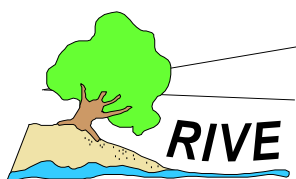




Fédération de la Corrèze pour la Pêche et
la Protection du Milieu Aquatique

Impacts de la gestion par éclusées des aménagements hydroélectriques de la Dordogne et la Maronne corrézienne sur la macrofaune benthique.



Gestion des cours d'eau et des zones humides

ETUDE - CONSEIL - INGENIERIE

3, Place de la Lice - BP 73

72403 LA FERTE-BERNARD

info@rive-sarl.com

Michel BACCHI

Mars 2011



Sommaire

Sommaire.....	1
INTRODUCTION.....	3
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	5
I. METHODOLOGIE	11
I.1 Présentation du site d'étude	11
I.2 Méthodologie d'inventaire	13
I.2.1 Stations étudiées.....	13
I.2.2 Périodes d'échantillonnage	13
I.2.3 Protocole d'échantillonnage.....	14
I.2.4 Tri et détermination.....	15
I.2.5 Exploitation des résultats	15
I.3 Méthodologie de suivi des éclusées	17
I.3.1 Introduction.....	17
I.3.2 Stations étudiées.....	18
I.3.3 Protocole d'échantillonnage.....	18
II. RÉSULTATS OBSERVÉS SUR LA MARONNE.....	21
II.1 Inventaires	21
II.1.1 Interventions réalisées	21
II.1.2 Analyse de la typologie de la Maronne	23
II.1.3 Qualité d'habitat des stations	28
II.1.4 Analyse du peuplement	31
II.2 Suivi des éclusées.....	37
II.2.1 Interventions réalisées	37
II.2.2 Evolution de la capacité d'accueil du milieu.....	38
II.2.3 Suivi de baisses brutales des eaux.....	42
II.2.4 Suivi d'une éclusée journalière (15-16 octobre 2008)	49
II.3 Conclusion	57
III. RÉSULTATS OBSERVÉS SUR LA DORDOGNE	58
III.1 Inventaires	58
III.1.1 Interventions réalisées.....	58
III.1.2 Typologie de la Dordogne	60
III.1.3 Qualité habitationnelle des stations	63
III.1.4 Analyse du peuplement.....	67
III.1.5 Conclusion	78
III.2 Suivi des éclusées.....	79
III.2.1 Interventions réalisées.....	79
III.2.2 Evolution de la capacité d'accueil du milieu	80
III.2.1 Echouages du 27 juin 2008.....	83

III.2.2	Echouages du 30 juillet 2008.....	86
III.2.3	Eclusee journalière du 09 avril 2009	88
III.2.4	Eclusee journalière du 01 juillet 2009	93
III.2.5	Estimations des pertes globales à l'échelle stationnelle.....	98
IV.	SYNTHÈSE GÉNÉRALE	101
V.	PERSPECTIVES DE GESTION.....	104
	CONCLUSION GÉNÉRALE.....	107
	Table des matières.....	110
	Table des figures	112
	Table des tableaux.....	114
	Table des photos.....	115
	Bibliographies référencées	117
	Bibliographies complémentaires	123
	Annexes	134

INTRODUCTION

A l'heure du Grenelle de l'environnement et des énergies renouvelables, l'hydroélectricité apparaît comme une énergie « verte » ou « propre » mais ce qualificatif ne semble qu'en partie vrai. La faible émission de CO₂ et autres gaz à effets de serre ne doit pas masquer les perturbations notables sur les milieux aquatiques engendrées par cette source d'énergie.

La « houille blanche », comme on la surnomme depuis les années 60, est apparue comme une source d'énergie écologique et économique en remplaçant les énergies fossiles par une énergie entièrement renouvelable et facilement disponible. L'installation de barrages équipés de turbines hydroélectriques s'est ainsi développée sur les cours d'eau les plus dynamiques, présentant des débits ou des pentes suffisantes. La vallée de la Dordogne et de ses affluents n'ont pas échappés à ces aménagements et, durant les années 50-60, une série de barrages visant à produire de l'électricité y a été construit.

Cet état de fait a été soulevé lors des débats de l'Assemblée Nationale pour le projet de loi Grenelle 1 et l'extrait suivant présente bien la problématique complexe de l'hydroélectricité, indispensable à notre économie, mais infligeant des perturbations notables sur les milieux naturels.

Extraits des débats à l'Assemblée Nationale ; Discussion de la loi Grenelle 1 à l'Assemblée Nationale ; La parole est donnée à M. Germinal Peiro :

« Je dirai enfin un mot, et je serai bref, de la grande hydroélectricité. Contrairement à la petite, elle est utile en termes de production électrique. Elle présente surtout l'avantage d'être excessivement réactive, contrairement aux centrales thermiques ou nucléaires. En quelques minutes, pour ne pas dire en quelques secondes, on obtient la puissance maximale d'une grande centrale comme Bort-les-Orgues. Est-ce, pour autant, une énergie verte ? Je réponds non. En effet, si elle présente des avantages et un intérêt national, contrairement à la petite hydroélectricité qui ne satisfait que des intérêts privés, elle a également de gros inconvénients. Je prendrai l'exemple des éclusées. J'habite au bord d'une rivière où, tous les week-ends, l'eau baisse d'un mètre, quand ce n'est pas d'un mètre cinquante, ce qui a un impact terrifiant sur tout le milieu naturel, que ce soit sur les vertébrés, les invertébrés... »

...

« Dans ce projet de loi relatif à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement, nous devons parvenir, non à supprimer la grande hydroélectricité, mais à trouver des mesures compensatoires. La libéralisation des services de l'énergie ne fait qu'aggraver aujourd'hui le problème. En effet, le niveau de l'eau de la Dordogne ou de bon nombre de rivières de notre pays ne dépend plus du marché national, mais du marché européen. S'il fait très froid en Allemagne, l'eau monte d'un mètre à Castelnau-la-Chapelle ! ... ».

La présence de ces ouvrages hydroélectriques est ainsi la cause d'une modification profonde du fonctionnement naturel de l'hydrosystème. Les impacts les plus dommageables identifiés sont la modification du profil thermique, le blocage du transit sédimentaire et l'obstacle à la continuité écologique.

L'utilisation de ces ouvrages à des fins de production hydroélectrique modifie également l'hydrologie du cours d'eau à l'aval. Cette production répondant à des contraintes économiques, sur un marché répondant à l'offre et la demande, les gestionnaires font généralement passer les intérêts économiques avant les exigences biologiques du milieu. Sur la Dordogne et ses affluents, les ouvrages de production électrique appliquent une gestion par éclusée. Le principe de cette gestion

est de stocker l'eau dans les lacs de retenue lorsque la demande en électricité est faible et de mettre en route les turbines, en lâchant d'importantes quantités d'eau, lorsque la demande se fait ressentir.

Cette gestion par éclusées est remise en question depuis plusieurs années par les acteurs locaux (pêcheurs en particuliers), pour les nuisances qu'elle engendre sur les milieux aquatiques et les usagers de la rivière. La reproduction des poissons, la survie des alevins, la stabilité des berges et de la ripisylve, les activités nautiques ou la pêche peuvent être fortement perturbées (ECOGEA 2007 ; Compagnie des Experts et Sapiteurs ; 1999). Les éclusées peuvent aussi accroître le problème de la sécurité de certaines pratiques à l'aval des barrages.

La volonté de l'ensemble des acteurs pour protéger les écosystèmes fragiles que sont la Dordogne et la Maronne a permis le lancement de plusieurs études visant à analyser et à quantifier l'incidence de la gestion par éclusée sur certains compartiments de ces hydro systèmes (principalement l'hydro morphologie et la faune piscicole). Les impacts de la gestion par éclusées sur les milieux aquatiques sont peu connus et de surcroît sur les macroinvertébrés, alors que ce peuplement est à la base du réseau trophique des milieux aquatiques.

Le but de la présente étude, dont la maîtrise d'ouvrage est assurée par la Fédération Départementale des Associations Agréées de Pêche et de Protection des Milieux Aquatiques de la Corrèze (FDAAPPMA 19), est donc de **mesurer et d'analyser les impacts de la gestion par éclusées sur la faune macrobenthique**, afin de proposer des mesures de gestion visant à limiter ces impacts.

Cette étude, cofinancée par EPIDOR (Etablissement Public Interdépartemental Dordogne), l'association MIGADO (Migrateurs Dordogne), le Conseil Général de la Corrèze, la Région Limousin et l'Agence de l'eau Adour-Garonne, s'inscrit également dans le cadre d'un « Défi territorial éclusées » défini dans le VIII^{ème} programme de l'Agence de l'eau Adour-Garonne.

Cinq parties distinctes mais complémentaires vont permettre de répondre du mieux que possible à cette problématique sur l'impact de la gestion par éclusées des rivières Dordogne et Maronne sur les invertébrés benthiques :

- ↳ Analyse bibliographique
- ↳ Méthodologie
- ↳ Résultats des investigations menées sur la Maronne
- ↳ Résultats des investigations menées sur la Dordogne
- ↳ Synthèses et perspectives

L'analyse et la description de l'ensemble de ces phénomènes va permettre d'apporter une réponse quand à la problématique de gestion par éclusées, le but final étant de proposer un plan de gestion visant à en limiter les impacts sur la macrofaune benthique.

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Cette partie du travail est consacrée à l'établissement d'une approche bibliographique. Les publications scientifiques dans ce domaine sont relativement nombreuses et ont déjà fait l'objet de synthèses parmi lesquelles on peut citer les deux ouvrages suivants :

- ↳ Peter Baumann, Iris Klaus (2003) : Conséquences écologiques des éclusées ; Etude bibliographique. l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage OFEFP Berne
- ↳ Valentin S.(1997) : Effets écologiques des éclusées hydroélectriques en rivière. Expérimentation et synthèse bibliographique. CEMAGREF

L'objet de la présente synthèse n'étant pas de reprendre, in extenso, les résultats de ces différents travaux, il nous a tout de même semblé nécessaire de faire ressortir, en préambule de cette étude, les principaux points qui sont discutés dans les différentes publications scientifiques de l'impact, sur les peuplements macrobenthiques, des ouvrages fonctionnant par éclusées.

Positionnement du problème

Les centrales hydroélectriques qui disposent d'un bassin d'accumulation turbinent, lors de certaines périodes et de manière intermittente, pour couvrir la demande d'énergie aux heures de pointe.

En aval des centrales hydrauliques, le débit des rivières peut alors varier quotidiennement. Lorsque les centrales turbinent plus d'eau pour couvrir la demande d'électricité, elles provoquent des crues artificielles qui ont des conséquences pour l'écosystème.

Le terme « éclusée » (ou débit d'éclusée) désigne un débit élevé provoqué par le turbinage d'eau. L'expression « débit plancher » désigne le débit minimum entre les débits d'éclusées, c'est-à-dire pendant les périodes où la demande d'électricité est réduite (le plus souvent la nuit et en fin de semaine). La succession de débits différents, autrement dit les variations plus ou moins régulières des niveaux de débit, est appelée « régime d'éclusées » ou « exploitation par éclusées ».

Ce fonctionnement intermittent provoque des variations de débit artificielles dans les cours d'eau ce qui engendre différentes « perturbations » sur le fonctionnement écologique des cours d'eau et donc sur l'équilibre général des hydrosystèmes.

Les bases conceptuelles concernant les systèmes en équilibre et les mécanismes responsables du maintien de cet équilibre ont été développées par de nombreux auteurs. Les différentes théories sont articulées autour de la définition des « perturbations » et des types de réponse des écosystèmes (Valentin 1990, Cohen 1994).

Il en ressort qu'une « perturbation » est le plus souvent définie comme tout événement susceptible d'éloigner un système de son état d'équilibre, en dehors des limites de la variabilité normale des caractéristiques de l'écosystème (Stanford et Ward, 1983).

La stabilité de l'écosystème peut alors être modifiée, avec instauration ou non d'un nouvel état d'équilibre (Stanford et Ward, 1983 ; Blandin et Lamotte, 1985 ; Petts et Foster, 1985).

Cette définition a été précisée d'une manière quantitative par Resh et al. (1988) en considérant qu'une « perturbation » ne pouvait être caractérisée que si les variations enregistrées dépassaient plus ou moins deux fois l'écart type des conditions moyennes. Ainsi, si l'instauration d'un régime d'éclusées dans un secteur naturel peut constituer une « perturbation » initiale, les variations artificielles du débit peuvent ensuite devenir prévisibles ou normales et donc ne plus être considérées comme des « perturbations » effectives.

Cette position s'oppose à celle d'autres auteurs comme Poff (1992) qui définit une « perturbation » en termes de réponse biologique d'un hydrosystème. Les éclusées dont l'effet est susceptible d'entraîner des mécanismes de réponse à court terme et de modifier l'équilibre naturel de l'écosystème, constitueraient de fait une « perturbation ».

D'autres auteurs comme Rykiel (1985), considèrent que la stabilité d'un hydrosystème est toujours associée à une « perturbation » et donc à la mise en œuvre de mécanismes de réponse permettant au système de maintenir son état d'équilibre.

Cette réponse qui explique la stabilité des hydrosystèmes est de deux ordres : résistance et élasticité (Webster et al. 1983) particulièrement caractéristiques des écosystèmes lotiques :

- ↳ La résistance exprime l'inertie du système, c'est-à-dire sa capacité à donner une réponse minimale, avec l'intervention de mécanismes d'amortissement qui seraient liés à un faible taux de renouvellement de ses composantes. (Bruns et Minshall 1983; Niemi et al., 1990; Reice et al., 1990)
- ↳ L'élasticité correspond à la rapidité avec laquelle le système peut revenir à la situation initiale (Webster et al., 1983) ce qui permet à de nombreuses espèces de faire face à des « perturbations » (Scarsbrook et Townsend, 1993). Dans un milieu soumis à une fréquence élevée de perturbations et comportant peu de refuges, la diversité benthique serait faible (Townsend, 1989; Scarsbrook et Townsend, 1993) et les capacités de récupération seraient donc amoindries (Detenbeck et al., 1992; Townsend et Hildrew, 1994).

De ce qui précède, l'analyse bibliographique montre que l'équilibre des communautés n'est pas profondément remis en cause par la variabilité des débits lorsque le régime hydraulique n'est pas trop déstructurant (débit plancher suffisant et soutenu). Le système est alors globalement stable malgré une variabilité mésologique importante. L'inertie du système, permet aux communautés de rester dans un système fluctuant sans trop s'éloigner de l'équilibre. L'hydrosystème présente en général une bonne résistance à long terme qui peut être corrélée à la résistance élevée du milieu physique en partie due à ces phénomènes d'éclusées, (pavage, stabilisation accrue du substrat...)

L'équilibre initial peut être fortement altéré dans le cas où le débit minimal est très faible ce qui favorise l'instauration durable d'un autre état (peuplements différents, dysfonctionnement trophique) en général préjudiciable à la qualité générale de l'hydrosystème.

Impact globaux des éclusées sur les cours d'eau

Les impacts des éclusées concernent plus particulièrement (Ward, 1976; Ward & Stanford, 1979; Armitage, 1984; Armitage et al., 1987) :

- ↳ des modifications du régime hydraulique et de l'hydrologie stationnelle (Benke, 1990; Ligon et al., 1995; Power et al., 1996; Graf, 1999, 2001; Magilligan and Nislow, 2001; Nislow et al., 2002 ; Poff et al., 1997 ; Schächli, 2004). Ces modifications peuvent être multiples avec par exemple des secteurs où les régimes hydrauliques vont être stabilisés (tronçon court-circuité sur la Maronne) ou des secteurs avec de fortes variations hydrauliques sous l'effet des éclusées y compris dans des périodes où naturellement les débits seraient plutôt stables (Vibert, 1939; 1948 ; Reiser et al., 1989; Souchon et al., 1989; Sabaton et Miquel, 1993). La fréquence de ces perturbations, notamment lors de certaines

écophases comme les émergences, peut aussi être facteur de déstructuration des peuplements ;

- ↳ des modifications/altérations des habitats du lit même des cours d'eau par présence de débits trop forts (Bain et al., 1988; Kingsolving and Bain, 1993; Scheidegger and Bain, 1995) et/ou trop faibles (Lisle, 1989; Waters, 1995 ; Richards and Bacon, 1994; Waters, 1995; Angradi, 1999 ; Hicks et al., 1991; Wu, 2000 ; Coineau, 2000). Les impacts sont d'autant plus forts lors d'éclusées à des périodes inadaptées ou lorsqu'il y a une déconnexion de la rivière avec les zones marginales (Stanford and Ward, 1993 ; Molles et al., 1998; Nislow et al., 2002). De plus, ces déconnexions peuvent modifier profondément les ressources trophiques disponibles (Wootton et al., 1996) et impacter fortement certaines populations ;
- ↳ des déficits de sédiments à l'aval des ouvrages qui peuvent entraîner un pavage important de la matrice sédimentaire en aval de l'ouvrage avec le plus souvent appauvrissement de la qualité habitat de la station par disparition des substrats mobiles (Valentin, 1997). Dans d'autres cas, les ouvrages peuvent être à l'origine, à certaines périodes, d'apports sédimentaires qui peuvent par leur quantité limiter le potentiel biologique de certaines espèces en accentuant le colmatage interne et externe (Arge Trübingalpenrhein, 2001). ou au contraire être indispensable à la survie de nombreuses autres espèces comme la faune endo-benthique (Geist and Dauble, 1998) ;
- ↳ de la modification ou de la disparition des secteurs de refuge pour de nombreuses espèces alors que leur rôle essentiel a été démontré par de très nombreux auteurs (Heggenes 1988; Borchardt et Statzner, 1990; Lancaster et Hildrew, 1993; Gore et al., 1994; Valentin et al., 1994b, 1996 ; Townsend, 1989). De plus, certains auteurs notent dans certains cas une forte diminution des surfaces biologiquement utilisables par forte augmentation des surfaces exondées temporairement (lors d'une éclusée) ou non (surface exondée au niveau du débit plancher Valentin 1997). Dans de nombreux cas, il est à noter que la zone hyporhéique n'est que très peu utilisée par les invertébrés lors de ces perturbations (Hancock, 2006) et ce d'autant plus que les fortes variations de débit favorisent très souvent la formation d'un « pavage » qui rend très difficile les déplacements dans la structure sédimentaire (Valentin, 2007) ;
- ↳ de la qualité des eaux par modification des relations normales avec les nappes alluviales (Marti et al., 1997; Holmes et al., 1998), ou par impact de la qualité des eaux issues de la retenue qui, en général, est actuellement fortement dystrophe du fait des pollutions présentes sur l'ensemble des bassins versants ;
- ↳ du régime thermique de la rivière (Ward, 1976; Ward and Stanford, 1979 ; Brittain and Campbell 1991; Brittain, 1995). qui devient fortement dépendant de la position de la prise d'eau dans l'ouvrage et qui est susceptible de faire chuter très fortement les températures à l'aval des équipements avec un impact notable sur les peuplements présents et sur la typologie générale de l'hydrosystème (Weisberg et al. 1990 ; Verneaux, 1973 ; Ward, 1974; Boon, 1988; Garcia de Jalon et al., 1988; Casado et al., 1989; Galvin, 1989) ;
- ↳ l'augmentation de fréquence de certaines espèces envahissantes (Magilligan, 2005 ; Johnson, 1994; Nilsson, 1982; Nislow et al., 2002).

Impact des perturbations sur les peuplements macrobenthiques

Les données bibliographiques font état de nombreux impacts qui sont en général liés au type de milieu analysé. Les impacts sur la composition du peuplement macrobenthique dans les secteurs soumis à l'impact des éclusées les plus souvent cités concernent la diminution :

- ↳ De la variété taxonomique (Pardo & al. 1998 ; Brittain and Saltveit, 1989 ; Wootton et al., 1996 ; Magilligan, 2005). Cette diminution est attribuée à la spécialisation du milieu liée au fonctionnement par éclusées avec un système en général rhéophile avec des structures d'habitat simplifiées et des capacités de récupération amoindries (Detenbeck et al., 1992; Townsend et Hildrew, 1994). La disparition des substrats présents dans les secteurs lenticques et la déconnexion des annexes hydrauliques et des habitats rivulaires par maintien d'un débit plancher bas auraient des conséquences tout aussi néfastes. (Townsend, 1989; Scarsbrook et Townsend, 1993). Il est à noter que la modification du régime thermique du cours d'eau est aussi un facteur favorisant cette baisse de la variété taxonomique (Verneaux, 1973).
- ↳ De l'abondance et de la biomasse totale des taxons présents (Pardo & al. 1998 ; Doeg, 1984 ; Brittain and Saltveit, 1989 ; Minshall & Minshall, 1977; Rader & Ward, 1987) sous l'influence des conditions très variables (Pickett & White, 1985; Roxburgh et al., 2004) du milieu, mais aussi par augmentation de la dérive des invertébrés (Ramirez, 1998 ; Allan, 1995 ; (Minshall et Winger, 1968; Pearson et Franklin, 1968; Radford et Hartland-Rowe, 1971; Ward, 1976; Corrarino et Brusven, 1983; Cushman, 1985; Fraley et al., 1989 ; Poff et Ward, 1991 ; Borchardt, 1993) ; et par limitation des apports amont qui ne peuvent plus se faire du fait de la retenue.
- ↳ De la spécificité des taxons dans la mesure où l'on observe une disparition des taxons lénitophiles au profit des taxons rhéophiles et avec une certaine spécialisation des taxons restants. Ainsi les fortes variabilités du régime hydrologique engendrées par les éclusées favorisent les espèces plurivoltines et défavorisent les espèces univoltines (Brittain and Saltveit, 1989 ; Lytle, 2001; Fritz & Dodds, 2004).
- ↳ La forte diminution des substrats meubles et mobiles au profit d'un pavage généralisé dans la section soumise aux éclusées limite la présence d'une faune endobenthique spécifique (Epheméridae, Polymitarcidae...). Les remaniements réguliers lors des éclusées ne permettent pas non plus le maintien de certaines espèces ou d'une faune liée par exemple aux débris organiques (Sericostomatidae, Odontoceridae, Limnephilidae, Leptophlebiidae, Chloroperlidae...). Dans ce cadre de fortes variations de débit à des périodes clef du développement d'une espèce peut avoir des répercussions très fortes sur certaines populations notamment lors des phases de reproduction (Richter et al., 1996; Poff et al., 1997; Hadley and Emmett, 1998; Puckridge et al., 1998; Dugger et al., 2002). De la même manière, Baumann (2003) note sur certains cours d'eau alpins une sous-représentation des individus de taille relativement grande qui colonisent les interstices superficiels des sédiments (Plécoptères et Éphémères) ainsi que des taxons plus petits mais grands consommateurs d'oxygène des couches plus profondes des sédiments (certaines espèces de Néréides et de Chironomides). Certains auteurs pensent que si certaines espèces telles que les plécoptères et les éphémères, ainsi qu'une partie des trichoptères, sont sensibles aux effets des éclusées, d'autres comme les diptères les tolèrent au contraire plutôt bien CUSHMAN, 1985; VALENTIN, 1995; CEREGHINO & LAVANDIER, 1998). MOOG et al. 1993, estiment pour leur part que les effets des éclusées sont favorables aux espèces robustes ainsi qu'aux plécoptères et aux éphémères qui colonisent les interstices du gravier.

