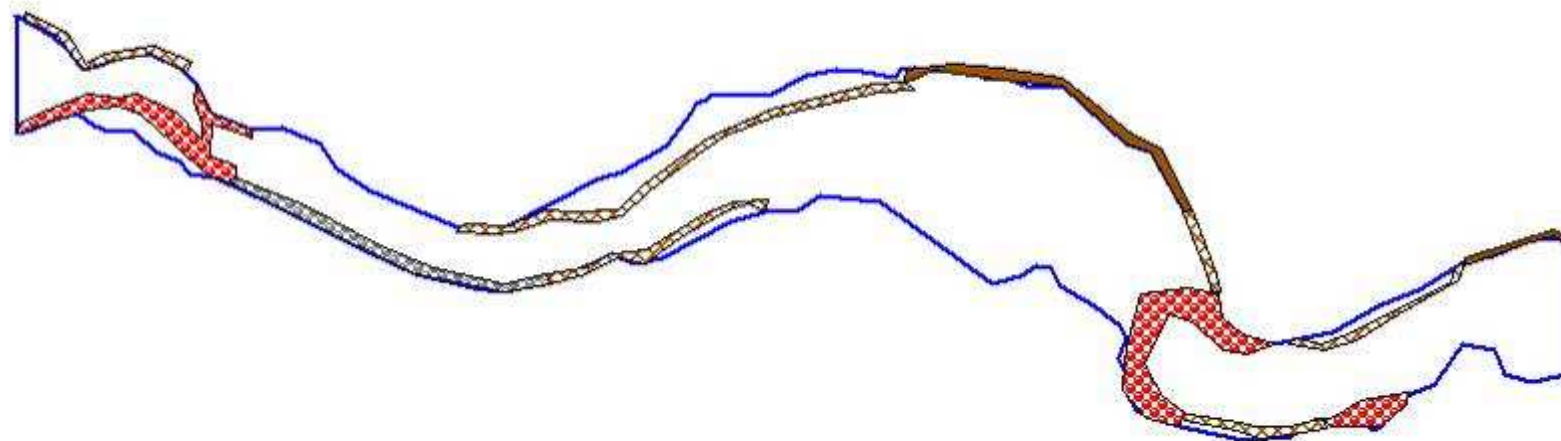
Cartes des hauteurs d'eau

Cartes des vitesses de courant

Cartes des pôles d'attraction

Protocole de cartographie de l'habitat aquatique selon la logique des pôles d'attraction (CSP DR n°5, 1993-1997)
Cartographie réalisée à partir des relevés de terrain effectués respectivement le 30 mars 2004 et le 18 juillet 2007 (conditions d'étiage).

Cartographie des aménagements réalisés sur le **Tronçon 8**



types d'aménagements

-  caisson végétalisé
-  épis déflecteur, seuil, blocs de diversification
-  enrochements libres
-  fascine

Sens du courant
←

0 3 m

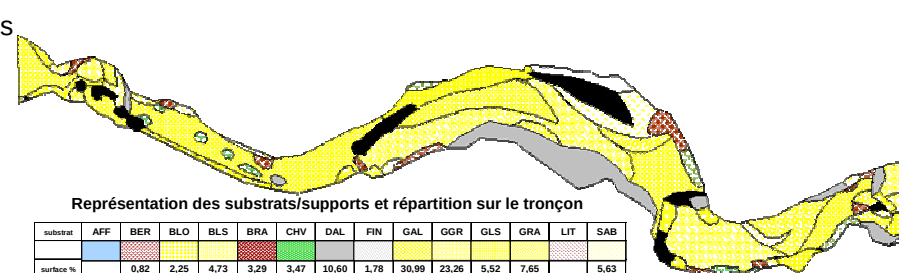
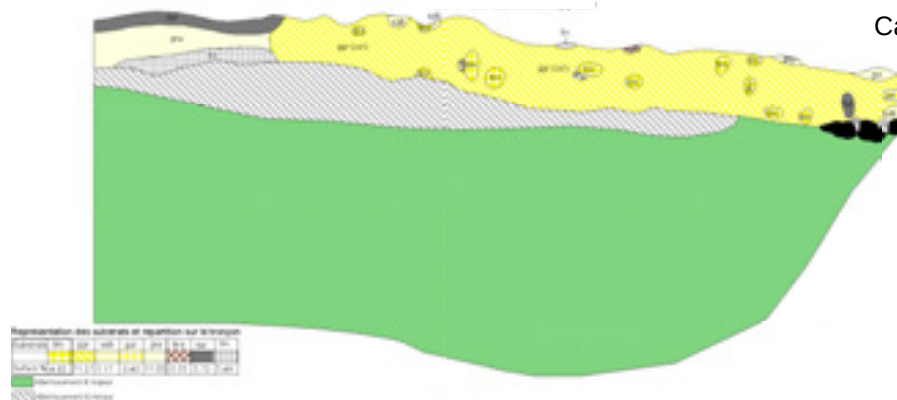
Cartographie des mosaïques d'habitat aquatique du Dadon, selon la logique des pôles d'attraction (méthode DSP DR5, TELEOS)
Cartes avant travaux (2004) et 3 ans après travaux (2007).