- ↳ De la perte d'un grand nombre d'individus sur les secteurs qui sont exondés lors du marnage lié aux éclusées ou lors d'une baisse brutale. Toutefois différentes études menées sur les poissons montrent d'une part que l'échouage n'est pas synonyme d'une mort certaine pour les jeunes poissons (Baumann, 2003), et d'autre part, que le contrôle visuel de la zone asséchée, tel qu'on le pratique pendant les études sur les régimes d'éclusées, ne suffit pas, et de loin, pour découvrir tous les individus échoués.
- ↳ D'un fort déplacement des individus présents par augmentation des départs par dérive qui seraient d'autant plus importants que les variations de débit seraient importantes et brutales (Valentin, 1997, Baumann, 2003) et que celles-ci provoqueraient la déstructuration de certains habitats (remobilisation des sédiments meubles, arrachage des herbiers colonisant le fond du lit de la rivière....). La concentration (densité de la dérive) des macroinvertébrés se situerait dans une marge relativement étroite de 2 à 4 individus par m³ qui semblerait caractéristique de nombreux cours d'eau.

Mise en place du protocole analytique

Cette approche bibliographique nous a permis de mettre en place un protocole analytique avec pour objectif de permettre une bonne caractérisation de l'effet des éclusées sur la Dordogne et la Maronne.

Pour ce faire, nous avons aussi fait une recherche des analyses macrobenthiques déjà réalisées sur ces deux cours d'eau. Il s'est avéré que les éléments bibliographiques étaient très peu nombreux, souvent partiels et d'une précision toute relative.

Les études que nous avons pu consulter sont les suivantes :

- ↳ CETEGREF, 1979 : Etude hydrobiologique de la Dordogne ; Rapport intermédiaire. Etude N° 23
- ↳ SRAE, 1988 : Etude de la qualité des eaux de la Dordogne
- ↳ CSP, 1987 : Etude Physico-chimique et hydrobiologique de la Maronne en aval des Barrages d'Enchanet et de Hauteffage

Il nous a donc semblé indispensable que le protocole d'étude soit orienté dans deux directions :

1. Actualiser et/ou acquérir de bonnes connaissances sur la nature et la structuration des peuplements macrobenthiques sur la Dordogne en aval du Barrage du Sablier et sur la Maronne en aval du barrage de Hauteffage. Ceci avec pour objectif :
 - D'établir une liste faunistique la plus précise possible des la macrofaune benthique présente en aval des ouvrages.
 - De caractériser la typologie globale des peuplements macrobenthiques en fonction des caractéristiques mésologiques actuelles. Ceci afin de caractériser un éventuel changement typologique lié à des modifications du régime thermique en aval de l'ouvrage.
 - De caractériser la structure des peuplements présents en analysant notamment l'équilibre du peuplement (Variété taxonomique, diversité, équitabilité, dominance,...), ce travail ayant pour objet de valider les différences structurelles observées par de nombreux auteurs sur d'autres cours d'eau.

- De déterminer le secteur influencé par le fonctionnement par éclusé notamment sur la Dordogne en caractérisant la structure des peuplements jusqu'au pont de Mols en aval de Beaulieu sur Dordogne à la limite du département de la Corrèze.

2. De caractériser à l'échelle stationnelle l'impact du fonctionnement par éclusées en :

- Caractérisant l'impact sur les invertébrés aquatiques d'une brusque descente du niveau d'eau après une longue période d'inondabilité des habitats à la fin de la période printanière pour arriver à un débit proche du débit plancher. Pour cela, on essaiera de caractériser, grâce à une modélisation des habitats concernés, les pertes biologiques liées à l'exondation de ces supports et nous comparâtrons ces données avec celles du lit principal.
- Caractérisant l'impact d'une éclusée normale (variations journalière autour du débit plancher) en étudiant notamment l'impact des éclusées sur la dérive des invertébrés et sur la structuration des peuplements présents dans le chenal au débit plancher et l'importance des pertes biologiques sur les secteurs qui seront soumis périodiquement à ces mouvements d'eau. (Biomasse/abondance de taxons mis en cause, nature des taxons concernés...)

I. METHODOLOGIE

I.1 Présentation du site d'étude

La Dordogne est un fleuve qui prend naissance au Puy de Sancy, point culminant du Massif Central (1886 m), dans la chaîne des Monts Dore et se jette dans la Garonne après avoir traversé les départements du Cantal, de la Corrèze, du Lot, de la Dordogne et une partie de la Gironde.

La Maronne, affluent rive gauche de la Dordogne au niveau d'Argentat (19), prend sa source à plus de 1400 mètres d'altitude dans le Massif central, sur les pentes septentrionales du Roc des Ombres (Monts du Cantal).



Figure 1. Carte de localisation de la Dordogne et de la Maronne.

Ces deux rivières ont été aménagées pour la production d'hydroélectricité, ce qui a profondément modifié leur hydrologie. Cinq barrages ont ainsi été construits sur la Dordogne et trois sur la Maronne entre les années 1930 et 1950 (cf Figure 2) de façon à exploiter au maximum les potentialités de ces cours d'eau. La puissance installée sur ces aménagements est de 1 350 Mégawatts soit l'équivalent d'une tranche nucléaire quasiment immédiatement mobilisable sur le réseau.



Photo 1. Barrage de HautePAGE sur la Maronne



Photo 2. Barrage du Sablier sur la Dordogne

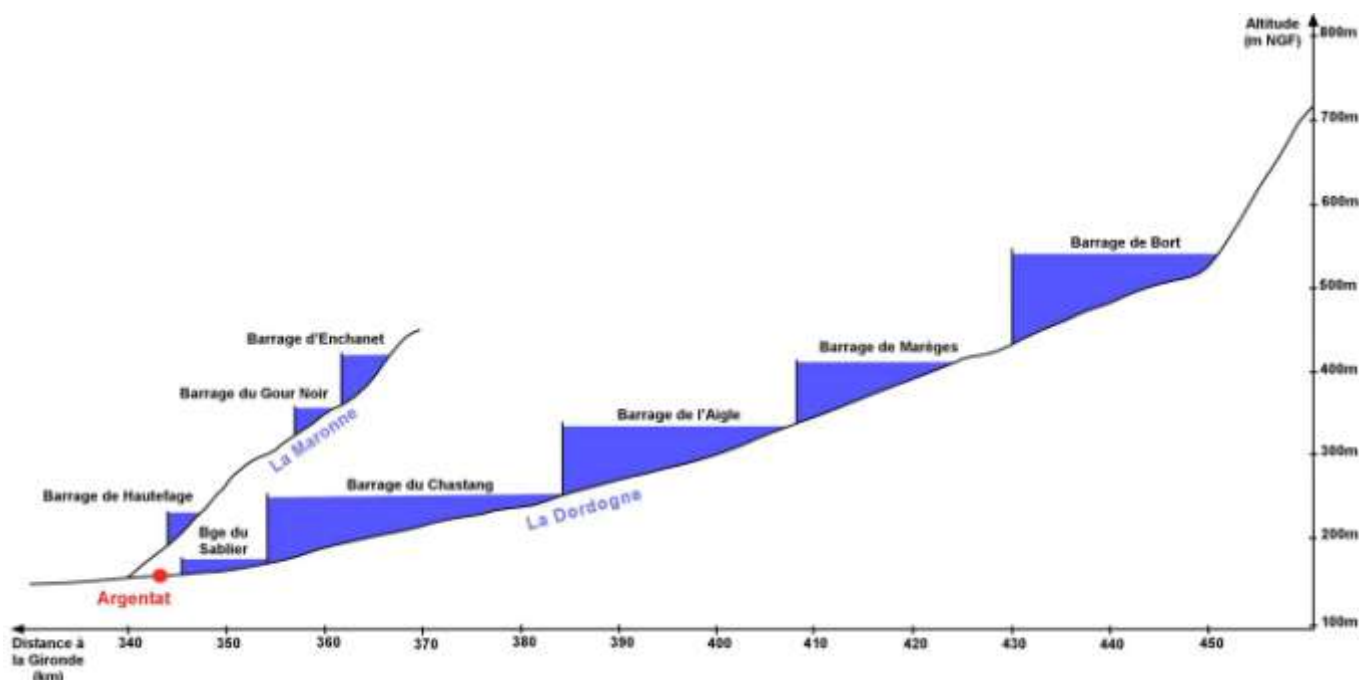


Figure 2. Profils en longs de la Dordogne et de la Maronne.

Ces aménagements fonctionnent par éclusées (lâchers d'eau) en réponse aux variations de la demande énergétique sur le réseau. L'écluse correspond à une variation artificielle du débit du cours d'eau et donc du niveau d'eau. Ce type de gestion a pour conséquence des fluctuations hydrodynamiques généralement plus brutales et plus amples que les fluctuations naturelles (Figure 3). Ces épisodes hydrologiques artificiels ont des conséquences directes sur le milieu et les espèces qui l'habitent.

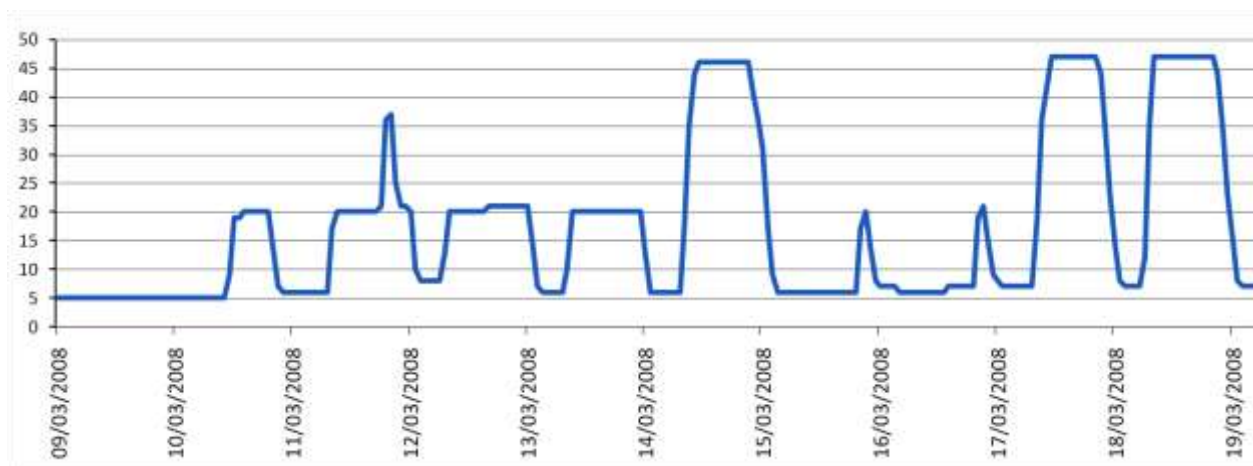


Figure 3. Evolution des débits (m^3/s) en fonction du temps sur la Maronne ; Succession d'éclusées journalières.

Une éclusée se caractérise selon trois phases :

- Une phase de montée des eaux,
- Une phase de stabilité du débit, permettant la production hydroélectrique,
- Une phase d'arrêt des turbines et de diminution du débit.

Ces trois phases ont une durée, une amplitude et un gradient de variation fortement variable qui différencie chaque éclusée.

I.2 Méthodologie d'inventaire

I.2.1 Stations étudiées

Des stations d'échantillonnage ont été définies sur l'ensemble de la zone d'étude ; quatre stations sur la Dordogne (D1 à D4) et deux sur la Maronne (M1 et M2) (cf Figure 4).

Sur la Dordogne, les stations ont été positionnées entre le Barrage du Sablier (limite amont) et le pont de Mols (limite aval), soit 35 kilomètres, de manière à suivre l'évolution longitudinale du peuplement macrobenthique.

Sur la Maronne, une station a été définie en amont de l'usine hydroélectrique (station M1) (cours de la Maronne ne subissant pas de phénomènes d'éclusées et où seul le débit réservé s'écoule, soit 1 m³/s) et une seconde entre l'usine et la confluence avec la Dordogne (station M2).

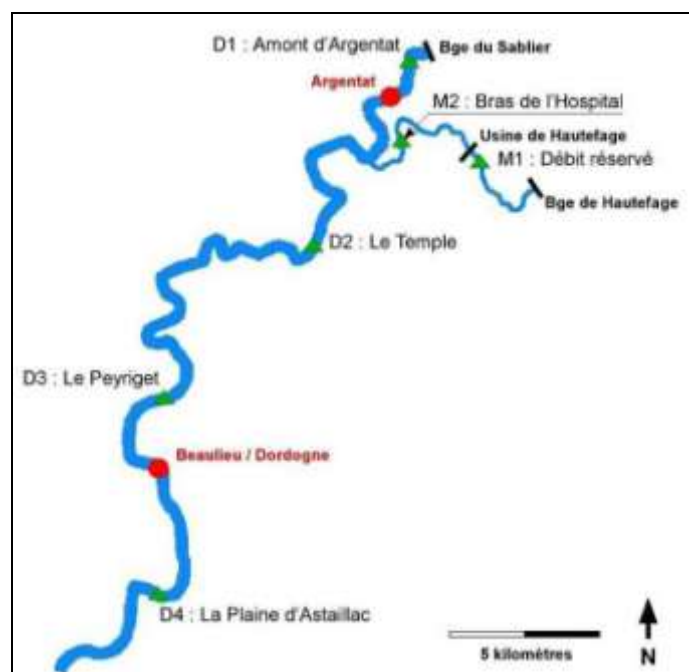


Figure 4. Carte de localisation des stations d'inventaires.

I.2.2 Périodes d'échantillonnage

Trois périodes d'échantillonnage ont été définies (cf Figure 5) :

- ↳ mars - avril,
- ↳ fin mai - début juin,
- ↳ fin juillet – début août.



Figure 5. Présentation des périodes d'échantillonnage.

La répartition de ces campagnes d'échantillonnage a pour but de suivre l'évolution temporelle du peuplement macrobenthique de la Dordogne et la Maronne, de manière à obtenir des listes faunistiques les plus exhaustives possibles. Préalable indispensable dans le cadre d'une approche biotypologique.

1.2.3 Protocole d'échantillonnage

La caractérisation des peuplements macrobenthiques de la Dordogne et de la Maronne s'est faite par la réalisation de 3 campagnes.

Ces échantillonnages ont été réalisés suivant un protocole stratifié de type MAG (Macrobenthos Analyse Générique) à 16 prélèvements. Ce protocole de type MAG 16 est une adaptation des travaux de Bacchi (Bacchi, 1994) réalisés sur les cours d'eau de Franche Comté et sur la Loire et la Vienne (Bacchi, 2000) et du bureau d'études Teleos (Teleos, 2000). La grille d'échantillonnage du MAG16 est présentée en Annexe 1.

Il semblait en effet préférable de limiter le nombre de prélèvements par rapport à une méthode telle que le MAG 20 mais d'augmenter les séries de prélèvements à 3 par an de façon à caractériser au mieux l'ensemble du peuplement des stations étudiées.

Ces 16 prélèvements ont été répartis dans le seul chenal principal ou répartis pour moitié entre le chenal principal et les annexes hydrauliques si celles-ci étaient en eau au moment des prélèvements. Les échantillons ont été fixés à l'aide de formol 8% sur le terrain.

Une capture des insectes adultes (volants) présents sur le site lors des inventaires a été réalisée à l'aide de filets à papillons et « aspirateurs à insectes ». Ces individus adultes ont été comparés aux larves aquatiques afin de confirmer les déterminations.

Parallèlement à ce travail de collecte des invertébrés de terrain, une cartographie détaillée des couples substrat / vitesse de courant présents sur chacune des stations échantillonnées a été réalisée. Ces données, reprises sous forme de cartes ARCVIEW, permettent un calcul du pourcentage de recouvrement de chaque couple substrat / vitesse de façon à définir précisément la valeur habitationnelle des différentes stations.

Des thermo-boutons ont été mis en place sur chaque site d'analyse pour un enregistrement en continu des températures. Ces données permettent de calculer la typologie théorique de chaque station.

Egalement sur chaque station, des analyses physico chimiques de terrain ont été réalisées (pH, Oxygène dissous, température de l'air et de l'eau et conductivité).



Photo 3. Prélèvement à l'aide d'un filet surber.



Photo 4. Capture d'insectes adultes à l'aide d'un « aspirateur à insectes ».



Photo 5. Prélèvement à l'aide d'un surber emmanché.



Photo 6. Capture d'insectes adultes à l'aide d'un filet à papillons.

1.2.4 Tri et détermination

Les échantillons ont été triés sur des tamis de maille 500 µm de manière à extraire l'ensemble des individus. Les individus sont alors conservés dans l'alcool avant détermination.

Les déterminations sont réalisées au niveau donné par l'ouvrage de Tachet. Une confirmation des espèces présentes est rendue possible par la capture in situ d'adultes prélevés lors des phases de terrain.



Photo 7. Tri des échantillons et collecte des insectes.

1.2.5 Exploitation des résultats

L'exploitation des résultats a pour but d'effectuer des comparaisons intra stationnelles (analyse diachroniques) ou inter stationnelles (analyse synchronique) des peuplements des différentes stations. Ces analyses ont aussi pour objet d'essayer de mettre en évidence un gradient d'impact des éclusées en fonction de la distance à la perturbation (secteur de turbinage).

La diagnose des peuplements macrobenthiques se fait par le calcul et l'interprétation d'indices descriptifs synthétiques :

- **L'abondance (N)** : correspond au nombre d'individus dénombrés dans le relevé.
- **La richesse spécifique ou variété taxinomique du milieu (S)** : correspond au nombre de taxons comptabilisés dans le relevé.

- **L'indice de diversité (H') de Shanon** : il permet de comparer des peuplements en traduisant l'équi-répartition, ou non, du nombre d'individus par taxon au sein du peuplement. Il s'exprime en « bits » et son maximum dépend de la richesse spécifique S.

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i \times \log_2(p_i) \quad \text{avec} \quad p_i = \frac{n_i}{N} \quad H'_{\max} = \log_2(S)$$

n_i : nombre d'individus pour un taxon donné

N : effectif total du relevé

- **La dominance (d)** : il traduit la dominance d'un ou de plusieurs taxons sur le peuplement, ce qui peut être associé, très souvent, à une dystrophie des hydrosystèmes. La dominance augmente dans les peuplements déséquilibrés par des apports trophiques importants et est faible dans des peuplements normaux ou contrôlés par des facteurs externes défavorables (milieux pionniers ou milieux contaminés par des toxiques).

$$d = \sum p_i^2$$

- **L'équitabilité (E)** : elle correspond au rapport de la Diversité H' observé sur la diversité maximale que pourrait avoir un peuplement (abondance et richesse spécifique identique) si les taxons présentaient le même nombre d'individus. L'équitabilité est toujours comprise entre 0 et 1 ; une équitabilité inférieure à 0,8 traduit un peuplement déstructuré.

$$E = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

En complément à ces indices synthétique, la structure typologique des différentes stations étudiées a été caractérisée. Cette comparaison typologique a été réalisée grâce à la projection en variables supplémentaire (AFC) dans l'espace typologique définis par Verneaux (Verneaux, 1973) des données actuelles (utilisation des données de Verneaux, 1973 et Verneaux, 2003). Cette analyse typologique pourra être confrontée à la typologie de référence qui sera calculée à partir des données de température collectées sur chacune des stations.

Formule de calcul de la typologie théorique :

$$T = 0,45T_1 + 0,30T_2 + 0,25T_3$$

T = Niveau typologique théorique

$T_1 = 0,55 \theta_{Mn} - 4,34$ (facteur thermique)

$T_2 = 1,17 \log_e (d_0 \times D \cdot 10^{-2}) + 1,50$ (Facteur thermique)

$T_3 = 1,75 \log_e ((S_m/P \times l^2) \times 10^2) + 3,92$ (Facteur morphodynamique)

θ_{Mn} : température maximale moyenne du mois le plus chaud (°C)

d_0 : distance aux sources (Km)

D : dureté totale (mg/l)

S_m : section mouillée à l'étiage

p : pente (%)

l : largeur du lit (m)

I.3 Méthodologie de suivi des éclusées

I.3.1 Introduction

Une éclusée se caractérise selon une fréquence et une amplitude variable du débit et du niveau des eaux (cf Figure 6). Une éclusée comprend trois phases de variations de débit :

- ↳ Augmentation des débits et élévation des niveaux d'eau.
- ↳ Stabilisation des niveaux d'eau pendant une période plus ou moins longue.
- ↳ Diminution rapide des débits et des niveaux d'eau à l'arrêt du turbinage.

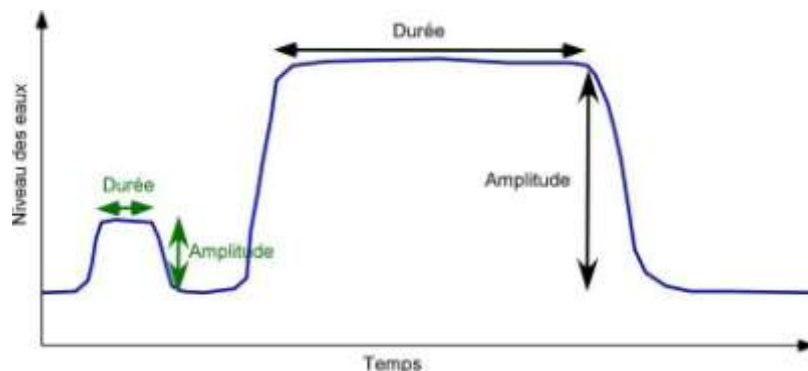


Figure 6. Schéma de principe du fonctionnement d'une éclusée.

Les impacts possibles d'une éclusée dépendent directement de sa durée et de son amplitude. En effet l'amplitude définit les superficies nouvellement inondées et donc l'augmentation de la capacité d'accueil de la station. Ces superficies seront d'autant plus colonisées par les macroinvertébrés que la durée sera longue et donc les pertes potentielles par mise à sec des peuplements sur les bordures et dans les annexes hydrauliques importantes.

Les éclusées peuvent présenter des motifs beaucoup plus complexes que ceux présentés ci-dessus et leurs incidences sont vraisemblablement variables selon leurs caractéristiques : ampleur, gradients d'augmentation et de diminution des débits et des niveaux d'eau, période, succession.... Un enchaînement de plusieurs phases de montée ou de descente entrecoupées de plateaux et retournant ou non au débit de départ peu s'observer. Les éclusées de la Dordogne ont la plupart du temps des motifs complexes.

Les suivis d'éclusées vont permettre de caractériser les incidences de cette gestion et de mesurer différents types de phénomènes :

- ↳ Modifications faunistiques sur les différentes parties de l'hydrosystème.
- ↳ Evaluation de l'impact entre différents types d'éclusées (amplitudes, gradients d'évolution des débits...).
- ↳ Réaction des larves lors des montées du niveau d'eau : vitesse de colonisation des zones soumises à exondation, migrations, dérives passives, dérives actives...
- ↳ Réaction des larves lors de la baisse du niveau d'eau : évaluation du déplacement des larves des zones soumises à marnage ou à piégeage vers le chenal principal.
- ↳ Lien avec l'évolution des habitats (notamment les habitats les plus favorables de type bryophytes, spermaphytes immergés, branchages, racines...).

↳ Lien avec la modification du régime thermique.

Les impacts pressentis des éclusées et les choix méthodologiques qui en découlent pour leur évaluation sont issus des éléments bibliographiques consultés et dont les références sont présentées dans la partie bibliographie.

1.3.2 Stations étudiées

Les éclusées à étudier et les stations concernées ont été définies en début d'étude en concertation avec le comité de pilotage.

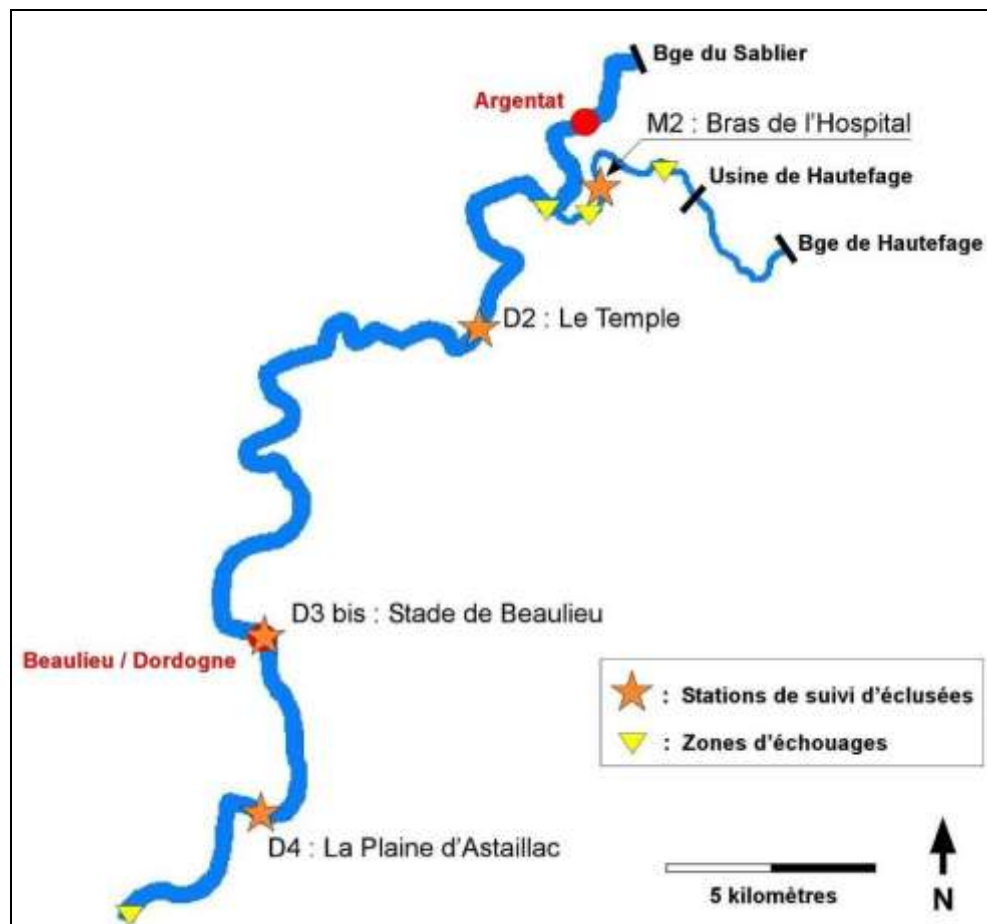


Figure 7. Carte de localisation des stations pour l'étude des éclusées.

1.3.3 Protocole d'échantillonnage

1.3.3.1 Echantillonnage des substrats

Pour évaluer les différentes incidences des éclusées, le même protocole d'échantillonnage que celui employé dans le cadre des inventaires a été mis en œuvre sur l'ensemble des stations du secteur d'étude (protocole d'échantillonnage stratifié de type MAG à 16 prélèvements).

Les 16 prélèvements ont été répartis dans le seul chenal principal si les annexes hydrauliques étaient absentes ou répartis pour moitié en chenal principal et pour moitié sur les marges du chenal principal et dans les annexes hydrauliques si celles-ci étaient en eau au moment des prélèvements.

Plusieurs séries d'échantillons sont réalisées sur une même station :

- ↳ La première lors de la phase de stabilisation des eaux et, si possible, juste avant la baisse du niveau des eaux,
- ↳ La deuxième pendant la période de stabilité de débit (plateau) sur les substrats en eau en permanence,
- ↳ La troisième juste après la baisse du niveau des eaux, sur les secteurs inondés.

Les échantillons ont été fixés à l'aide de formol 8% sur le terrain puis triés en laboratoire sur des tamis de maille 500 µm. Les individus sont alors conservés dans l'alcool avant détermination.

I.3.3.2 Etude des échouages

Des prélèvements ont également été réalisés sur les substrats fraîchement exondés suite à une baisse du niveau des eaux. En effet les substrats présents dans la zone de marnage sont colonisés lors de leur submersion et il est important de connaître la quantité d'invertébrés exondés lors d'une phase importante de descente des eaux.

Ces prélèvements ont donc pour but d'évaluer la vitesse de colonisation des substrats présents dans la zone de marnage et les pertes engendrées sur les invertébrés benthiques lors de l'abaissement des niveaux (mortalités dues à l'échouage).

Une cartographie détaillée des substrats présents sur ces zones exondées permettra de définir le pourcentage de recouvrement des substrats échantillonnés afin d'évaluer les pertes potentielles d'invertébrés à l'échelle de la station.



Photo 8. Substrats exondés sur la station M2



Photo 9. Zone d'échouage sur la station M2

I.3.3.3 Etude des dérives

Parallèlement à ce travail de collecte de la macrofaune benthique in situ au filet surber, des filets à dérive ont été disposés dans le chenal principal et dans les annexes hydrauliques remises en eau de façon à caractériser les apports par dérive. Ces filets ont été relevés périodiquement (tous les quarts d'heure) de façon à caractériser les périodes de déplacement maximum des invertébrés (d'après la littérature (Valentin, 1995) une dérive maximale est observée dans les premières heures qui suivent l'écluse - dérive passive - et ensuite en début et en fin de nuit - dérives actives).

Le volume d'eau filtré a été estimé par mesure périodique de la vitesse de courant devant chaque filet à dérive. Cette vitesse rapportée à la surface de l'ouverture du filet permettra de caractériser le volume total filtré par unité de temps.

Ces filets à dérive ont été placés :

- ↳ lors de la période de stabilité des eaux pour caractériser la permanence ou non des échanges entre lit principal et annexes.
- ↳ lors de la baisse du niveau d'eau pour caractériser les départs possibles des secteurs en cours d'exondation.

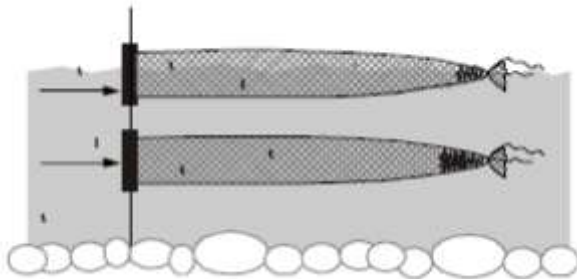


Figure 8. Schéma de principe des filets à dérives



Figure 9. Filets à dérive en surface et dans la masse d'eau

I.3.3.4 Quelques aspects quantitatifs

L'effort d'échantillonnage réalisé sur la Dordogne et la Maronne est repris dans le tableau ci-dessous.

		Inventaires	échouages	Dérive	Caisses substrat
Maronne	nombre de prélèvements	252 pvts surber	40 pvts surber	60 dérives	5 caisses
	nombre d'individus déterminés	69 031	5 932	2 648	260
Dordogne	nombre de prélèvements	464 pvts surber	96 pvts surber	38 dérives	6 caisses
	nombre d'individus déterminés	159 675	14 089	2 270	745
Total étude	nombre de prélèvements	713 pvts surber	136 pvts surber	98 dérives	11 caisses
	nombre d'individus déterminés	228 706	20 021	4 918	1 005
	Nombre total d'individus déterminés	254 650 individus			
	Nombre de RCS équivalent	76			

II. RÉSULTATS OBSERVÉS SUR LA MARONNE

II.1 Inventaires

Cette partie décrit le peuplement macrobenthique de la Maronne et la relation qu'il peut y avoir avec le milieu.

II.1.1 Interventions réalisées

La Figure 10 présente les campagnes d'inventaires réalisées sur la Maronne.

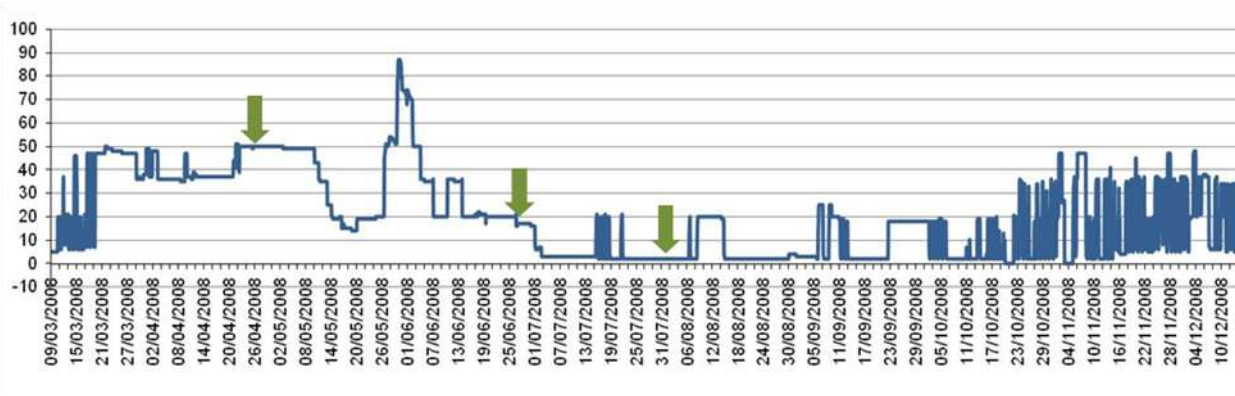


Figure 10. Interventions réalisées sur la Maronne en fonction de l'hydrologie

Sur la Maronne, trois campagnes d'inventaires ont été réalisées :

- Une le 22 Avril, réalisée à un débit de 49 m³/s sur la station M2, ce qui correspond au débit de plein bord. Le débit sur la station M1 était quant à lui de 2 m³/s.
- Une le 30 Juin sur la station M2, à un débit de 17 m³/s, et le 01 Juillet 2008 sur la station M1 à un débit de 1 m³/s.
- Une le 30 Juillet sur la station M2, à un débit de 2 m³/s, et sur la station M1 à un débit de 1 m³/s.

Les travaux réalisés étant fonction du débit observé sur la Maronne, il est important de mentionner quelques débits caractéristiques de la Maronne :

- Le débit de la station M1 est stable et correspond de façon quasi permanente au débit réservé soit 1 m³/s.
- Le débit de la station M2, située en aval des turbines, est très variable. On peut néanmoins citer 3 débits couramment enregistrés :
 - Environ 1 - 2 m³/s, ce qui correspond au débit réservé augmenté de celui des affluents ; il s'agit du débit d'étiage « artificiel » de la rivière.

- 18 - 20 m³/s, ce qui correspond à la mise en route d'une turbine + le débit réservé et les affluents ;
- Environ 40 m³/s avec la mise en route des deux turbines de l'usine hydroélectrique. Ce débit caractéristique correspond également au débit de plein bord.



Photo 10. La Maronne ; amont de la station M2 le 29/06/2008 ; 20 m³/s



Photo 11. La Maronne ; aval de la station M2 le 29/06/2008 ; 2 m³/s



Photo 12. La Maronne ; Station M1 le 22/04/2008 ; 2 m³/s



Photo 13. La Maronne ; Station M1 le 01/07/2008 ; 1 m³/s

II.1.2 Analyse de la typologie de la Maronne

La distribution longitudinale de la macrofaune est fonction des facteurs définissant la typologie du cours d'eau en un point donné. Une typologie de référence a été calculée à partir de la formule de Verneaux pour les deux stations suivies sur la Maronne. Cette biotypologie théorique est présentée dans le Tableau 1 suivant.

Les données qui ont permis le calcul de cette typologie correspondent à des relevés in-situ pour les critères morphologiques et la température (enregistrement des températures estivales à l'aide de thermo boutons). Les données physico-chimiques proviennent du suivi de l'agence de l'eau Adour Garonne.

Cette typologie théorique calculée inclue les perturbations existantes dues aux barrages (régime thermique particulier) et ne correspond pas à la typologie naturelle du cours d'eau.

	Station M1	Station M2
T° des 30 jours les plus chauds	17,6	17,2
Distance à la source (Km)	84,0	90,0
Dureté totale (mg/l)	6,5	6,5
Section mouillée à l'étiage (m ²)	5,4	5,4
Pente (‰)	3,1	3,1
Largeur du lit à l'étiage (m)	18,0	18,0
T1 =	5,3	5,1
T2 =	3,5	3,6
T3 =	2,8	2,8
Niveau typologique calculé	4,1	4,1

Tableau 1. Typologies de référence calculées pour les stations M1 et M2 de la Maronne.

Les niveaux typologiques calculés pour les deux stations sont identiques. Ces stations se situant sur le même cours d'eau et à quelques kilomètres de distance, les variations du peuplement qui sont observées ne peuvent être attribuées à un gradient biologique naturel. L'impact des éclusées et des barrages peut donc être mis en cause.

Une analyse typologique a donc été menée sur les invertébrés et les poissons. Les résultats sont présentés dans le paragraphe suivant.

II.1.2.1 Analyse biotypologique des peuplements macrobenthiques

La liste taxinomique (détermination au genre) a permis d'évaluer la typologie observée sur le cours d'eau en projetant ces données en variables supplémentaires dans différents espaces typologiques de Verneaux (Verneaux, 1973). La Figure 11 ci-dessous présente ces résultats.

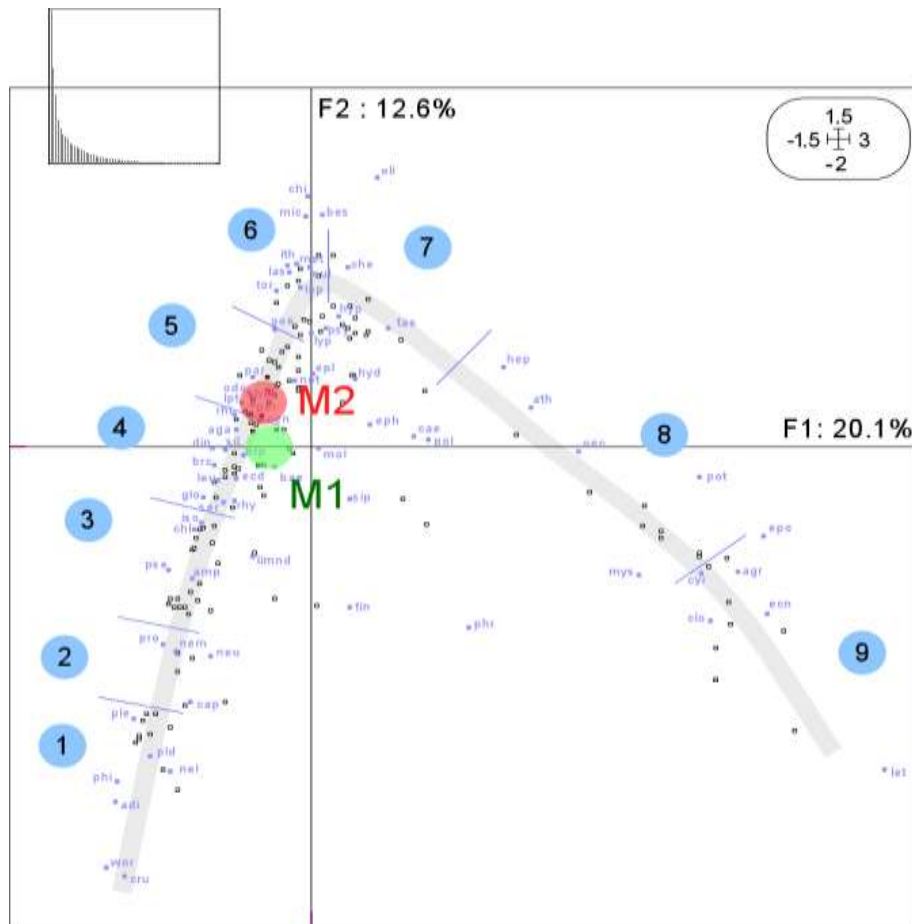


Figure 11. Projection en variables supplémentaires du peuplement macrobenthique des stations M1 et M2 à différentes périodes sur la Maronne dans la structure typologique établie pour le bassin versant du Doubs par Verneaux (Verneaux 1973).

Les typologies observées sur les stations M1 et M2 se situent bien sur la courbe typologique de Verneaux. Les différents MAG16 utilisés présentent des contextes typologiques proches les uns des autres, aux alentours d'une typologie B4 – B5.

Un léger décalage peut néanmoins être observé entre la station M1, qui correspondrait à une typologie de fin de B4, et la station M2, dont la typologie serait en début de B5.

Cette typologie observée est peu éloignée de la typologie de 4,1 calculée pour les deux stations mais le décalage, de l'ordre de 1 point plus élevé traduit une perturbation du milieu.

Cette perturbation semble due à une dégradation de qualité des eaux, très certainement atténuée par une thermie relativement faible des eaux issues du barrage de Hauteage.

II.1.2.2 Analyse biotypologique du peuplement piscicole

La Figure 12 et la Figure 13 présentent les typologies obtenues à partir du peuplement ichtyologique de la Maronne selon deux référentiels, le premier celui du CSP, pour le bassin versant de la Loire (Suivant les travaux de T Vigneron), et le second le référentiel de Verneaux pour le bassin versant du Doubs (Verneaux 1973).

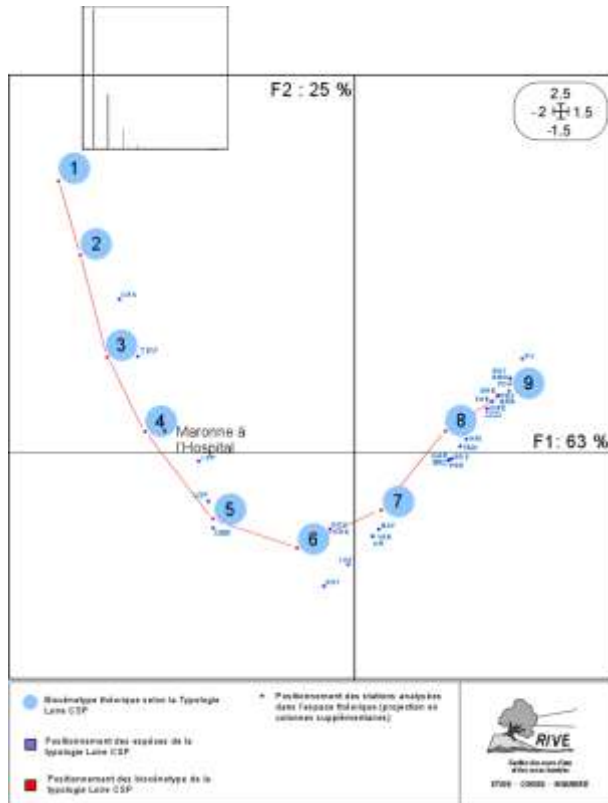


Figure 12. Projection en variables supplémentaires du peuplement ichtyologique de la Maronne à l'Hospital dans la structure typologique établie pour le bassin versant de la Loire par le CSP (Vigneron).