Tronçon 8

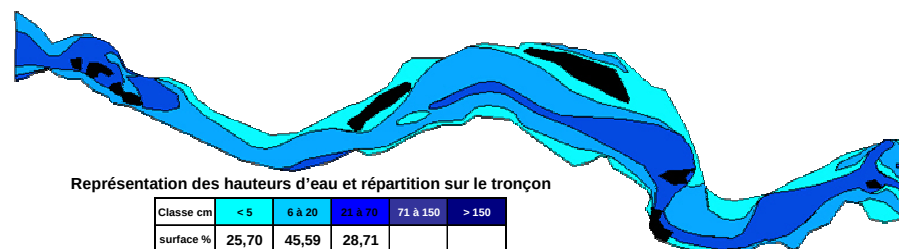
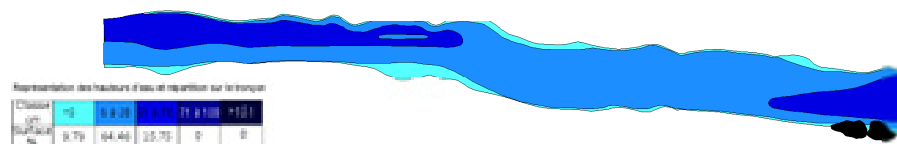
Avant travaux

Après travaux

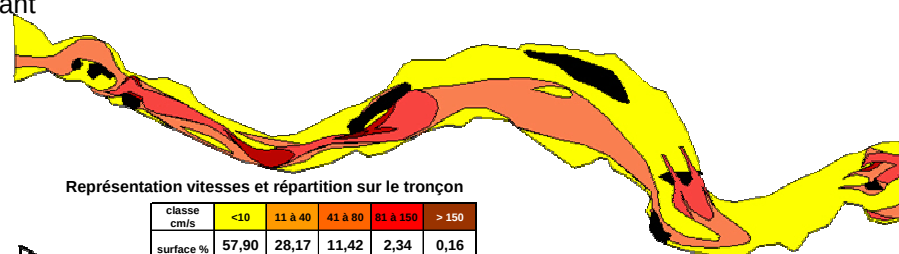
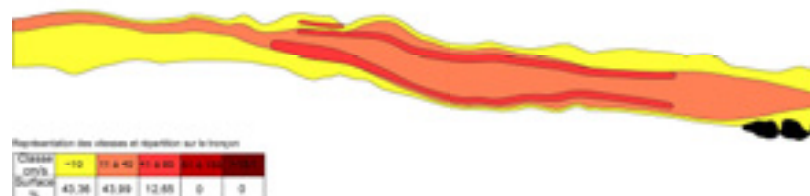
Cartes des substrats/soutis



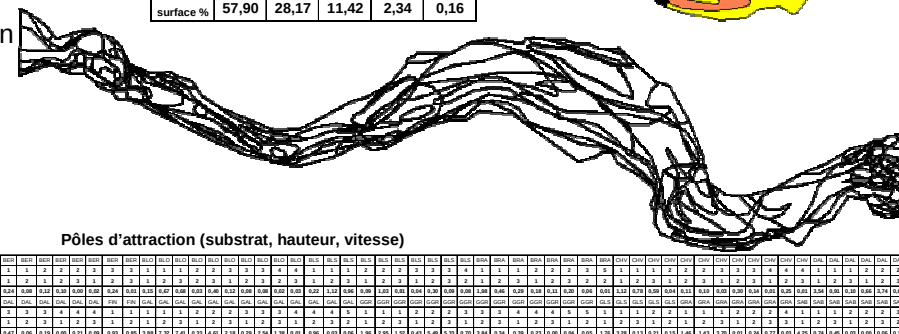
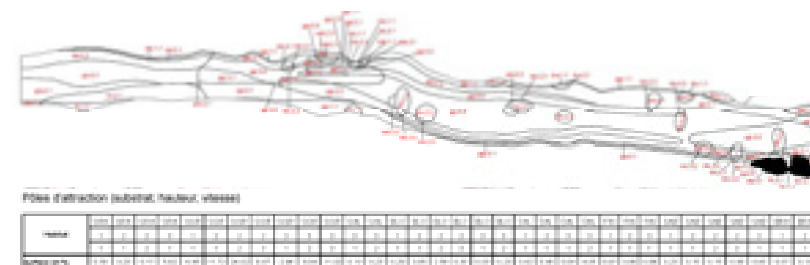
Cartes des hauteurs d'eau