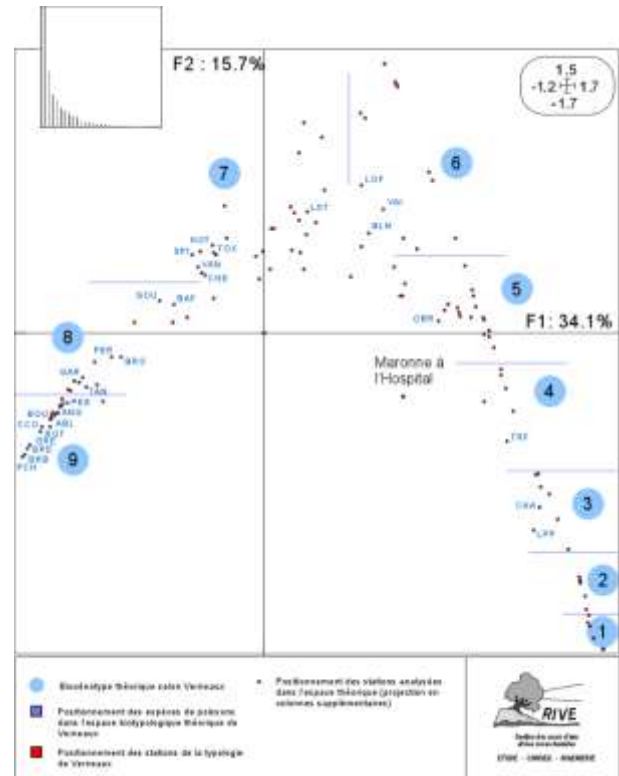


Figure 13. Projection en variables supplémentaires du peuplement ichtyologique de la Maronne à l'Hospital dans la structure typologique établie pour le bassin versant du Doubs par Verneaux (Verneaux 1973).

Les typologies obtenues à partir du peuplement piscicole sont comparables pour les deux référentiels (B4-B5) mais l'on note un léger décalage du peuplement de la Maronne vers le centre des axes pour la typologie Verneaux. Ce décalage s'explique par la présence d'espèces dont le préférendum typologique est plus élevé (Goujon, Vandoise et Anguille). Toutefois ce décalage typologique reste minime.

Il y a tout de même un léger décalage de l'ordre de ½ point entre les projections des deux stations. Cette différence pourrait s'expliquer par la qualité de l'eau ou la nature du référentiel choisi. Néanmoins il n'existe pas de référentiel attribué au bassin versant de la Dordogne.

L'ensemble des typologies calculées et observées à partir des peuplements concordent et permettent de définir la zone d'étude comme présentant un niveau typologique B4-B5. Les typologies des deux stations sont similaires et ne mettent pas en évidence de relation entre la position des stations et la présence des ouvrages.

La gestion par éclusées et la présence des ouvrages n'apparaissent donc pas comme un facteur pouvant modifier les variables expliquant la distribution du peuplement macrobenthique.

II.1.2.3 Qualité des substrats

Les qualités biologiques de chaque couple substrat / vitesse rencontré ont été déterminées à partir des échantillons prélevés sur la Maronne. Cette opération a été effectuée selon la moyenne de la diversité, de l'abondance, de la richesse et de l'équitabilité des échantillons ; les moyennes étant calculées pour les échantillons de même couple substrat / vitesse.

Le Tableau 2 présente les résultats obtenus pour l'évaluation de la qualité biologique des couples substrat / vitesse. Les couples substrat / vitesse y sont hiérarchisés, **pour chaque indice**, du plus favorable au moins favorable.

L'ensemble des couples substrat / vitesse présents sur les stations n'ayant pas été échantillonnés, certaines valeurs ont été estimées. Cette estimation a été réalisée en prenant, pour un substrat commun, la classe de vitesse la plus proche. Les valeurs estimées sont présentées en italique dans le Tableau 2.

La Figure 14 présente les classes de substrat et de vitesse et la symbologie utilisée dans le Tableau 2.

Tableau 2. Qualité biologique des couples substrat / vitesse selon les indices de description du peuplement.

Substrat	Vitesse	Abondance	Substrat	Vitesse	Richesse	Substrat	Vitesse	Diversité	Substrat	Vitesse	Equitabilité
11	1	637,67	9	2	29,00	2	1	3,53	6	2	0,85
11	3	637,67	9	4	29,00	7	2	2,97	6	4	0,85
10	5	570,40	7	2	20,33	7	4	2,97	6	5	0,85
9	2	559,00	7	4	20,33	9	2	2,91	3	1	0,83
9	4	559,00	2	1	20,00	9	4	2,91	2	1	0,82
9	5	442,80	2	5	18,40	6	2	2,90	10	2	0,70
11	2	400,50	10	2	18,33	6	4	2,90	10	4	0,70
11	4	400,50	10	4	18,33	6	5	2,90	7	2	0,70
2	3	369,67	11	2	18,00	10	2	2,87	7	4	0,70
10	1	350,67	11	4	18,00	10	4	2,87	4	1	0,68
10	3	350,67	2	2	17,75	11	2	2,69	4	3	0,67
11	5	318,75	2	4	17,75	11	4	2,69	4	4	0,67
5	2	303,67	11	1	17,67	7	5	2,65	4	5	0,67
5	4	303,67	11	3	17,67	2	5	2,62	7	5	0,67
5	5	303,67	7	5	16,83	2	2	2,61	7	1	0,66
8	1	302,17	9	5	16,80	2	4	2,61	7	3	0,66
7	2	294,33	5	3	16,00	5	3	2,47	3	3	0,65
7	4	294,33	10	5	15,80	11	5	2,46	11	2	0,64
2	2	280,75	10	1	15,67	7	1	2,45	11	4	0,64
2	4	280,75	10	3	15,67	7	3	2,45	9	1	0,64
10	2	280,33	8	1	15,50	9	5	2,43	9	3	0,64
10	4	280,33	11	5	15,50	3	1	2,42	11	5	0,64
8	3	279,40	8	3	14,40	4	1	2,36	2	2	0,63
8	4	279,40	8	4	14,40	9	1	2,27	2	4	0,63
8	5	279,40	8	5	14,40	9	3	2,27	2	5	0,63
2	5	266,20	7	1	13,75	5	2	2,27	5	1	0,63
6	1	239,00	7	3	13,75	5	4	2,27	9	5	0,62
3	2	227,00	5	2	13,33	5	5	2,27	5	3	0,62
3	4	227,00	5	4	13,33	10	1	2,26	6	3	0,62
3	5	227,00	5	5	13,33	10	3	2,26	5	2	0,61
5	3	216,00	3	2	13,00	6	3	2,25	5	4	0,61
9	1	189,50	3	4	13,00	8	1	2,20	5	5	0,61
9	3	189,50	3	5	13,00	5	1	2,04	10	1	0,61
7	5	178,33	6	3	12,80	10	5	2,00	10	3	0,61
7	1	142,25	9	1	12,50	3	3	2,00	9	2	0,60
7	3	142,25	9	3	12,50	4	3	1,95	9	4	0,60
3	3	122,83	2	3	12,33	4	4	1,95	8	1	0,56
5	1	122,00	4	1	11,00	4	5	1,95	6	1	0,52
4	1	99,50	6	1	11,00	8	3	1,92	8	3	0,51
6	3	98,00	6	2	11,00	8	4	1,92	8	4	0,51
2	1	78,00	6	4	11,00	8	5	1,92	8	5	0,51
4	3	66,00	6	5	11,00	6	1	1,79	10	5	0,51
4	4	66,00	5	1	9,50	11	1	1,77	2	3	0,46
4	5	66,00	3	3	8,33	11	3	1,77	11	1	0,43
6	2	49,33	3	1	7,67	2	3	1,70	11	3	0,43
6	4	49,33	4	3	7,50	3	2	1,48	3	2	0,40
6	5	49,33	4	4	7,50	3	4	1,48	3	4	0,40
3	1	30,67	4	5	7,50	3	5	1,48	3	5	0,40

Classe substrat (S)	Classe vitesse (V)
2 - Blocs	1 - <5 cm/s
3 - Sables	2 - >150 cm/s
4 - Vases	3 - 5/25 cm/s
5 - Spermaphytes émergents	4 - 75/150 cm/s
6 - Granulats grossiers (Graviers)	5 - 25/75 cm/s
7 - Sédiments minéraux de grande taille (Galets)	
8 - Litière	
9 - Racines	
10 - Spermaphytes immergés	
11 - Bryophytes	

Figure 14. Présentation des classes de substrat et de vitesse et de leur représentation

↳ Analyse de l'abondance

Le Tableau 2 nous permet de dire qu'en général les substrats organiques présentent les meilleures abondances pour l'ensemble des classes de vitesse.

Pour ce qui est des substrats minéraux, les blocs et les galets semblent assez favorables pour les vitesses les plus élevées. D'une manière générale, les classes de vitesse moyennes et élevées semblent les plus favorables.

↳ Richesse

Pour ce qui est de la richesse taxinomique, deux couples S/V semblent nettement plus favorables, il s'agit des racines pour des vitesses 75-150 cm/s et >150 cm/s.

Les blocs et les galets présentent également une relativement bonne richesse pour des classes de vitesse similaires. Mais là encore les substrats végétaux, organiques, prédominent dans le haut du tableau. Cette prédominance peut s'expliquer par la capacité d'accueil élevée de ces substrats qui correspondent de surcroît à la base de la chaîne trophique.

↳ Analyse de la diversité

Les indices de diversité présentés ne montrent pas exactement la même hiérarchisation dans les couples S/V. La séparation entre les substrats végétaux et minéraux semble également moins nette. Les blocs dans les vitesses de courant élevées présentent une diversité supérieure, cela peut s'expliquer par la stabilité de ce substrat malgré des vitesses importantes.

Cet indice montre une plus grande diversité biologique dans les classes de courants élevées, principalement situées dans le haut du tableau. Les quelques exceptions à cette observation pouvant s'expliquer par la faible stabilité de certains substrats (3, 5, 4, et 8) pour des vitesses de cet ordre (>75 cm/s). De la même façon, les couples S/V où la diversité est la plus élevée correspondent à des substrats relativement stables.

↳ Analyse de l'équitabilité

L'indice d'équitabilité traduit l'atteinte d'un point d'équilibre du peuplement lorsque la note est supérieure ou égale à 0,8 bits. Le Tableau 2 met en évidence le fait que seulement cinq couples S/V atteignent cet équilibre du peuplement.

La quasi-totalité des couples S/V ont une note supérieure ou égale à 0,5 et un peu plus de la moitié supérieure ou égale à 0,6. Ces observations montrent une bonne structuration du peuplement. La stabilité et l'absence de remobilisation des substrats semblent en être la principale cause.

Pour conclure sur la qualité biologique des couples S/V inventoriés sur les stations de la Maronne, trois éléments principaux ont été mis en évidence :

- ↳ Les substrats végétaux apparaissent comme ceux les plus biogènes, sans distinction des classes de vitesse mais avec un préférendum pour celles supérieures à 25 cm/s.
- ↳ Les substrats « blocs » semblent nettement plus favorables à la macrofaune que ne le laisse entendre la classification dans le protocole retenu, dont la hiérarchie des substrats a été calquée sur celle du RCS. Il correspondrait plus à une « classe » proche des niveaux 7 et 8 du RCS que du 2. Là encore, les vitesses supérieures à 25 cm/s semblent les plus favorables pour ce substrat. Cette notion semble également vraie pour les galets, ce qui démontre le lien fort entre la qualité des substrats et leur stabilité, les blocs et galets étant relativement stables.
- ↳ Les substrats les moins stables (sables et vases principalement) apparaissent comme les moins favorables à la macrofaune benthique, ce qui peut s'expliquer par leur forte capacité de remobilisation. Toutefois on peut y retrouver des espèces tout à fait particulières.

Ces conclusions sur la capacité d'accueil des différents couples substrat/vitesse va nous permettre de modifier la stratification du protocole de façon à prélever les couples substrat/vitesse les plus biogènes. Cela va surtout nous permettre de déterminer pour chaque station un coefficient d'habitabilité.

II.1.3 Qualité d'habitat des stations

Pour pouvoir réaliser ce travail, les cartographies de terrain ont été reprises sur un logiciel de cartographie SIG (ArcView), permettant de définir les superficies de chaque classe de substrat et de vitesse (les cartographies sont présentées en Annexe 13 et Annexe 14). Le croisement de ces couches permet de calculer le recouvrement des couples substrat / vitesse et la délimitation exacte des zones en eau lors de l'échantillonnage.

II.1.3.1 Description des stations

Le Tableau 3 présente les superficies observées de l'ensemble des couples substrat / vitesse recensés sur les stations M1 et M2. Ces informations vont nous permettre d'évaluer la qualité habitationnelle de ces stations.

Tableau 3. Recouvrement des couples substrat / vitesse pour l'ensemble des stations

Substrat	Vitesse	Score substrat	Station - Débit (m³/s)	
			M1 - 1 m³/s	M2 - 40 m³/s
			3075 m²	5335 m²
			Superficie m²	Superficie m²
2	1	81	3,4	0,8
2	2	105		117,8
2	3	101	23,5	1,3
2	4	105	346,3	134,1
2	5	105	304,8	841,0
3	1	31	12,0	30,4
3	2	80		2,3
3	3	48	16,4	61,2
3	4	80	26,8	10,2
3	5	80	228,0	79,2
4	1	54	5,4	13,2
4	3	36	0,4	5,3
4	4	36		7,1
4	5	36	0,3	24,7
5	1	52		41,9
5	2	94		12,4
5	3	89	0,4	13,3
5	4	94	0,0	31,1
5	5	94	3,0	79,1
6	1	75	6,5	10,3
6	2	46		44,6
6	3	60	12,9	19,6
6	4	46	21,3	61,8
6	5	46	213,4	285,5
7	1	70	13,0	7,1
7	2	116		163,9
7	3	70	51,9	8,0
7	4	116	398,6	304,6
7	5	86	728,3	2462,1
8	1	101	32,0	8,7
8	3	93	10,2	10,9
8	4	93	2,0	4,5
8	5	93	3,0	5,9
9	1	73		5,3
9	2	188		3,8
9	3	73		12,9
9	4	188	6,4	13,9
9	5	127	3,8	89,2
10	1	109	0,8	
10	2	107		37,7
10	3	109	13,6	0,3
10	4	107	376,5	26,9
10	5	144	99,8	19,4
11	1	161		0,3
11	2	125		39,7
11	3	161	1,7	1,6
11	4	125	76,1	39,8
11	5	103	7,2	139,9
Nombre de couples S/V			35	47

Tout d'abord, le Tableau 3 nous montre une relation directe entre la superficie noyée de la station et le nombre de couples S/V recensés. Sur la station M2, cette variabilité s'explique principalement par l'apparition de la classe de vitesse n°2 (>150 cm/s) pour un débit 40 m³/s et une augmentation des superficies de la classe n°4 (75-150 cm/s). La diversité de la station augmente donc avec le débit en augmentant les vitesses d'écoulement, la superficie noyée et donc les superficies des substrats les plus intéressants.

La station M1 présente une plus grande homogénéité des recouvrements mais les substrats minéraux sont là encore dominants avec un peu plus de 50% de recouvrement au total. Les couples S/V composés de végétaux semblent plus présents que sur la station M2, ce qui s'explique par l'existence d'un herbier conséquent de renoncules aquatiques (*Ranunculus sp.*). Il est néanmoins important de mentionner la quasi absence de bryophytes sur cette station, très certainement du fait de vitesses d'écoulement trop faibles et d'une forte concurrence des renoncules.

La variabilité saisonnière de l'habitat semble fortement limitée sur cette station. En effet, les superficies des végétaux et bryophytes, susceptibles d'évoluer selon les saisons, n'ont pas changées lors des différentes campagnes réalisées lors du printemps et de l'été. De même, la stabilité hydrologique ne semble pas nuire à la diversité globale du milieu.

La station M2 est principalement composée de couples S/V minéraux, qui correspondent, au total, à près de 75% de la superficie. Comme on a pu le voir précédemment, ces couples S/V minéraux ont une capacité d'accueil moyenne mais leur stabilité permet le développement d'un peuplement quasi équilibré.

Toujours pour la station M2, les couples S/V composés de végétaux, les plus biogènes, sont peu représentés, ce qui en diminue très certainement la capacité d'accueil. La station M2 présente donc une qualité globale d'habitat moyenne à bonne.

II.1.3.2 Calcul d'un score d'habitat

Pour comparer les stations dans les différents contextes mésologiques nous avons calculé un score d'habitabilité des stations en se basant sur deux variables principales : l'abondance et la diversité taxinomique. Les scores obtenus pour chaque couple substrat / vitesse sont présentés dans le Tableau 3.

Pour calculer le score par station, l'abondance et la richesse relative de chaque couple substrat vitesse ont été sommées puis pondérées en fonction des superficies recensées par type de couple S/V.

Les valeurs obtenues sont représentées de façon relative pour chaque station (indice de la station divisé par l'indice maximum présent sur l'ensemble des stations).

$$Score_{S/V_i} = \sum_n^i [Abondance_{relative_{S/V_i}} + Diversité_{relative_{S/V_i}}]$$

$$Score_{Station} = \sum_n^i [Score_{S/V_i} \times \%recouvrement_{S/V_i}]$$

La station M1 présente la meilleure valeur habitationnelle, son score relatif est de 100 et pour la station M2 95,48.

La meilleure capacité habitationnelle de la station M1 est vraisemblablement due à la présence d'un herbier important de renoncule qui peut s'implanter à cause de l'absence de variations hydrauliques importantes sur cette station soumise au débit réservé.

Cette analyse des substrats puis des stations permet d'esquisser une relation entre la stabilité hydrologique et la qualité globale de la station. En effet, la station M1 présente une capacité d'accueil plus élevée que la station M2.

II.1.4 Analyse du peuplement

Cette comparaison des listes taxinomiques pour les stations M1 et M2 a pour but de mettre en évidence les évolutions temporelles du peuplement.

Pour cette analyse diachronique il a été pris pour hypothèse de départ que les stations M1 et M2 présentaient le même contexte typologique et avaient donc un peuplement macrobenthique comparable.

Les listes faunistiques de l'ensemble des MAG16 réalisés à ce jour sont présentées en Annexes 2 à 12.

II.1.4.1 Analyse diachronique

II.1.4.1.1 Peuplement de la station M1

Les MAG16 réalisés sur cette station ont été effectués le 22 Avril (référence I1M1), le 30 Juin (référence I2M1) et le 29 Juillet (I3M1) dans le cadre des campagnes d'inventaire.

Station	M1		
Période	avril-08	juin-08	juillet-08
REF	I1M1	I2M1	I3M1
Abondance totale	3248	4562	7547
Abondance EPT	960	1097	1659
% abondance EPT	29.6%	24.0%	22.0%
Variété totale	52	54	61
Variété EPT	31	33	32
% variété EPT	59.6%	61.1%	52.5%
Equitabilité	0.44	0.51	0.45
Dominance	0.38	0.23	0.31
Diversité	2.50	2.93	2.64
Diversité max	5.70	5.75	5.93

Tableau 4. Indices de description du peuplement de la station M1 à différentes périodes

Le Tableau 4 et la Figure 15 nous montrent un peuplement globalement bon et relativement stable. Cela est confirmé par la majorité de taxons polluo-sensibles (EPT) en termes d'abondance et de diversité. Les variations observées pourraient être attribuées aux variations saisonnières du peuplement.

La diversité moyenne des MAG16 tout comme leurs équitabilités (0,44 à 0,51), éloignées du seuil de structuration du peuplement, traduisent un déséquilibre certain du peuplement macrobenthique de cette station. Ce déséquilibre pourrait s'expliquer par une perturbation notable de la qualité des eaux.

En effet, les indices de dominance relativement élevés traduisent une eutrophie/dystrophie du milieu. La Figure 15 illustre bien la prédominance des groupes indicateurs les plus faibles, les moins sensibles à la qualité de l'eau. L'alimentation du bras déconnecté par les eaux de la retenue de Hauteffage pourrait expliquer cette eutrophie/dystrophie.

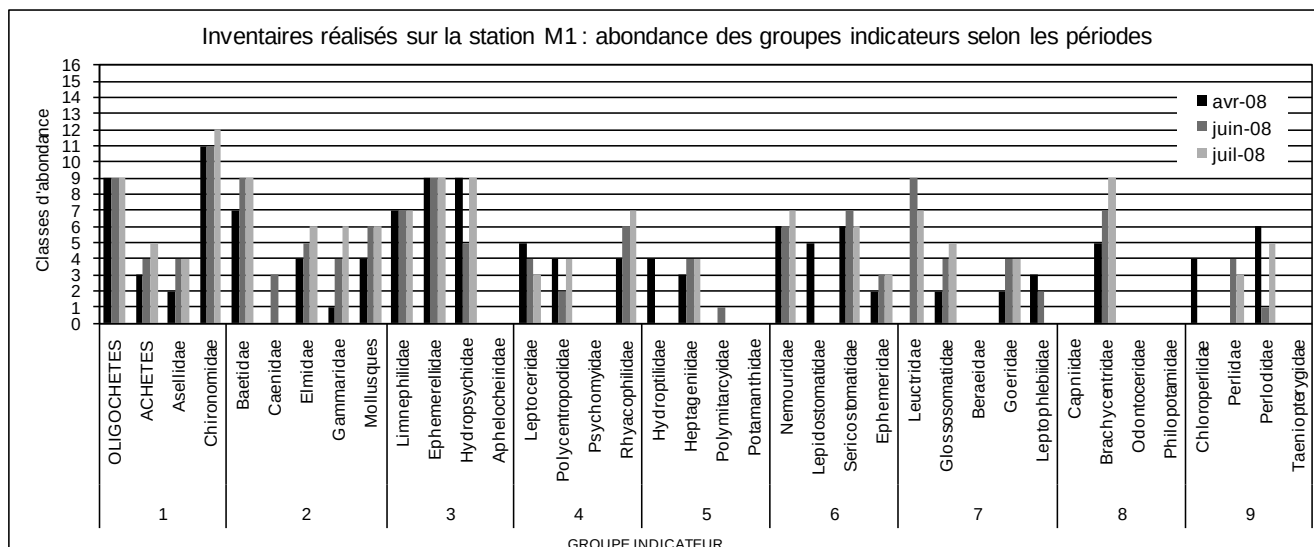


Figure 15. Classes d'abondances des taxons indicateurs pour les inventaires I1M1 et I2M1 sur la station M1

II.1.4.1.2 Peuplement de la station M2

Les MAG16 réalisés sur cette station ont été effectués le 23 Avril (référence I1M2), le 27 Juin (EM1av) et le 30 juillet (I3M2).

Station	M2		
Période	avril-08	juin-08	juillet-08
REF	I1M2	EM1av	I3M2
Abondance totale	5184	3354	3487
Abondance EPT	2308	2026	1551
% abondance EPT	45%	60%	44%
Variété totale	56	51	44
Variété EPT	35	30	22
% variété EPT	63%	59%	50%
Equitabilité	0.56	0.63	0.55
Dominance	0.20	0.13	0.19
Diversité	3.27	3.58	3.02
Diversité max	5.81	5.67	5.46

Tableau 5. Indices de description du peuplement de la station M2 à différentes périodes

Le Tableau 5 et la Figure 16 présentent des richesses taxinomiques et des abondances semblables. Ces caractéristiques permettraient l'obtention d'une note de 20/20 dans le cadre d'un IBGN, ce qui traduit pour cette station une qualité plutôt bonne du milieu. Les taxons appartenant aux ordres des Ephémères, Plécoptères et Trichoptères (EPT) sont majoritaires et confirment une qualité acceptable du milieu. Une baisse notable de la variété est néanmoins observée en juillet, baisse qui ne s'explique pas significativement.

Les indices descriptifs nuancent cependant ces observations et montrent un déséquilibre des peuplements. La diversité reste relativement correcte, mais éloignée des maximums. L'abondance, largement en deçà du seuil de structuration de 0,8, confirme le déséquilibre du peuplement pour les deux saisons.

Les indices de dominance notablement élevés montrent une eutrophie/dystrophie légère du système et un déséquilibre du peuplement macrobenthique. La Figure 16 illustre bien la prédominance de certains taxons. La présence de quelques taxons polluo-sensibles avec des abondances faibles à très faibles met également en avant une dégradation notable de la qualité des eaux dont l'origine précise reste à déterminer.

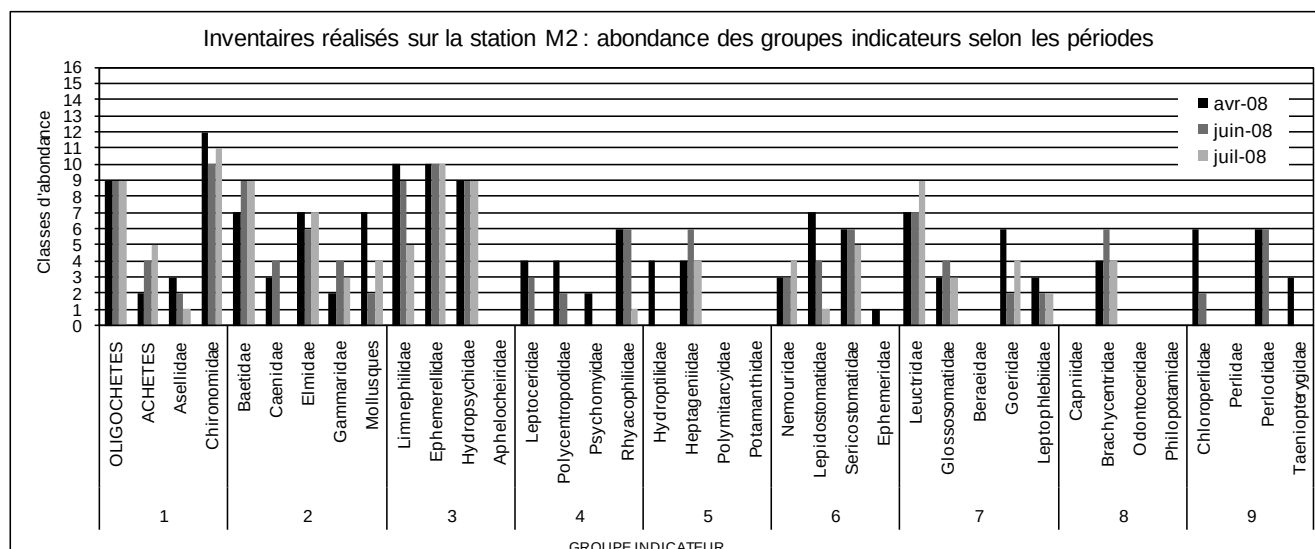


Figure 16. Classes d'abondances des taxons indicateurs pour MAG16 I1M2 et EM1av sur la station M2

II.1.4.2 Analyse synchronique

La comparaison synchronique des listes taxinomiques obtenues simultanément sur les stations M1 et M2 a pour but de mettre en évidence d'éventuelles différences de peuplement entre une station soumise aux éclusées (M2) et une station où l'hydraulique est stable (M1).

Pour ce faire, les MAG16 réalisés au printemps et à l'été, sur les deux stations, vont être comparés.

II.1.4.2.1 Peuplement printanier

Période	Printemps – Avril 2008	
Station	M1	M2
REF	IS1M1	IS1M2
Abondance totale	5184	6208
Abondance EPT	2308	4196
% abondance EPT	44.5%	67.6%
Variété totale	56.00	55
Variété EPT	35.00	34.00
% variété EPT	62.5%	61.8%
Equitabilité	0.56	0.52
Dominance	0.20	0.22
Diversité	3.27	2.98
Diversité max	5.81	5.78

Tableau 6. Indices de description et de comparaison du peuplement printanier sur la Maronne

Le Tableau 6 et la Figure 17 présentent les résultats observés sur les stations M1 et M2 à la même date. Leur analyse ne met pas en évidence de disparités conséquentes entre les peuplements échantillonnés à la même date sur les deux stations. Les faibles différences observées semblent dues à une plus grande capacité d'accueil sur la station M2 que sur la station M1.

L'impact de la gestion par éclusées sur le peuplement de la station M2 n'est pas montré par cette analyse.

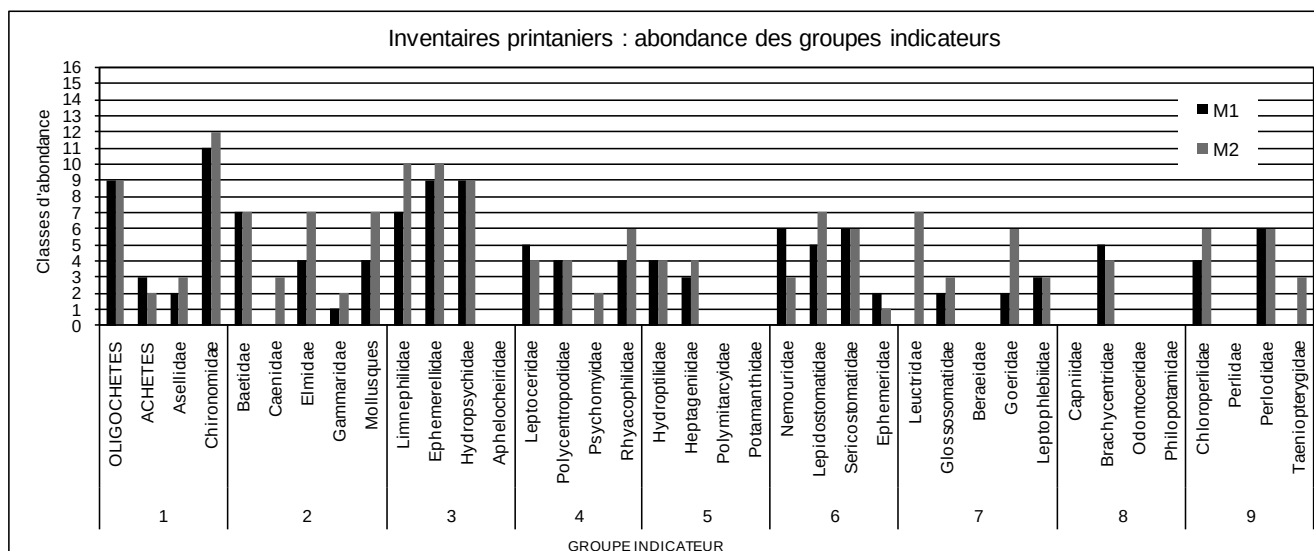


Figure 17. Classes d'abondances des taxons indicateurs

II.1.4.2.2 Peuplement estival – Juin

Période	Été – Juin 2008	
Station	M1	M2
REF	I2M1	EM1av
Abondance totale	3354	2687
Abondance EPT	2026	1522
% abondance EPT	60.4%	56.6%
Variété totale	51	47
Variété EPT	30	32
% variété EPT	58.8%	68.1%
Equitabilité	0.63	0.65
Dominance	0.13	0.12
Diversité	3.58	3.62
Diversité max	5.67	5.55

Tableau 7. Indices de description et de comparaison du peuplement estival (juin) sur la Maronne

Le Tableau 7 et la Figure 18 traduisent là-encore un peuplement d'une qualité globalement bonne, avec un peuplement relativement structuré mais quelque peu déséquilibré traduisant un déséquilibre trophique.

Les variables mésologiques ne permettent pas d'expliquer la richesse spécifique plus élevée sur la station M1. La succession de baisses brutales des niveaux d'eau sur la station M2 dans les jours précédents cet inventaire pourrait expliquer pour partie la richesse taxinomique et l'abondance plus faible observées.

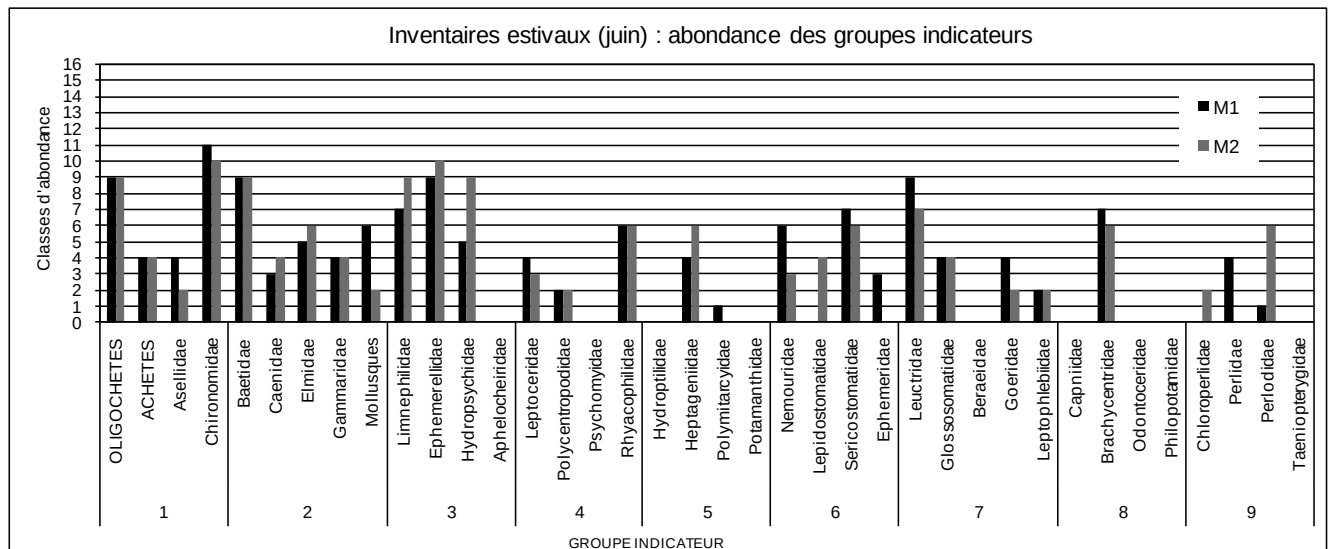


Figure 18. Classes d'abondances des taxons indicateurs

II.1.4.2.3 Peuplement estival - Juillet

Période	Été – Juillet 2008	
Station	M1	M2
REF	I3M1	I3M2
Abondance totale	5469	2892
Abondance EPT	3461	1646
% abondance EPT	63.3%	56.9%
Variété totale	77	51
Variété EPT	43.00	31.00
% variété EPT	55.8%	60.8%
Equitabilité	0.65	0.71
Dominance	0.11	0.10
Diversité	4.10	4.01
Diversité max	6.27	5.67

Tableau 8. Indices de description et de comparaison du peuplement estival (juillet) sur la Maronne

Le Tableau 8 et la Figure 19 nous montrent des peuplements présentant quelques différences de leur structure, qui reste globalement comparable.

L'abondance est ainsi deux fois supérieure sur la station M1 par rapport à la station M2, tout comme la variété, nettement supérieure sur la station M1.

Néanmoins, la représentativité des EPT et les indices de description du peuplement sont similaires sur les deux stations et traduisent un peuplement globalement bon mais quelque peu déstructuré (eutrophie).

Les résultats globalement inférieurs de la station M2 ne peuvent être attribués à la gestion par éclusée, aucune variation artificielle de débits ne s'étant produites durant les 8 jours précédents l'échantillonnage.

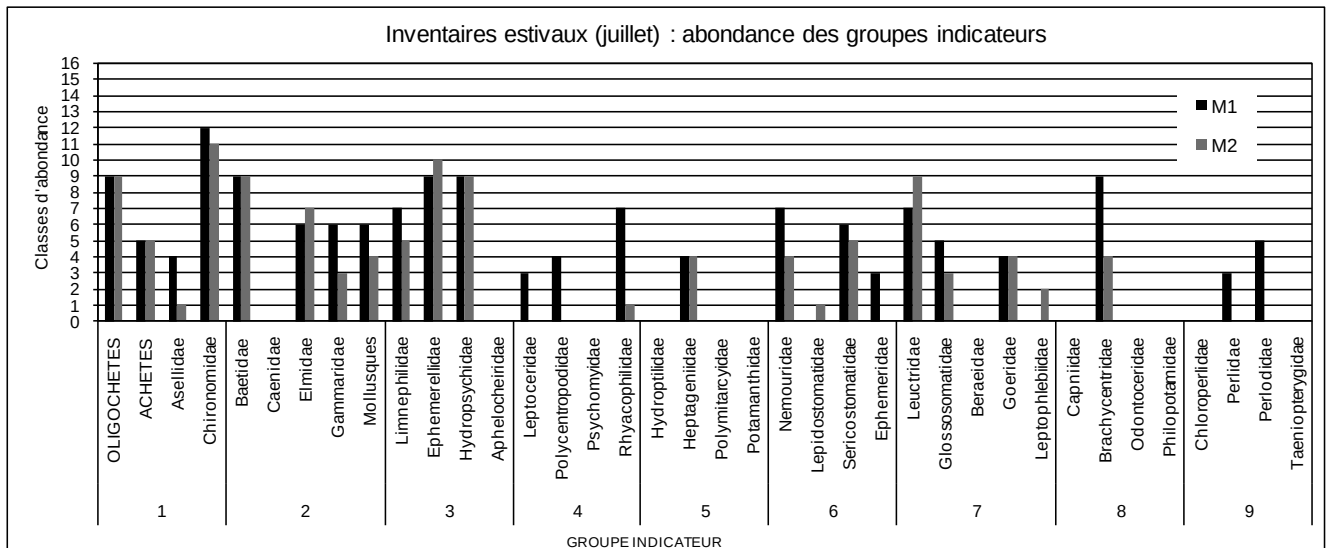


Figure 19. Classes d'abondances des taxons indicateurs

II.2 Suivi des éclusées

Les résultats obtenus dans le cadre du suivi des éclusées vont être présentés et analysés dans cette partie.

II.2.1 Interventions réalisées

La gestion des ouvrages hydroélectriques dépend directement des conditions hydrologiques et conditionne la réalisation d'éclusées. Comme on peut l'observer sur la Figure 20, l'année 2008 a été particulière, avec des débits printaniers soutenus, dues à des pluviométries abondantes. Ces débits soutenus ont eu pour conséquences le lissage des éclusées printanières et estivales, le gestionnaire ayant pu faire fonctionner ces ouvrages de production sans engendrer de variations de débits.

La Figure 20 présente les interventions réalisées sur la rivière Maronne en fonction de l'hydrologie.

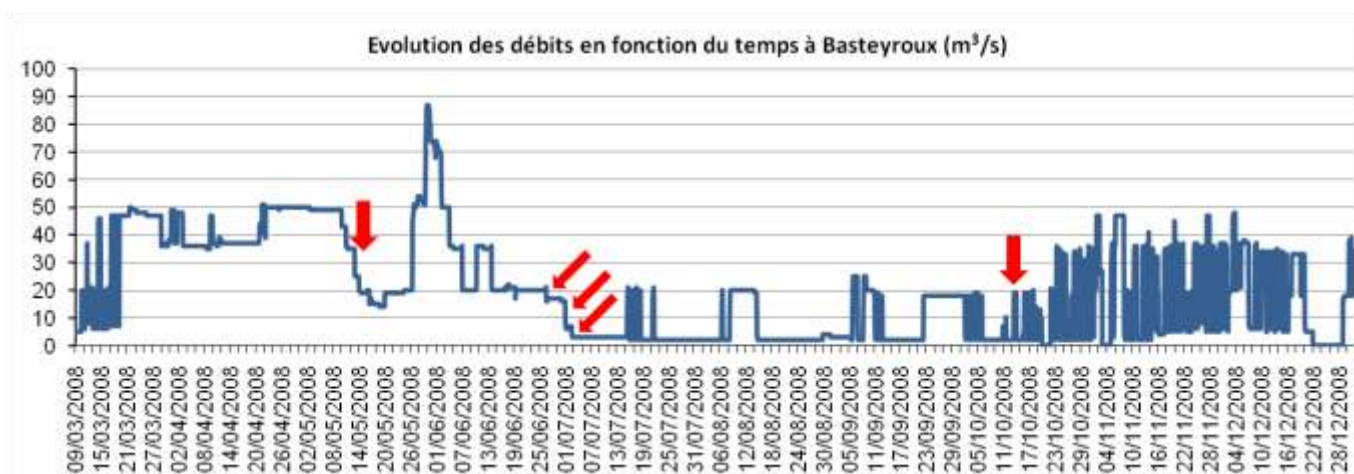


Figure 20. Interventions réalisées sur la Maronne en fonction de l'hydrologie

Sur la Maronne trois baisses des niveaux ont été suivies :

- ↘ une le 17 Mai (descente à 20 m³/s) ; réalisation d'un MAG16 et d'échouages.
- ↘ une le 30 Juin (descente à 10 m³/s) ; réalisation d'un MAG16.
- ↘ une le 01 Juillet (descente à 2 m³/s). réalisation d'un MAG16, d'échouages et de dérives.

Une éclusée journalière a également été suivie les 15 et 16 octobre 2008 sur la station M2.

Les éclusées étant suivies uniquement sur la station M2 pour les MAG16 et sur deux autres sites pour les échouages, la station M1 servira de station de référence.



Photo 14. Zone de marnage sur la station M2 entre 40 m³/s et 2 m³/s.



Photo 15. Zone de marnage sur la station M2 entre 40 m³/s et 2 m³/s.

II.2.2 Evolution de la capacité d'accueil du milieu

II.2.2.1 Capacité d'accueil des stations en fonction des débits

Les résultats présentés dans le paragraphe II.1.3.1 ont été complétés afin d'évaluer l'évolution de la capacité d'accueil de la station M2 en fonction des débits. Le Tableau 9 présente les superficies des différents couples S/V présents sur les stations en fonction du débit.

L'évaluation de la capacité d'accueil globale de la station est donc réalisée en croisant la capacité d'accueil (abondance moyenne) de chaque couple substrat/vitesse (S/V) et la superficie de ces couples S/V.

Tableau 9. Pourcentage de recouvrement des couples substrat / vitesse pour l'ensemble des stations

Substrat	Vitesse	Score substrat	Station - Débit (m³/s)			
			M1 - 1 m³/s	M2 - 2 m³/s	M2 - 20 m³/s	M2 - 40 m³/s
			3075 m²	3811 m²	4938 m²	5335 m²
			Superficie m²	Superficie m²	Superficie m²	Superficie m²
2	1	81	3,4	47,2	8,9	0,8
2	2	105				117,8
2	3	101	23,5	714,3		1,3
2	4	105	346,3	72,7	140,9	134,1
2	5	105	304,8	72,3	925,4	841,0
3	1	31	12,0	1,1	2,4	30,4
3	2	80				2,3
3	3	48	16,4	23,4	6,5	61,2
3	4	80	26,8		0,3	10,2
3	5	80	228,0	28,0	72,9	79,2
4	1	54	5,4	2,1	1,1	13,2
4	3	36	0,4	8,7		5,3
4	4	36			7,3	7,1
4	5	36	0,3	14,6	24,3	24,7
5	1	52		4,1	7,5	41,9
5	2	94				12,4
5	3	89	0,4	6,3	7,2	13,3
5	4	94	0,0		0,6	31,1
5	5	94	3,0	17,9	39,4	79,1
6	1	75	6,5	8,2	4,2	10,3
6	2	46				44,6
6	3	60	12,9	133,6	50,3	19,6
6	4	46	21,3		55,8	61,8
6	5	46	213,4	98,3	272,6	285,5
7	1	70	13,0	73,4	24,2	7,1
7	2	116				163,9
7	3	70	51,9	1590,3	25,0	8,0
7	4	116	398,6	12,1	139,4	304,6
7	5	86	728,3	577,6	2700,7	2462,1
8	1	101	32,0	0,6	2,0	8,7
8	3	93	10,2	2,3	3,3	10,9
8	4	93	2,0		1,9	4,5
8	5	93	3,0	5,0	6,7	5,9
9	1	73		14,1	0,5	5,3
9	2	188				3,8
9	3	73		16,8	6,7	12,9
9	4	188	6,4		2,6	13,9
9	5	127	3,8	22,0	96,1	89,2
10	1	109	0,8	2,3		
10	2	107				37,7
10	3	109	13,6	25,0		0,3
10	4	107	376,5	12,1	33,6	26,9
10	5	144	99,8	34,8	50,7	19,4
11	1	161		10,7	2,3	0,3
11	2	125				39,7
11	3	161	1,7	110,2	3,9	1,6
11	4	125	76,1	24,2	44,7	39,8
11	5	103	7,2	24,1	166,2	139,9
Nombre de couples S/V			35	34	36	47

Tout d'abord, le Tableau 9 confirme la relation directe entre la superficie noyée de la station et le nombre de couples S/V recensés.

La Figure 21 confirme ces observations et l'on y voit une relation directe entre la superficie de la station et le nombre de couples S/V présents.