Cartes des vitesses de courant



Cartes des pôles d'attraction

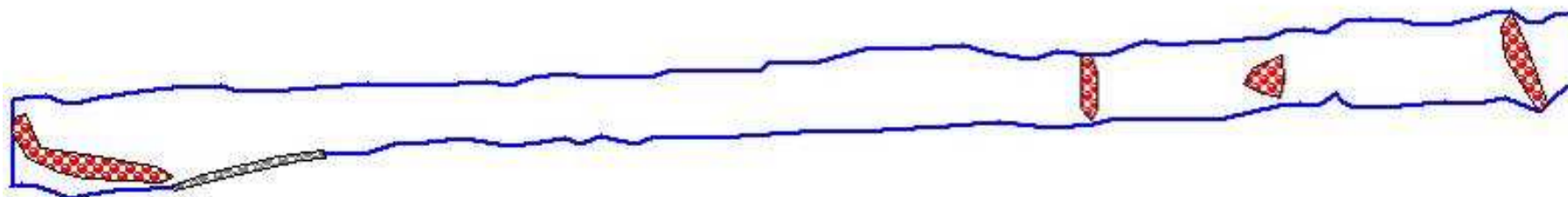


Echelle :
0 3 m
Sens du courant

Protocole de cartographie de l'habitat aquatique selon la logique des pôles d'attraction (CSP DR n°5, 1993-1997)

Cartographie réalisée à partir des relevés de terrain effectués respectivement le 30 mars 2004 et le 18 juillet 2007 (conditions d'étiage).

Cartographie des aménagements réalisés sur le **Tronçon 9**



types d'aménagements

-  caisson végétalisé
-  épis déflecteur, seuil, blocs de diversification
-  enrochements libres
-  fascine

Sens du courant



0 3 m

Cartographie des mosaïques d'habitat aquatique du Dadon, selon la logique des pôles d'attraction (méthode DSP DR5, TELEOS)
Cartes avant travaux (2004) et 3 ans après travaux (2007).

Tronçon 9

Cartographie des mosaïques d'habitat aquatique du Dadon, selon la logique des pôles d'attraction (méthode DSP DR5, TELEOS)
Cartes avant travaux (2004) et 3 ans après travaux (2007).

Tronçon 9

Avant travaux

Après travaux

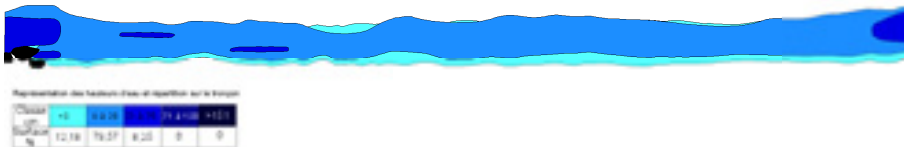
Cartes des substrats/supports



Représentation des substrats/supports et répartition sur le tronçon

substrat	AFF	BER	BLO	BLS	BRA	CHV	DAL	FIN	GAL	GGR	GLS	GRA	LIT	SAB
surface %			0,59	10,34	1,37	0,77	0,92	0,66	1,67	76,76	4,38	1,70		0,84

Cartes des hauteurs d'eau



Représentation des hauteurs d'eau et répartition sur le tronçon

Classe cm	< 5	6 à 20	21 à 70	71 à 150	> 150
surface %	37,24	60,42	2,34		

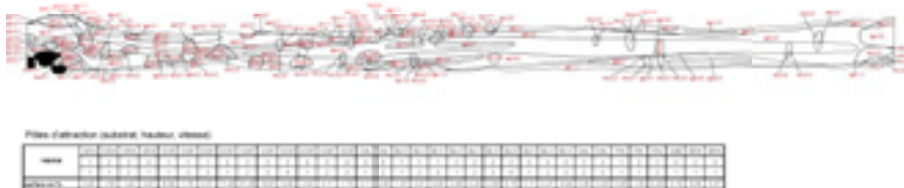
Cartes des vitesses de courant



Représentation vitesses et répartition sur le tronçon

classe cm/s	<10	11 à 40	41 à 80	81 à 150	> 150
surface %	40,51	38,42	20,28	0,79	

Cartes des pôles d'attraction



Pôles d'attraction (substrat, hauteur, vitesse)