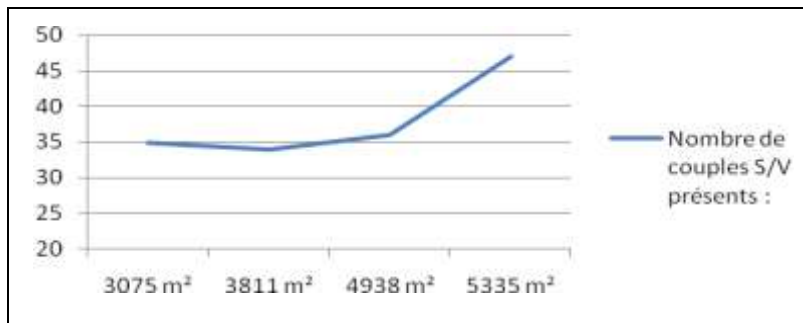


Figure 21. Nombre de couples S/V inventoriés en fonction de la superficie

Cette variabilité s'explique principalement par l'apparition de la classe de vitesse n°2 (>150 cm/s) pour un débit 40 m³/s et une augmentation des superficies de la classe n°4 (75-150 cm/s) pour un débit de 20 m³/s. La diversité de la station augmente donc avec le débit en augmentant les vitesses d'écoulement et la superficie noyée.

Les scores relatifs d'habitat établis sur les stations pour les débits caractéristiques sont présentés dans la Figure 22 ci-dessous.

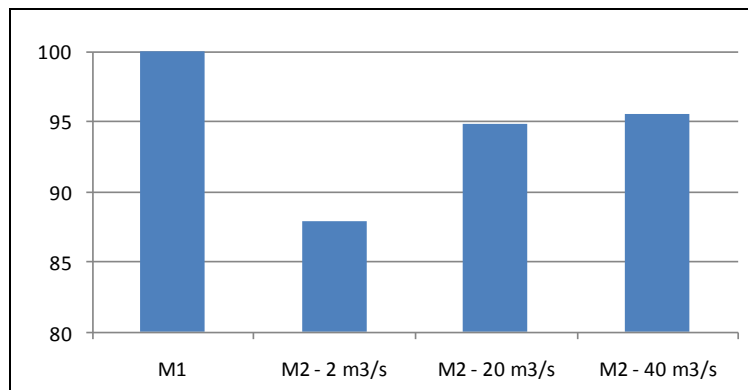


Figure 22. Scores relatifs d'habitabilité obtenus pour les stations

La Figure 22 confirme l'analyse faite précédemment et l'on note une meilleure capacité habitationnelle de la station M1 vis-à-vis de la station M2, très certainement grâce à l'herbier important de renoncule sur la première. La stabilité hydrologique en serait la cause.

Sur la station M2, la relation entre le débit et la capacité d'accueil est confirmée et l'on note que la capacité d'accueil de la station est d'autant plus élevée que le débit est conséquent.

II.2.2.2 Superficies des substrats

Les pertes de capacité d'accueil sont évaluées de la même manière en prenant en compte les abondances moyennes des substrats exondés (prélèvements réalisés dans le cadre des échouages) et la superficie de ces substrats à sec. Ces pertes d'individus « observées in situ » grâce aux échouages sont comparées à des pertes théoriques prenant en compte la capacité des substrats (abondance moyenne des substrats issues des MAG16) avant leur exondation.

Ces données permettront de mettre en évidence et de chiffrer d'éventuelles pertes d'effectifs dans le peuplement macro benthique et de comparer les pertes effectives à celles estimées.

Les cartographies de la station M2 à différents débits ont permis de définir les superficies de chaque couples S/V et donc de chaque substrat.

Les superficies de ces substrats, inondés ou à sec en fonction des débits, sont présentées dans le Tableau 10.

	Débit en m ³ /s	S11	S10	S9	S8	S7	S6	S5	S4	S3	S2	TOTAL
Superficie en eau (m ²)	40	221	85	125	30	2946	422	178	50	183	1095	5335
	20	217	84	106	14	2889	383	55	33	82	1075	4938
	2	169	74	53	8	2253	240	28	25	52	907	3811
Superficie exondée (m ²)	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	20	4	0	19	16	57	39	123	18	101	20	397
	2	52	10	72	22	692	182	149	25	131	188	1524

Tableau 10. Superficies des substrats en eau et exondées sur la station M2 pour différents débits de la Maronne.

Ce tableau nous montre l'évolution des superficies des substrats en eau et exondés en fonction du débit observé. On peut y voir que les substrats les plus sensibles à l'exondation correspondent à ceux présents préférentiellement sur les marges (S9/racines, S5spermaphytes émergeants et S3/sables) et les substrats dominants (S7/galets)

Au total, on note ainsi une perte des superficies en eau de 7,4% entre 40 m³/s et 20 m³/s et de 28,6% entre 20 m³/s et 2 m³/s.

Cette augmentation des superficies de substrats exondés, directement liée à la baisse du débit, confirme la perte d'habitabilité énoncées dans les chapitres précédents.

II.2.3 Suivi de baisses brutales des eaux

Cette partie regroupe les résultats obtenus et observés lors des baisses brutales de débit suivies au printemps et au début de l'été 2008. L'analyse groupée de ces suivis est apparue judicieuse aux vues de la similitude du phénomène (baisses brutales) et des périodes relativement proches.

II.2.3.1 Abondances moyennes des substrats en eau et exondés

Le Tableau 11 nous présente les abondances moyennes (abondances observées pour 1/20^{ème} de m²) des différents substrats en fonction de leur inondation. Les résultats complets (par taxon) sont présentés en Annexe 15.

Les abondances moyennes des substrats en eau ont été calculées à partir des prélèvements réalisés dans le cadre des MAG16. Il est nécessaire de travailler ici par substrat et non plus couples S/V afin de comparer ces valeurs à celles obtenues pour les substrats exondés et donc exempts de vitesse d'écoulement.

La réalisation des séries de prélèvements sur les zones d'échouages (substrats exondés) à l'aide d'un surber a permis de calculer les abondances moyennes de ces substrats exondés.

N° substrat :	S11	S10	S9	S8	S7	S6	S5	S4	S3	S2
Abondance moyenne des substrats à partir des MAG16	490,61	383,86	425,56	290,63	227,80	120,85	303,70	92,63	183,93	286,71
Abondance moyenne des substrats à partir des échouages	231,50	209,00	70,50	139,17	92,60	113,80	56,20	-	74,80	-
Pourcentage de différence entre les substrats en eau et ceux exondés	47%	54%	17%	48%	41%	94%	19%	-	41%	-

Tableau 11. Abondances moyennes des substrats en eau et exondés

Ce tableau montre une baisse significative des abondances entre les zones inondées et les zones d'échouages. L'abondance d'invertébrés échoués peut ainsi représenter jusqu'à 94% de l'abondance présente initialement dans le substrat S6/Graviers. A l'inverse, les substrats S9/Racines et S5/Spermaphytes émergents présentent des pertes limitées très certainement dues à un départ des individus. Ces substrats étant majoritairement présents sur les zones de marnage, les faibles pertes peuvent s'expliquer par une adaptation des espèces présentes sur les substrats concernés.

La chute de l'abondance des substrats exondés peut s'expliquer par le départ d'une partie des insectes lors de la baisse du niveau des eaux. Ces départs peuvent correspondre à des phénomènes de dérive, de prédation ou de migration verticale et latérale des invertébrés.

II.2.3.2 Composition taxinomique des échouages

La Figure 23 nous montre les densités d'invertébrés par groupes faunistiques selon les substrats. Les taxons qui semblent les plus touchés par les échouages lors des baisses brutales des eaux sont les Ephémères et les Trichoptères. La forte proportion de Trichoptères peut s'expliquer par leur capacité de déplacement limitée et leur prédominance dans le peuplement. Les abondances élevées d'Ephémères dans le peuplement seraient une explication à leur présence en grands nombres dans les échouages.

La Figure 23 montre également une relation entre la qualité habitationnelle du substrat (hiérarchisation selon le protocole RCS) et les abondances observées dans les échouages sur ces substrats.

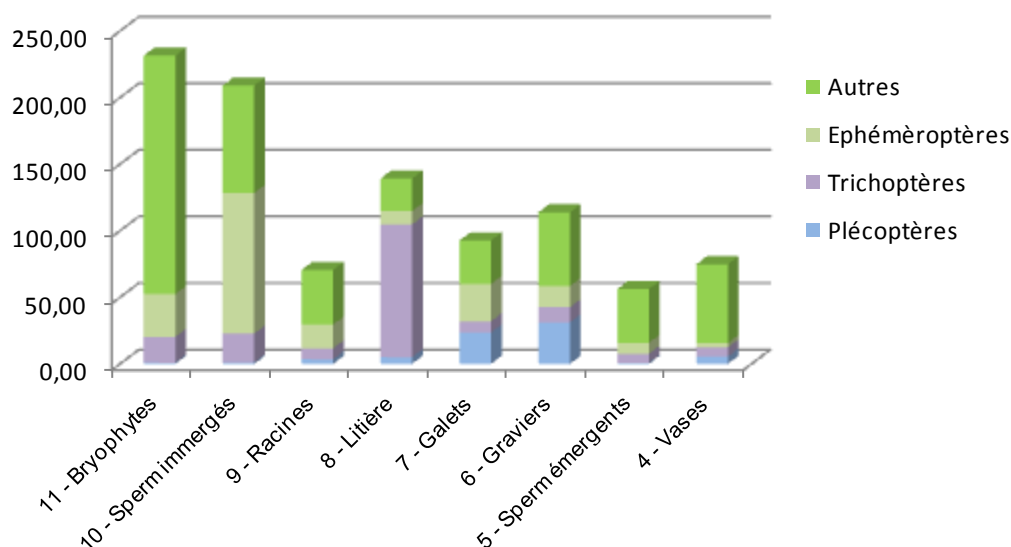


Figure 23. Densités cumulées (individus/m²), selon les substrats exondés, des Ephémères, Plécoptères, Trichoptères et autres taxons

II.2.3.3 Estimation des pertes globales à l'échelle stationnelle

Les précédents résultats ont permis le calcul des abondances totales de macroinvertébrés en fonction des superficies respectives des substrats et de leur inondation effective. Ils sont présentés dans le Tableau 12 ci-dessous.

Les abondances estimées l'ont été à partir des abondances moyennes par substrat issues des MAG16 réalisés. Il en est de même pour les pertes estimées, qui correspondent à l'abondance théoriquement présente sur les zones juste avant leur exondation.

Les pertes observées ont été calculées à partir des abondances moyennes des substrats exondés échantillonnés dans le cadre du suivi des échouages.

		Superficies (m²)	Nombre total d'individus	% échoué	Densité par m²	Densité moyenne pour 1/20 m²
Abondances estimées dans les zones en eau	M1	3 075	14 809 436		4 816	241
	M2 - 2 m³/s	3 811	16 681 968		4 377	219
	M2 - 20 m³/s	4 938	20 702 074		4 192	210
	M2 - 40 m³/s	5 335	22 891 428		4 291	215
Pertes estimées sur les zones exondées	Echouages 40-20 m³/s	397	2 189 354		5 515	276
	Echouages 20-2 m³/s	1524	6 209 460		4 074	204
Pertes observées sur les zones exondées	Echouages 40-20 m³/s	397	638 354	29%	1 608	80
	Echouages 20-2 m³/s	1524	2 892 178	46%	1 898	95

Tableau 12. Abondances estimées des superficies inondées et évaluation des pertes par échouages.

Les paragraphes suivants présentent ainsi les abondances observées sur la station et lors des échouages. Puis une analyse des densités sur les substrats, couplées aux superficies d'exondation, quantifie les pertes sur la station M2.

II.2.3.3.1 Analyse des densités

La Figure 24 reprend les densités par m², présentée dans le Tableau 12, des différentes opérations.

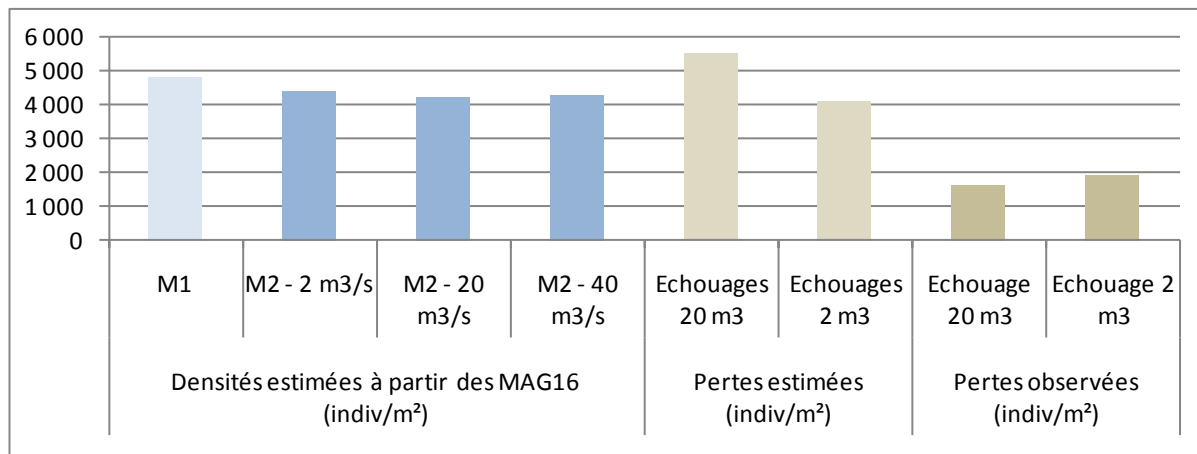


Figure 24. Densités par m² en fonction des différentes stations et de l'inondation des substrats

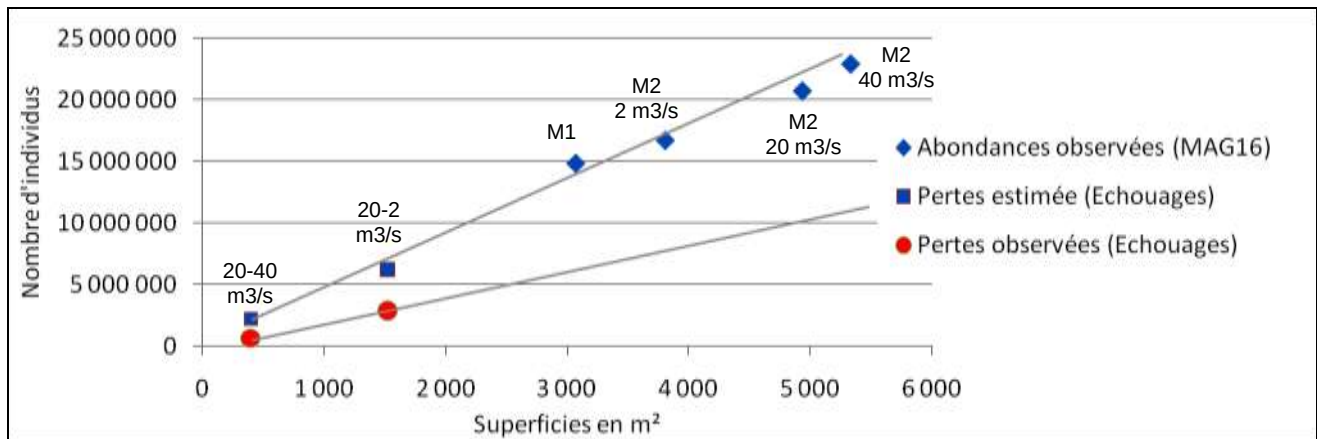
Tout d'abord on note une densité supérieure pour la station M1, très certainement due à la stabilité des conditions mésologiques. Pour la station M2, les variations de densités sont peu significatives et ne montrent pas de variations dans le peuplement.

Pour ce qui est des échouages on note une différence marquée entre les densités estimées et celles observées. Cela traduit donc un départ d'une partie des individus lors de la descente du niveau des eaux.

Les densités observées des échouages présentent précisément l'inverse de ceux estimés : les échouages entre 40 et 20 m³/s semblent moins néfastes qu'entre 20 et 2 m³/s. Cette augmentation des densités échouées avec la diminution du débit peu s'expliquer par l'exondation, avec des débits faibles, d'une partie du chenal actif de la Maronne. Cette partie du lit, en eau depuis plusieurs mois avant les échouages, présente en effet la meilleure colonisation et donc les plus grandes densités.

II.2.3.3.2 Analyse des abondances

La Figure 25 nous présente les abondances globales par station en fonction des superficies des stations. Il est possible de sortir deux grandes tendances de cette figure.



Les abondances estimées à partir des MAG16 (Abondances estimées et pertes estimées) répondent à une relation linéaire avec la superficie de la station ; plus la station est grande, ou la superficie exondée importante, plus les abondances globales vont être élevées.

Les abondances observées lors des échouages répondent au même type de relation linéaire entre l'abondance perdue lors des échouages et les superficies exondées mais dans une moindre proportion. Cela confirme le départ d'une partie des macroinvertébrés avant exondation, probablement par dérive.

Le Tableau 13 nous donne les pertes globales d'abondance lors des échouages vis-à-vis de l'abondance initiale (observée avec les MAG16) à l'échelle stationnelle. Ces valeurs sont en accord avec les observations précédentes et l'on note que les pertes observées sont en deçà des pertes estimées et qu'une partie de la faune présente sur les substrats avant exondation n'est pas piégée par la descente des eaux.

		Nombre total d'individus perdus	Pourcentage d'individus / peuplement initial (MAG)
Pertes observées	Echouages 40-20 m ³ /s	638 354	3%
	Echouages 20-2 m ³ /s	2 892 178	14%
	Echouages 40-2 m ³ /s	3 530 532	15%

Tableau 13. Nombre d'individus perdus et pourcentage de perte par rapport au peuplement initial (échelle stationnelle)

Le Tableau 13 nous montre que les pertes les plus importantes ont lieu pour une variation entre 20 et 2 m³/s, débit qui correspond à l'exondation d'une partie du chenal actif fortement colonisé.

L'Annexe 15 confirme ces observations car on peut y voir que l'ensemble des taxons présents dans les inventaires ne se retrouvent pas dans les échouages. Sur les 91 taxons inventoriés lors des MAG16 seulement 30% sont présent dans les échouages, ce qui ne représente que 29 taxons.

Le nombre d'individus réellement perdus par échouage lors d'une chute du niveau des eaux de 40 à 20 m³/s correspond donc à 3% du peuplement originel, ce qui représente une perte d'environ 640 000 individus. Pour une baisse du débit de 20 à 2 m³/s, le nombre d'individus perdus par échouage correspond à 14% de l'abondance initiale soit près de 3 millions d'insectes pour la station M2. Par extrapolation, la perte peut atteindre 15%, soit 3,5 millions d'individus, pour un passage de 40 à 2 m³/s.



Photo 16. Ephémère (*Heptageniidae*) mise à sec sur un galet



Photo 17. Trichoptères à fourreaux échoués

II.2.3.4 Dérives observées lors d'une baisse brutale de débit

Les dérives dont les résultats sont présentés dans ce chapitre ont été réalisées lors du passage de 20 m³/s à 2 m³/s, dans la nuit du 30 Juin au 01 Juillet 2008. Quatre séries de trois prélèvements ont ainsi été réalisées pour encadrer la chute du débit :

- Une série à 23h30, avant la baisse.
- Deux séries à 00h30 et 01h30, durant la baisse.
- Une série à 02h30 après la baisse

Les trois prélèvements de chaque série correspondent au suivi des trois bras de la station M2 présenté dans la Figure 26 ci-dessous :

- Le bras amont, exondé partiellement ou les dérives ont été suivies au point A.
- Le bras médian, exondé en majorité, où les dérives ont été suivies au point B.
- Le bras aval, très peu pas exondé et correspondant au chenal principal de la Maronne, où les dérives ont été suivies au point C.

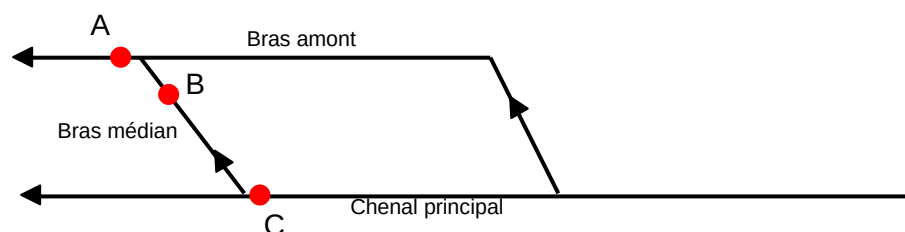


Figure 26. Schéma de localisation des points de suivi des dérives

Tous les prélèvements ont été réalisés durant une période de 15 minutes, dans la masse d'eau, et la comparaison des listes faunistiques de ces dérives vont permettre d'évaluer les départs effectifs de la macrofaune benthique avant exondation des substrats, départs par dérive pressentis dans le chapitre II.2.3.3.

Les abondances présentées dans les figures suivantes ont été pondérées selon les vitesses de courant captées par le filet à dérive, ce dernier ayant une ouverture de 1/20^{ème} de m². Les valeurs présentées correspondent ainsi à des abondances/m³ d'eau filtrée.

Il a été posé trois hypothèses de départ permettant d'analyser les listes faunistiques des séries de dérive :

- Le point de mesure C collecte les dérives du chenal principal.
- Le point de mesure B collecte les dérives du chenal principal et du bras médian.
- Le point de mesure A collecte les dérives des trois bras.

La liste faunistique des dérives avec les abondances de l'ensemble des taxons est présentée en Annexe 16. La Figure 28, la Figure 27 et la Figure 29 présentent de façon synthétique les abondances issues de ces listes faunistiques et font ressortir les dérives apportées par chaque bras, le chenal principal, le bras médian puis le bras amont.

II.2.3.4.1 Dérives observées dans le chenal principal

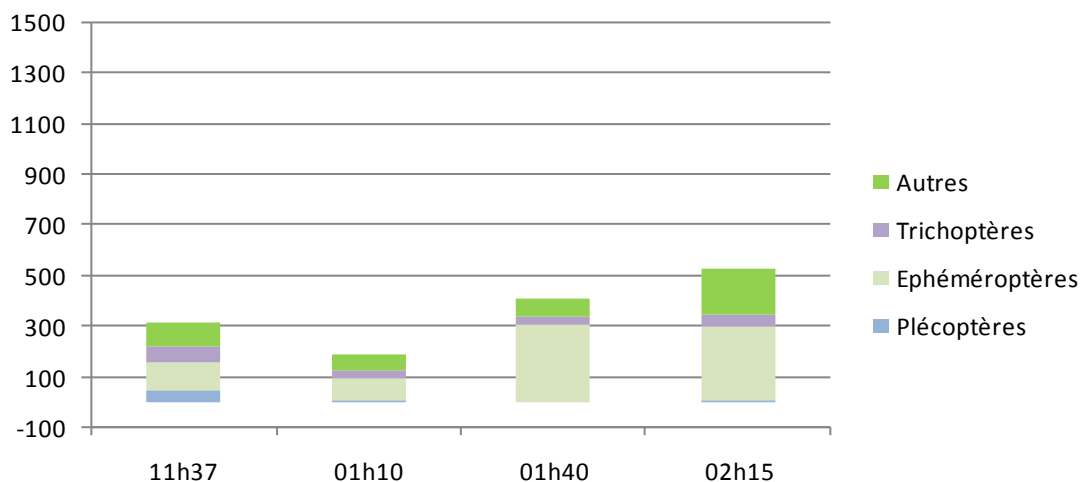


Figure 27. Dérives apportées par le chenal principal

La Figure 27 montre les abondances d'invertébrés dans le chenal principal, collectant l'ensemble des phénomènes de dérives issues de l'amont.

On peut y observer que les dérives semblent s'estomper au début de la baisse du niveau d'eau puis augmenter à nouveau durant et après la baisse du niveau.

II.2.3.4.2 Dérives observées dans le bras médian

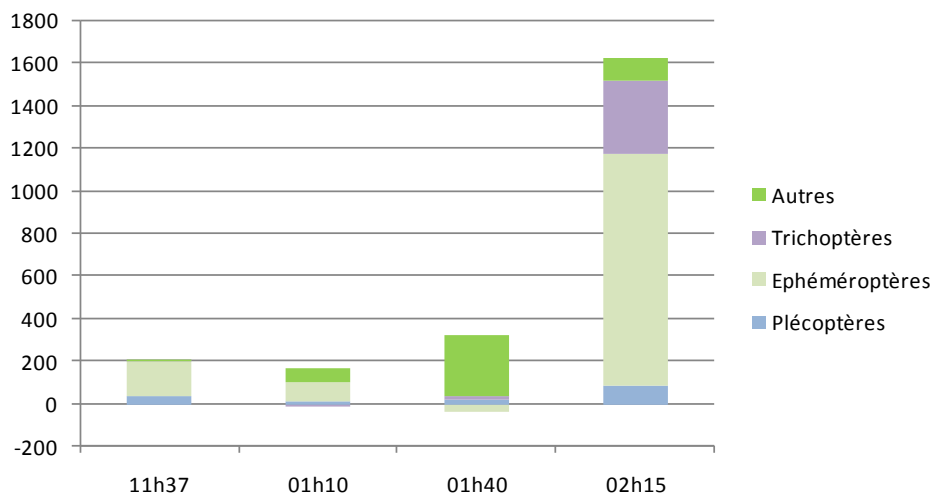


Figure 28. Dérives apportées par le bras médian

La Figure 28 caractérise les apports par dérive du bras médian (point B). Pour cela les abondances obtenues dans le bras principal (point C) ont été soustraites à celles recueillies au point B.

On observe ainsi une dérive forte des invertébrés dans le bras médian à la fin de l'éclusee (02h15). Lors de la chute du niveau, les dérives semblent s'estomper puis augmenter à nouveau en fin de baisse (01h40).

L'augmentation des dérives suite à la baisse de niveau peut s'expliquer par la forte proportion de zones exondées dans le bras médian (50% de la superficie environ), zones où le lessivage des invertébrés est élevé. Ce lessivage peut être amplifié par surconcentration des invertébrés (migration latérale) dans le chenal maintenu en eau.

II.2.3.4.3 Dérives observées dans le bras amont

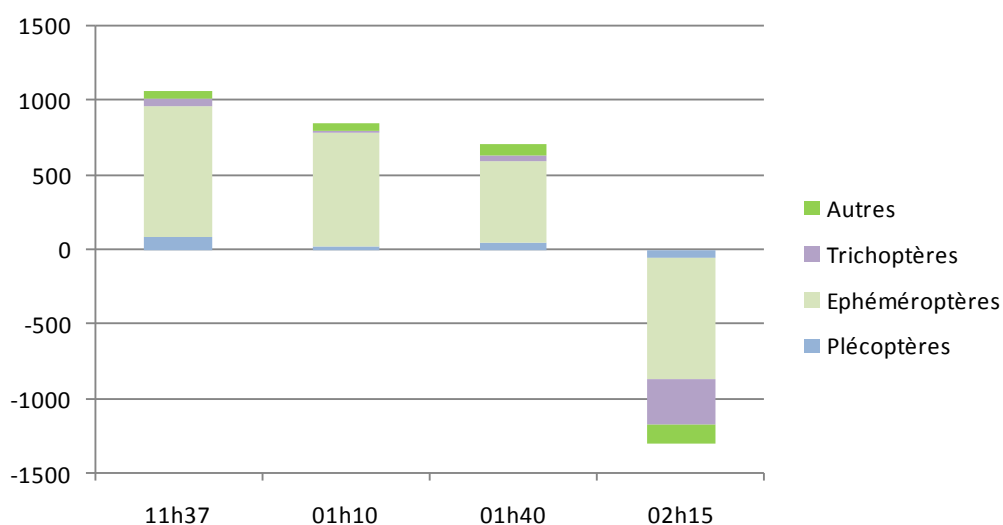


Figure 29. Dérives apportées par le bras amont

La Figure 29 caractérise les apports par dérives du bras amont (point A). Pour cela, les abondances obtenues dans le chenal principal (point C) et médian (point B) ont été soustraites à celles recueillies au point A.

On observe que lors de la période qui précède la variation du niveau d'eau les dérives du bras amont sont importantes et supérieures aux dérives apportées par les deux autres bras ce qui implique des départs importants par dérive.

Lors de la baisse du niveau les pertes par dérives diminuent de façon importante, notamment par diminution du départ d'éphéméroptères. A la fin de l'écluse les apports par dérive deviennent très faibles et les apports du bras amont négligeables par rapport à ceux des autres bras.

Dans l'ensemble, les taxons les plus soumis aux dérives sont les éphéméroptères. Cela peut s'expliquer par leur abondance importante dans le peuplement mais aussi par leur plus forte capacité à se déplacer dans les masses d'eau courantes.

Une étude détaillée des traits biologiques des invertébrés que l'on retrouve dans les dérives permettra d'approfondir ces observations.

II.2.4 Suivi d'une éclusée journalière (15-16 octobre 2008)

Cette éclusée correspond à une éclusée journalière avec comme débits caractéristiques 2 et 17 m³/s (plateau à 17 m³/s durant environ 6 heures). Elle fait suite à une série de 3 éclusées comparables durant les 6 jours précédents.

II.2.4.1 Echantillonnage de type MAG16

Période	M2 - 16 et 17/10/2008		
	Avant	Pendant	Après
REF	EM2av	EM2pdt	EM2ap
Abondance totale	5469	2892	6732
Abondance EPT	3461	1646	4026
% abondance EPT	63.3%	56.9%	59.8%
Diversité totale	77	51	61
Diversité EPT	43	31	38
% diversité EPT	55.8%	60.8%	62.3%
Equitabilité	0.65	0.71	0.59
Dominance	0.11	0.10	0.17
Diversité	4.10	4.01	3.50
Diversité max	6.27	5.67	5.93
Taxons gagnés	3		
Taxons perdus	19		
Taxons identiques	58		

Tableau 14. Indices de description du peuplement de la station M2 avant, pendant et après l'éclusée du 16/17 octobre 2008

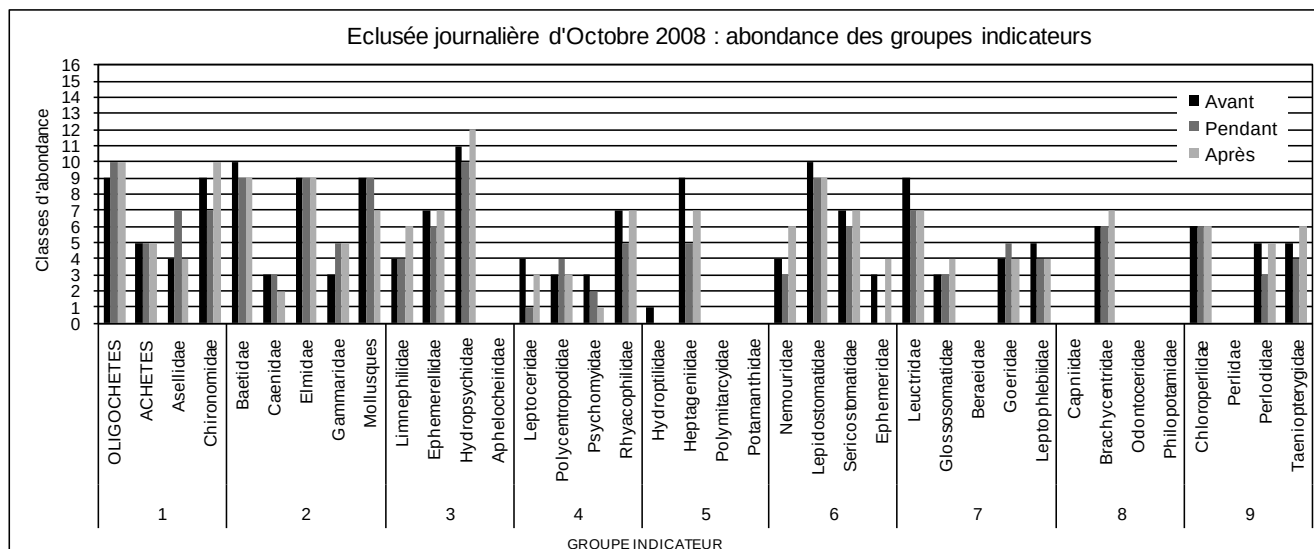


Figure 30. Classes d'abondances des taxons indicateurs

Plusieurs tendances de l'évolution du peuplement peuvent être tirées du Tableau 14 et de la Figure 30.

Tout d'abord le peuplement reste globalement stable en termes de variété, 80% des taxons étant présents dans les trois échantillonnages. Les taxons d'EPT sont également présents dans des proportions semblables et représentent environ 60% de la variété totale.

Les indices de description confirment cette relative stabilité avec une équitabilité globalement proche du seuil de structuration de 0,8 et des diversités peu éloignées de leurs optimums respectifs. La faiblesse de l'indice de dominance confirme ces observations et explique une bonne structuration du peuplement.

Néanmoins deux grandes variations sont observées entre les échantillonnages :

- Une baisse conséquente de l'abondance, dans des proportions identiques pour les EPT, durant l'éclusee (débit élevé stable durant quelques heures).
- Une augmentation de l'abondance globale, là encore similaire pour les EPT, après le retour au débit plancher.

La première variation pourrait être attribuée à une migration latérale ou par dérive des taxons lors de l'augmentation du niveau des eaux. A l'inverse la forte augmentation de l'abondance une fois le débit redescendu peut s'expliquer par une concentration des invertébrés dans le chenal actif.

II.2.4.2 Dérives observées lors d'une éclusée journalière

Les prélèvements de chaque série correspondent au suivi des trois bras de la station M2 présenté dans la Figure 31 ci-dessous :

- Le chenal principal, très peu exondé, où les dérives ont été suivies au point A.
- Le bras médian, exondé en majorité, où les dérives ont été suivies au point B.
- Le bras amont, exondé partiellement où les dérives ont été suivies au point C.

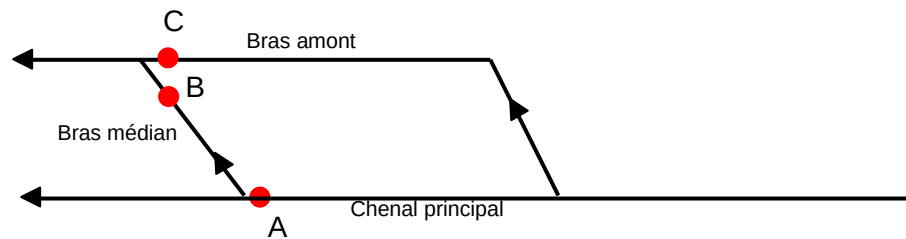


Figure 31. Schéma de localisation des points de suivi des dérives

Tous les prélèvements ont été réalisés durant une période de 15 minutes, dans la masse d'eau, et la comparaison des listes faunistiques de ces dérives vont permettre d'évaluer les départs effectifs de la macrofaune benthique avant exondation des substrats.

Les abondances présentées dans les figures suivantes ont été pondérées selon les vitesses de courant captées par le filet à dérive, ce dernier ayant une ouverture de $1/20^{\text{ème}}$ de m^2 . Les valeurs présentées correspondent ainsi à des abondances/ m^3 d'eau filtrée.

Il a été posé trois hypothèses de départ permettant d'analyser les listes faunistiques des séries de dérive :

- Le point de mesure C collecte les dérives du bras amont.
- Le point de mesure B collecte les dérives du chenal principal et du bras médian.
- Le point de mesure A collecte les dérives des trois bras.

La Figure 32, Figure 33 et Figure 34 présentent de façon synthétique les abondances issues des listes faunistiques et font ressortir les dérives apportées par chaque bras, le chenal principal, le bras médian puis le bras amont.

II.2.4.2.1 Dérives observées dans le chenal principal

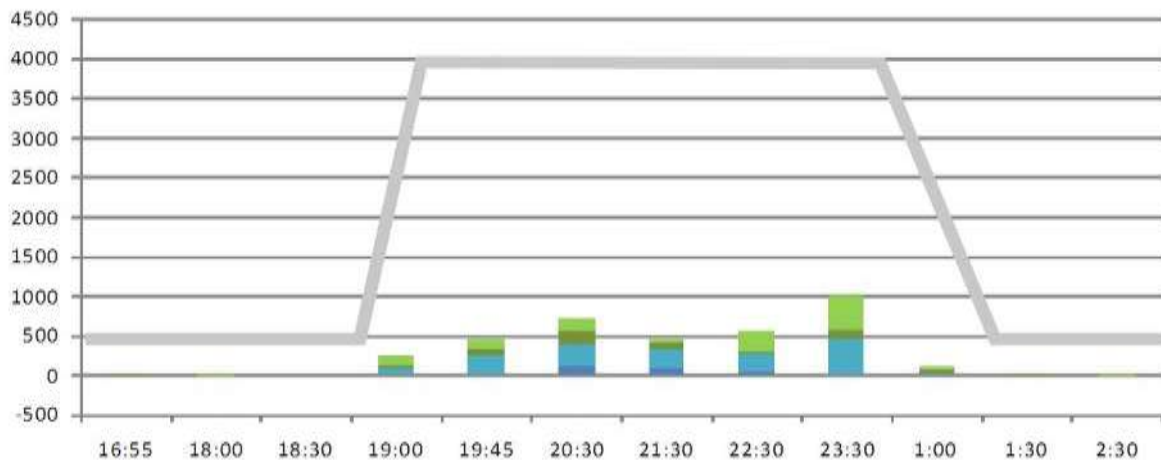


Figure 32. Dérives apportées par le chenal principal

La figure précédente nous montre très clairement une augmentation des phénomènes de dérive lors de l'écluse, les dérivés étant quasiment inexistantes avant et après l'écluse.

II.2.4.2.2 Dérives observées dans le bras médian

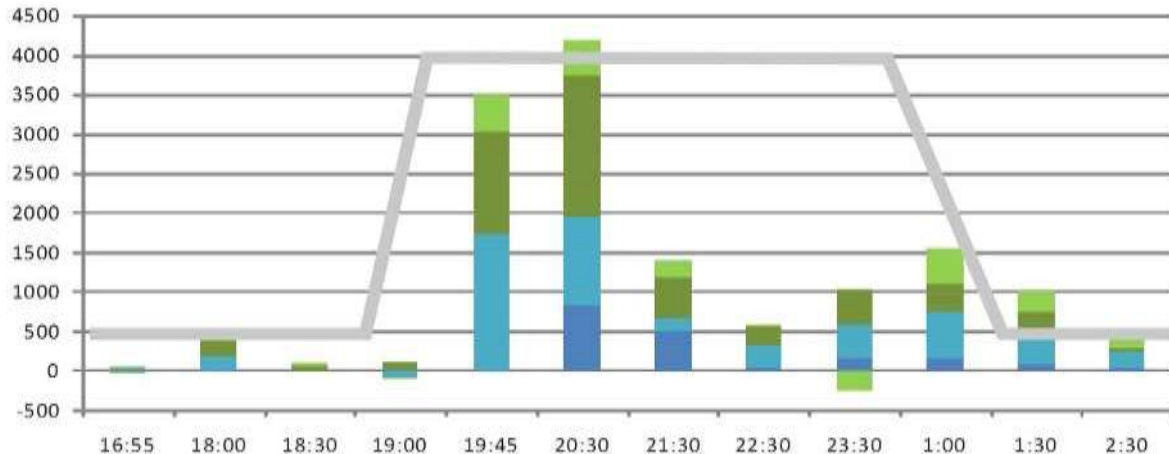


Figure 33. Dérives apportées par le bras médian

Les dérivés observés dans le bras médian, bras exondé sur près de 50% de sa superficie, semblent liés au phénomène d'écluse et s'accroissent fortement avec l'augmentation du débit.

Les dérivés tendent ensuite à s'atténuer de manière quasiment linéaire avec la stabilité du débit élevé puis le retour au débit plancher.

II.2.4.2.3 Dérives observées dans le bras amont

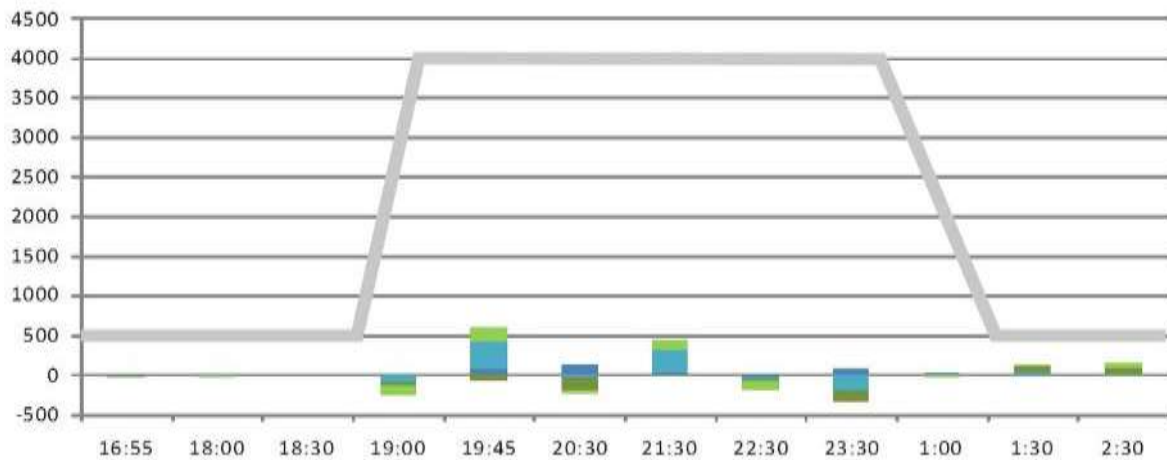


Figure 34. Dérives apportées par le bras amont

Dans le bras amont le phénomène de dérive semble également favorisé par l'écluse. La montée brutale des eaux coïncide ainsi avec le pic de dérivés. Ces dérivés s'estompent avec la stabilisation du débit et lors du retour au débit plancher. La faible proportion de zones d'échouages dans ce bras peut être mise en relation avec l'intensité de dérive inférieure à celles du bras médian.

Globalement les dérivés observés semblent corrélés avec le phénomène d'écluse et trois grandes tendances peuvent être mises en évidence :

- L'augmentation du débit engendre une augmentation conséquente du phénomène de dérive.
- L'intensité des dérivés semble liée à la représentativité des zones d'échouage dans les chenaux (plus les zones d'échouages sont représentées plus les dérivés sont conséquentes).
- Les dérivés retrouvent, après le retour au débit plancher, des intensités comparables à celle observées avant les variations de débit.

II.2.4.3 Echouages observés

Les résultats présentés ci-dessous sont issus de la réalisation de 24 prélèvements sur des substrats fraîchement exondés. Ces zones d'échouages ont été inondées lors de la montée des eaux puis asséchées, quelques heures plus tard, lors du retour au débit plancher. Les invertébrés collectés sur ces zones ont donc été apportés par dérive ou ce sont déplacés sur les substrats jusqu'à ces zones.

Classes de substrats	Plécoptères (indiv/m²)		Trichoptères (indiv/m²)		Ephéméroptères (indiv/m²)		Autres (indiv/m²)		Densités moyennes totales (indiv/m²)		% d'échouages par rapport au MAG
	MAG	ECHOU	MAG	ECHOU	MAG	ECHOU	MAG	ECHOU	MAG	ECHOU	%
11 - Bryophytes	720	0	13 660	45	3 620	5	11 000	325	29 000	375	1.3%
10 - Spermapytes immergés	860	-	6 040	-	3 780	-	5 040	-	15 720	-	-
9 - Eléments organiques grossiers : racines	500	20	1 040	330	120	30	720	13 700	2 380	14 080	591.6%
8 - Eléments organiques grossiers : litière	880	20	5 880	93	400	7	2 240	1 820	9 400	1 940	20.6%
7 - Sédiments minéraux de grande taille	860	0	9 240	187	3 680	27	10 420	1 473	24 200	1 687	7.0%
6 - Granulats grossiers	840	5	300	35	280	0	2 000	1 370	3 420	1 410	41.2%
5 - Spermapytes émergents	80	0	140	40	1 380	27	1 180	753	2 780	820	29.5%
3 - Sables et limons	20	7	260	40	180	0	2 640	2 093	3 100	2 140	69.0%
2 - Surfaces naturelles et artificielles	640	0	10 140	160	3 680	0	4 920	520	19 380	680	3.5%

Tableau 15. Densités moyennes d'individus présents dans les MAG et échoués (individus/m²) selon les taxons et les substrats

	MAG	ECHOU
Plécoptères (indiv/m²)	5400	6
Trichoptères (indiv/m²)	46700	99
Ephéméroptères (indiv/m²)	17120	11
Autres (indiv/m²)	40160	2235
Densités moyennes totales (indiv/m²)	109380	2351

Tableau 16. Densités d'invertébrés observées lors du suivi de l'écluse

Les tableaux précédents montrent très clairement que les densités observées sur les zones d'échouages sont très en deçà des densités observées dans les zones en eau pour le débit plancher. Globalement les densités d'invertébrés échoués correspondent ainsi à 2,1% des densités observées sur les zones en eaux.