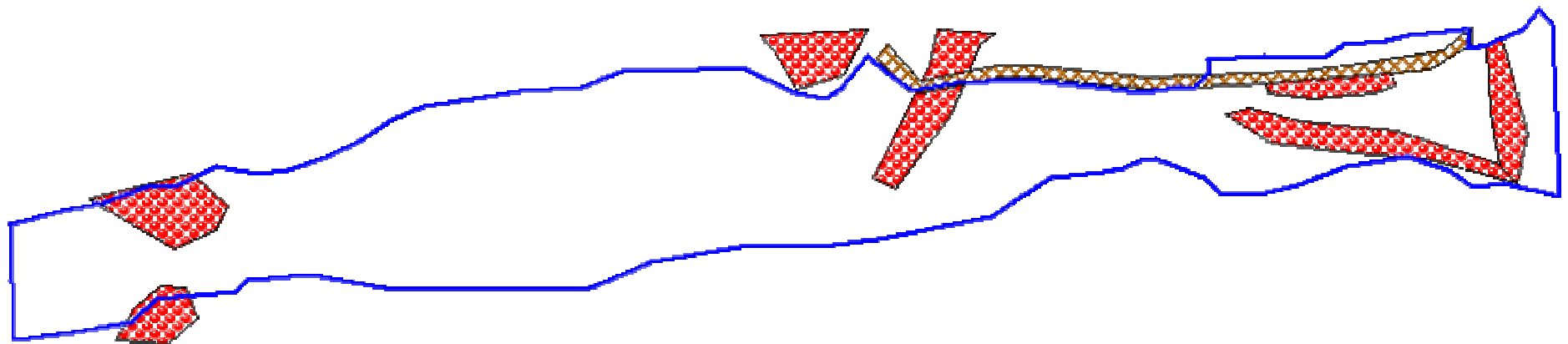
[illegible]

Echelle :

Sens du courant

Protocole de cartographie de l'habitat aquatique selon la logique des pôles d'attraction (CSP DR n°5, 1993-1997)
Cartographie réalisée à partir des relevés de terrain effectués respectivement le 30 mars 2004 et le 18 juillet 2007 (conditions d'étiage).

Cartographie des aménagements réalisés sur le **Tronçon 10**



types d'aménagements

- caisson végétalisé
- épis déflecteur, seuil, blocs de diversification
- enrochements libres
- fascine

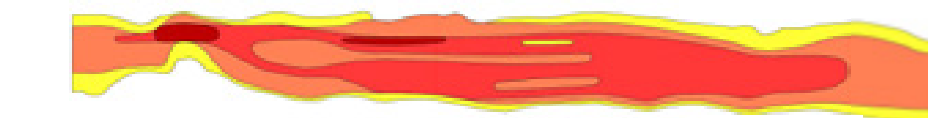
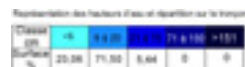
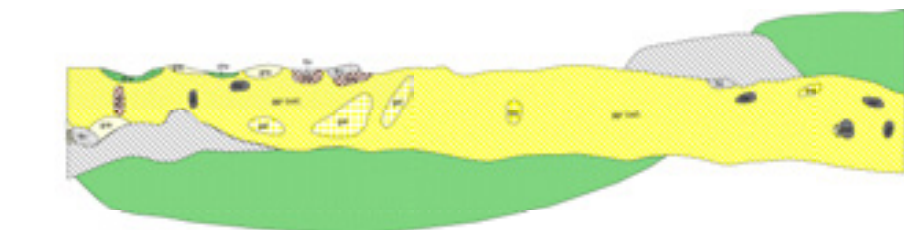
Sens du courant
←

0 3 m

Cartographie des mosaïques d'habitat aquatique du Dadon, selon la logique des pôles d'attraction (méthode DSP DR5, TELEOS)
Cartes avant travaux (2004) et 3 ans après travaux (2007).

Tronçon 10

Avant travaux



Pôles d'attraction (substrat, hauteur, vitesse)

substrat	hauteur	vitesse
BLS	1	1
BLS	2	2
BLS	3	3
BLS	4	4
BLS	5	5
BLS	6	6
BLS	7	7
BLS	8	8
BLS	9	9
BLS	10	10
BLS	11	11
BLS	12	12
BLS	13	13
BLS	14	14
BLS	15	15
BLS	16	16
BLS	17	17
BLS	18	18
BLS	19	19
BLS	20	20
BLS	21	21
BLS	22	22
BLS	23	23
BLS	24	24
BLS	25	25
BLS	26	26
BLS	27	27
BLS	28	28
BLS	29	29
BLS	30	30
BLS	31	31
BLS	32	32
BLS	33	33
BLS	34	34
BLS	35	35
BLS	36	36
BLS	37	37
BLS	38	38
BLS	39	39
BLS	40	40
BLS	41	41
BLS	42	42
BLS	43	43
BLS	44	44
BLS	45	45
BLS	46	46
BLS	47	47
BLS	48	48
BLS	49	49
BLS	50	50
BLS	51	51
BLS	52	52
BLS	53	53
BLS	54	54
BLS	55	55
BLS	56	56
BLS	57	57
BLS	58	58
BLS	59	59
BLS	60	60
BLS	61	61
BLS	62	62
BLS	63	63
BLS	64	64
BLS	65	65
BLS	66	66
BLS	67	67
BLS	68	68
BLS	69	69
BLS	70	70
BLS	71	71
BLS	72	72
BLS	73	73
BLS	74	74
BLS	75	75
BLS	76	76
BLS	77	77
BLS	78	78
BLS	79	79
BLS	80	80
BLS	81	81
BLS	82	82
BLS	83	83
BLS	84	84
BLS	85	85
BLS	86	86
BLS	87	87
BLS	88	88
BLS	89	89
BLS	90	90
BLS	91	91
BLS	92	92
BLS	93	93
BLS	94	94
BLS	95	95
BLS	96	96
BLS	97	97
BLS	98	98
BLS	99	99
BLS	100	100

Cartes des substrats/soutis

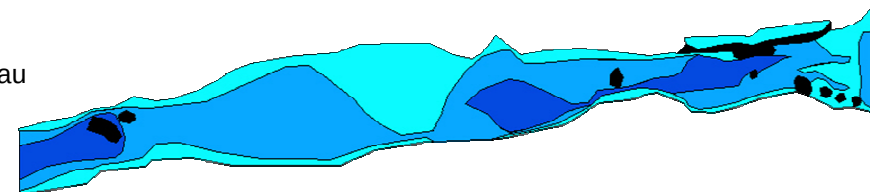
Après travaux



Représentation des substrats/soutis et répartition sur le tronçon

substrat	AFF	BER	BLO	BLS	BRA	CHV	DAL	FIN	GAL	GGR	GLS	GRA	LIT	SAB
surface %				8,30	2,79	1,06	0,57	0,73	9,38	59,86	9,66	4,79	0,49	2,38

Cartes des hauteurs d'eau



Représentation des hauteurs d'eau et répartition sur le tronçon

Classe cm	< 5	6 à 20	21 à 70	71 à 150	> 150
surface %	36,28	49,19	14,53		

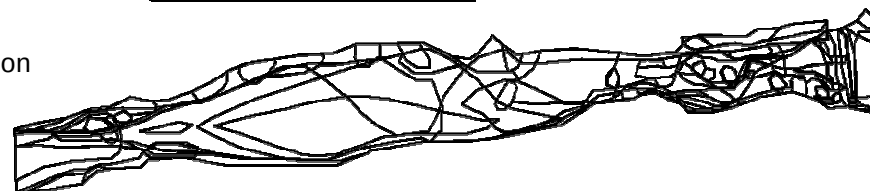
Cartes des vitesses de courant



Représentation vitesses et répartition sur le tronçon

classe cm/s	< 10	11 à 40	41 à 80	81 à 150	> 150
surface %	55,19	30,63	12,81	1,37	

Cartes des pôles d'attraction



Pôles d'attraction (substrat, hauteur, vitesse)

substrat	hauteur	vitesse
BLS	1	1
BLS	2	2
BLS	3	3
BLS	4	4
BLS	5	5
BLS	6	6
BLS	7	7
BLS	8	8
BLS	9	9
BLS	10	10
BLS	11	11
BLS	12	12
BLS	13	13
BLS	14	14
BLS	15	15
BLS	16	16
BLS	17	17
BLS	18	18
BLS	19	19
BLS	20	20
BLS	21	21
BLS	22	22
BLS	23	23
BLS	24	24
BLS	25	25
BLS	26	26
BLS	27	27
BLS	28	28