Plus précisément, l'ensemble des groupes taxinomiques sont touchés, sans distinction et dans des proportions comparables.

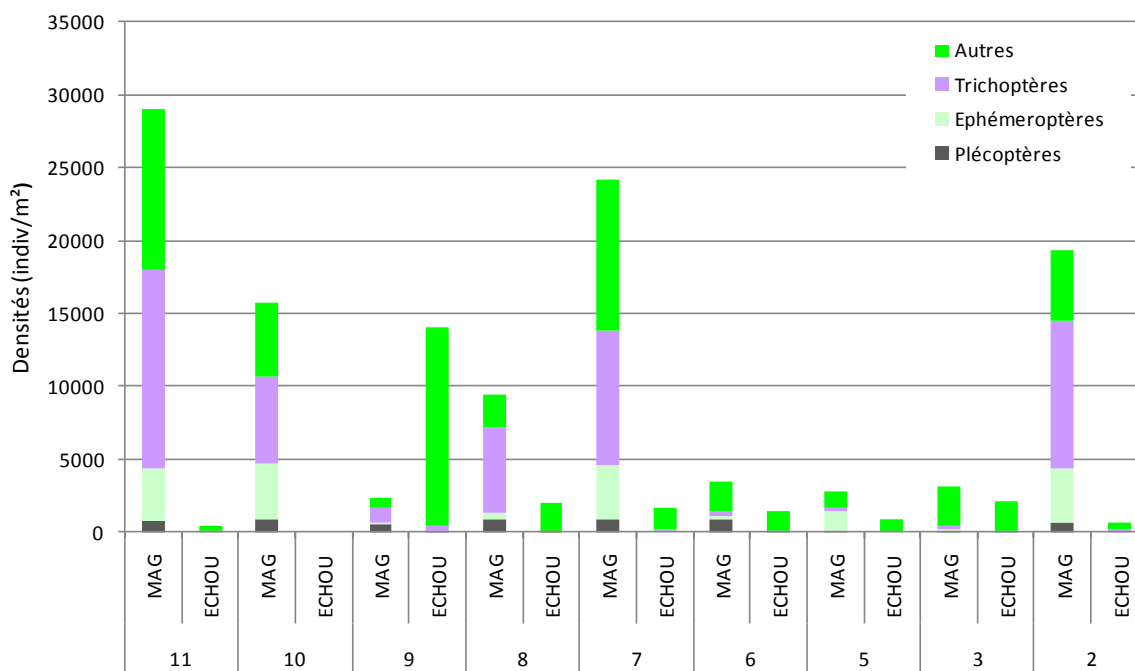


Figure 42. Densités d'invertébrés (individus/m²) présents sur les substrats avant et lors de la baisse (échouages)

D'une manière générale les densités observées dans les échouages sont inférieures aux densités observées dans les MAG avant l'écluse. Cela confirme la capacité des taxons à quitter les zones d'assecs par leurs propres moyens ou par dérive.

A l'inverse les éléments organiques grossiers de type « racines » semblent favoriser l'échouage des invertébrés, les densités d'échouages étant 6 fois supérieures aux densités observées sur les zones habituellement en eau. Cela peut s'expliquer par la notion d'« habitat refuge » des racines pour les invertébrés se déplaçant lors de l'écluse.

Les substrats favorisant les échouages sont ainsi les substrats organiques et végétaux et les éléments minéraux fins caractéristiques des zones marginales.

II.2.4.4 Piégeages observés

	Caisse 1	Caisse 2
Variété	8	9
Variété EPT	3	4
Abondance totale	132	115
Abondance EPT	3	10
% EPT	2.3%	8.7%
% Plécoptères	4.5%	4.5%
% Trichoptères	3.0%	3.0%
% Ephéméroptères	1.5%	1.5%
Abondance Chironomidae	1	1
% Chironomidae	0.8%	0.9%
Abondance Oligochètes	119	101
% Oligochètes	90.2%	87.8%

Tableau 17. Indices de description du peuplement piégé

Les caisses substrats mises en place avant le phénomène d'éclusee permettent de définir la proportion d'invertébrés apportés par dérive et de déceler d'éventuels mouvements hyporéiques.

Les caisses substrat étant fermées par le fond elles permettent en effet de déterminer les seules espèces étant apportées par dérive et non pas par exemple par remontée dans le sédiment.

Sur le tableau ci-dessus on remarque que pour les deux caisses substrats analysées, l'essentiel des invertébrés piégés sont des oligochètes (environ 90%) alors que les autres taxons ne représentent qu'un très faible nombre d'individus (en général moins de 10%)

	MAG	ECHOU	DERIVES	PIEGEAGES
% Plécoptères	4.9%	0.2%	11.8%	4.5%
% Trichoptères	42.7%	4.2%	40.2%	3.0%
% Ephéméroptères	15.7%	0.5%	26.4%	1.5%
% Chironomidae	8.7%	3.3%	6.2%	0.8%
% Oligochètes	5.6%	85.8%	2.1%	83.0%
% Autres	22.4%	6.0%	13.4%	7.2%

Tableau 18. Répartition des principaux ordres d'invertébrés

Une comparaison des données biologiques observées lors de prélèvements dans le milieu naturel (MAG) lors des dérives sur les secteurs d'échouage et dans les piégeages lors du suivi d'une éclusée journalière permet de faire les constatations suivantes :

- les MAG et les dérives présentent un fonctionnement comparable, avec des proportions d'invertébrés globalement proches et une structure de peuplement bien diversifiée.
- Les échouages et les piégeages présentent aussi une composition faunistique voisine mais qui apparaît très hétérogène avec notamment une grande abondance d'Oligochètes qui représentent dans les deux cas près de 85% des invertébrés recensés.

On peut donc dire de ces analyses que si le peuplement observé en dérive est similaire à celui observé sur le site, la composition faunistique des peuplements échoués est très différente puisqu'il semblerait qu'une très grande partie des Plécoptères, Ephéméroptères, Trichoptères, et Chironomidae présents dans les dérives réussissent à regagner le milieu après l'effet de chasse provoqué par l'éclusee. Les seuls taxons qui sont effectivement et significativement impactés par les éclusées restent les oligochètes qui bien que peut présents dans les dérives (en % du nombre total d'individus) représentent plus de 90% des individus échoués.

Il est à noter qu'il n'est pas possible avec ce type d'analyse de calculer le taux d'échouage des Oligochètes par rapport au nombre total en dérive. Par contre on peut affirmer à partir de cette étude que ce groupe faunistique semble le plus impacté par les mouvements d'eau liés aux éclusées. Toutefois les individus échoués ont peut être un taux de survie assez important puisque les oligochètes sont parfaitement capables de s'enfouir dans les sédiments et certainement de résister à un assèchement temporaire...

Pour les autres espèces il semble que peu restent peu sur les milieux après une brusque variation du niveau d'eau. Cela pourrait s'expliquer par de meilleures capacités natatoires que les oligochètes qui leur permettraient de regagner le lit principal de la rivière lors de la baisse des eaux.

II.3 Conclusion

La qualité globale du peuplement est bonne avec encore présence de nombreux taxons des groupes indicateurs pollués sensibles. On observe un léger déséquilibre du peuplement sur la station amont peut être sous l'influence trophique négative de l'ouvrage mais on constate un rééquilibrage et une meilleure structuration du peuplement sur la station aval.

Le peuplement est conforme à la typologie sur la station immédiatement en aval de l'ouvrage mais on observe une légère dérive typologique pour la station des bras de l'Hospital.

Les éclusées printanières qui correspondent à une forte baisse du niveau des eaux après une longue période d'inondation ont un impact fort sur la Maronne puisque une forte quantité d'invertébrés est piégée sur les marges latérales.

La densité d'individus échoués est estimée à 2 027 ind / m² (tous substrats confondus). Dans ces échouages on trouve un nombre assez important d'oligochètes (de 30 à 86% alors que la densité d'oligochètes en milieu de chenal n'est que d'environ 10%). Les autres taxons les plus mobiles dans les dérives (Ephéméroptères...) sont relativement peu piégés lors de ces événements de courte durée mais de forte intensité.

La perte maximum observée (après une inondation prolongée) sur la station de l'Hospital est estimée à 3.5 millions d'invertébrés et concerne tous les groupes faunistiques. Toutefois la perte observée est inférieure aux pertes estimées (8.4 millions d'invertébrés) ce qui implique des déplacements (latéraux et/ou verticaux) d'une partie de la faune.

On note sur la station toujours en eau une densité d'individus avant/après éclusée relativement constante, les différences observées pouvant être liées aux variations liées à l'échantillonnage. Cela indiquerait que même avec 16 prélèvements notre échantillonnage n'est pas encore stabilisé. Malgré ces pertes conséquentes, les résultats obtenus ne montrent pas un appauvrissement du chenal correspondant au débit plancher par des départs par dérive qui semblent compensés par des apports amont et/ou la productivité naturelle de l'hydrosystème.

Lors d'éclusées courtes mais répétitives on observe moins de piégeage d'invertébrés sur les marges (essentiellement des oligochètes). Ces pertes répétitives peuvent néanmoins concourir à un appauvrissement progressif du peuplement macrobenthique de la Maronne.

Tous les groupes taxonomiques sont concernés par les dérives mais on y retrouve une dominance d'Ephéméroptères et de Trichoptères. Sur la station de l'Hospital, on observe peu de dérive dans le chenal principal et dans le bras amont mais de fortes dérives dans le bras médian. Les pics de dérive semblent relativement bien corrélés avec les débuts de chaque éclusée.

Les essais sur des caisses substrat ne permettent pas de démontrer sur la Maronne une migration verticale des invertébrés lors d'une éclusée de courte durée, ce qui tendrait à prouver comme l'indique la bibliographie, que le milieu hyporhéique est fort peu utilisé par la faune macrobenthique lors de ces épisodes de stress hydrique. Une comparaison entre caisse substrat et substratum naturel permet de dire que sur la Maronne les oligochètes observés sont issus des dérives et ne remontent pas du sédiment.

III. RÉSULTATS OBSERVÉS SUR LA DORDOGNE

III.1 Inventaires

Cette partie décrit le peuplement macrobenthique de la Dordogne et la relation qu'il peut y avoir avec le milieu. Après avoir présenté les interventions réalisées, les résultats sont présentés en deux grands chapitres. Un premier présentant le peuplement macrobenthique de la Dordogne au travers des stations d'échantillonnage et une seconde décrivant les habitats de ces stations.

III.1.1 Interventions réalisées

La Figure 35 présente les campagnes d'inventaires réalisées sur la Dordogne.



Figure 35. Interventions réalisées sur la Dordogne en fonction de l'hydrologie

Trois campagnes d'inventaires ont été réalisées (↓) :

- Une le 02 juillet 2008, réalisée à un débit de 120 m³/s.
- Une le 18 août 2008, à un débit de 40 m³/s.
- Une le 07 avril 2009, à un débit de 60 m³/s.

Une campagne complémentaire a été réalisée en août 2010 sur les cinq stations de la Dordogne.



Photo 18. La Dordogne ; aval de la station D1 le 02/07/2008



Photo 19. La Dordogne ; amont de la station D2 le 03/07/2008



Photo 20. La Dordogne ; station D3 le 03/07/2008 Bras principal de la Dordogne



Photo 21. La Dordogne ; station D3 le 03/07/2008 Bras secondaire en rive droite



Photo 22. La Dordogne ; amont de la station D4 le 02/07/2008 Bras secondaire en rive droite



Photo 23. La Dordogne ; aval de la station D4 le 02/07/2008 - Bras principal

III.1.2 Typologie de la Dordogne

III.1.2.1 Typologie théorique

La distribution longitudinale de la macrofaune est fonction des facteurs définissant la typologie du cours d'eau en un point donné.

Les niveaux typologiques calculés pour ces sites espacés d'environ trente kilomètres permettront d'expliquer les variations du peuplement observé le long de la zone d'étude, peuplement défini selon un gradient biologique naturel.

Le peuplement théorique actuel et estimé avant ouvrage est établi à partir de la méthodologie de Verneaux et Leynaud (1974), faisant intervenir plusieurs paramètres du cours d'eau :

- la température moyenne du mois le plus chaud (°C) d'après le relevé de nos thermoboutons pour le calcul de la typologie actuelle et avec une majoration de 4°C pour le calcul de la typologie estimée avant mise en place des barrages (ECOGEA, 2007)
- la distance à la source (km) (d'après nos calculs).
- La dureté totale (somme Ca et Mg des valeurs moyennes analysées sur la station d'Argentat)
- la largeur moyenne du cours d'eau à l'étiage (m) (données EPIDOR et nos propres mesures),
- la pente au niveau du secteur considéré (‰) (Données EPIDOR),

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous. Ce tableau montre que la typologie actuelle est inférieure à celle estimée avant la mise en place des ouvrages du fait de la diminution de la température des eaux prises d'eau dans les parties basses des plan d'eau). La typologie actuelle sur l'ensemble du secteur d'étude va de 3.85 à 5.25 (B4-B5) alors qu'avant la mise en place des ouvrages elle devait être comprise entre 4.84 et 6.24 (B5-B6) soit un décalage approximatif de 1 biocenotype.

	Typologie actuelle					Typologie estimée avant ouvrages				
	D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5
T (30 jours)	15,4	16,9	18	19,8	21,8	19,4	20,9	22	23,8	25,8
Distance source (Km)	142	154	166	177	180	142	154	166	177	180
Dureté totale (mg/l)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Sect mouillée étiage (m ²)	24	30	40	45	45	24	30	40	45	45
Pente (‰)	1,5	1,5	0,95	1	2	1,5	1,5	0,95	1	2
Largeur lit étiage (m)	50	50	80	90	80	50	50	80	90	80
T1 =	4,13	4,955	5,56	6,55	7,65	6,33	7,155	7,76	8,75	9,85
T2 =	4,01	4,10	4,19	4,26	4,28	4,01	4,10	4,19	4,26	4,28
T3 =	3,14	3,53	3,19	2,89	2,09	3,14	3,53	3,19	2,89	2,09
Niveau typologique T	3,85	4,34	4,56	4,95	5,25	4,84	5,33	5,55	5,94	6,24

Tableau 19. Calcul de la typologie théorique (d'après la formule de Verneaux) sur les cinq stations de la Dordogne.

III.1.2.2 Analyse biotypologique des peuplements macrobenthiques

La liste taxinomique (détermination au genre) a permis d'évaluer la **typologie observée** sur le cours d'eau en projetant ces données en variables supplémentaires dans l'espace typologique de Verneaux (Verneaux, 1973). Cette analyse permet de confronter typologie théorique et observée pour déterminer le cas échéant des dérives typologiques qui pourrait être attribuées à différentes perturbations. La Figure 36 ci-après présente ces résultats.

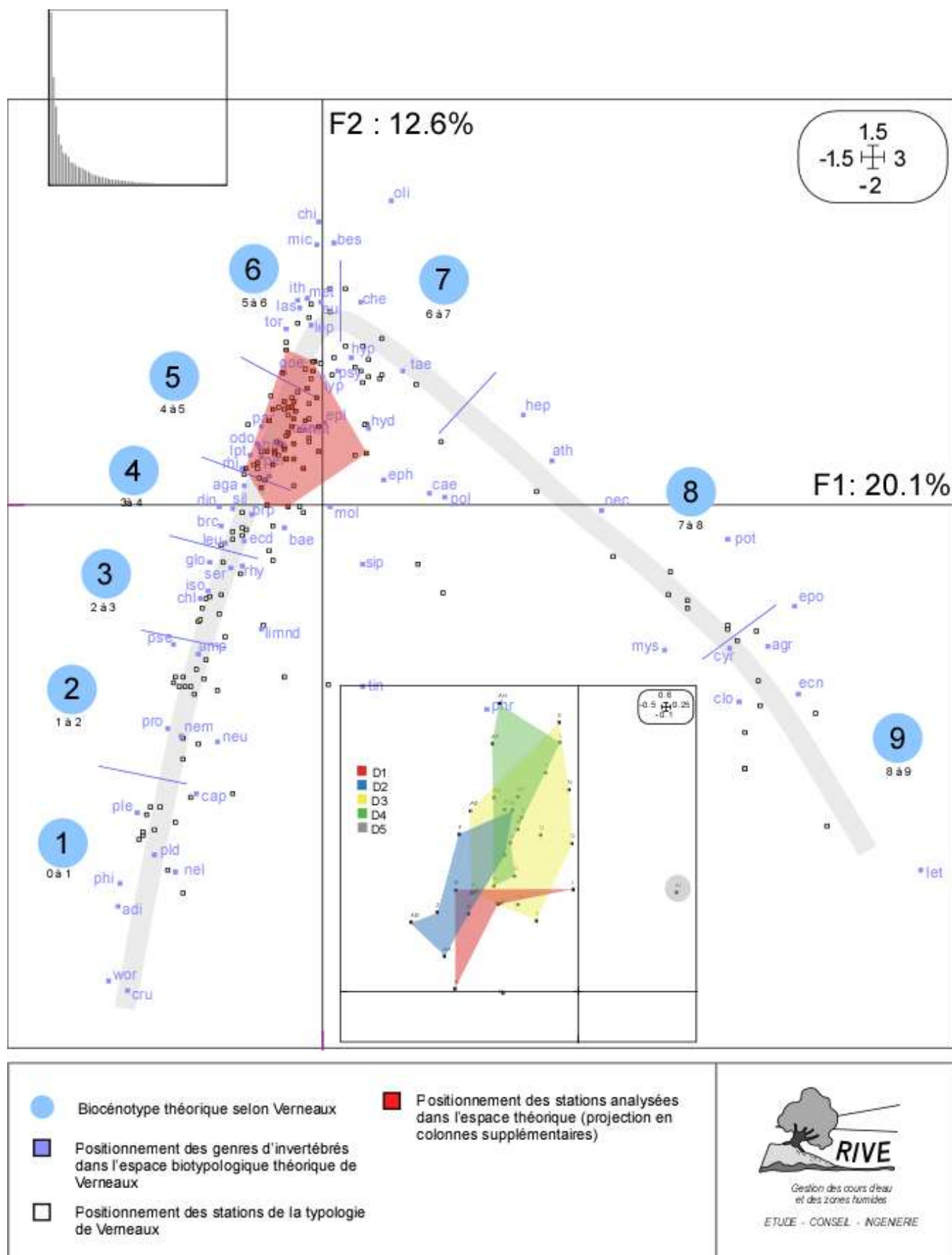


Figure 36. Projection en variables supplémentaires du peuplement macrobenthique des stations D1 à D4 à différentes périodes sur la Dordogne dans la structure typologique établie pour le bassin versant du Doubs par Verneaux (Verneaux 1973).

Sur ce graphique on a projeté en colonnes supplémentaires sur la matrice typologique obtenue par Verneaux (1973) l'ensemble des analyses réalisées sur la Dordogne au cours des différentes campagnes.

Pour des raisons de lisibilité les stations ont été regroupées avec un code couleur et l'organisation générale des points stationnels a été grossie et présentée dans un encadré particulier.

Il ressort de cette analyse que la typologie des stations analysées sur la Dordogne entre Argentat et le Pont de Môle va du B3-B4 pour la station D1 au B5-B6 pour la station D4. La station D5 qui n'a fait l'objet que d'une analyse complète se situe à l'écart des autres stations '(B7 dégradé avec rapprochement du centre des axes qui signifierait une prépondérance de taxons euryèces).

Cette typologie observée est conforme au niveau typologique théorique telle qu'elle a été calculée à partir des données de température et des données mésologiques enregistrées sur chacune des cinq stations (ce qui valide d'ailleurs l'utilisation de la biotypologie de Verneaux dans d'autres contextes que celui de la Franche Conté). On note toutefois des variabilités inter annuelles pour les différentes stations analysées qui sont liées à la prépondérance à certaines périodes de taxons particuliers (influence des variations mésologiques et des cycles biologiques..

Notons toutefois que cette typologie « théorique » ne fait référence qu'au milieu dans l'état actuel, c'est-à-dire sous l'influence des ouvrages hydrauliques situés en amont.

La typologie actuelle des cours d'eau **est inférieure à la typologie du cours d'eau avant mise en place des ouvrages** ce qui confirme les observations faites par ECOGEA sur les peuplements piscicoles.

Cela explique la présence très marqué de taxons fortement liés au rhithron (épi, méso et méta rhithron) alors que sur ce secteur les taxons que l'on devrait trouver devraient être plutôt caractéristiques d'un hypo rhithron/épi-potamon.

Compte tenu des fortes modifications des habitats du fait de la présence et de l'influence des ouvrage sur la Dordogne amont , il est vraisemblable que le secteur situé entre Argentat et Beaulieu sur Dordogne fait office en ce moment de réservoir biologique en concentrant sur une petite partie du cours d'eau :

- des taxons plutôt amont mais qui ne trouvent plus sur leur secteur d'origine des conditions mésologiques favorables (température, habitat...)
- des taxons normalement positionnés plus en aval qui peuvent trouver sur ce secteur des meilleures conditions de vie (eaux plus fraîches avec dystrophies moins marquée.

III.1.3 Qualité habitationnelle des stations

Cette analyse a pour but de définir le lien qui pourrait exister entre le peuplement macrobenthique et la qualité du milieu. Il s'agira donc dans un premier temps de définir la qualité des substrats échantillonnés lors des MAG16 réalisés. Puis d'évaluer en fonction des résultats obtenus la qualité globale des stations.

III.1.3.1 Qualité des substrats

Les qualités biologiques de chaque couple substrat / vitesse rencontré ont été déterminées à partir des 344 échantillons prélevés sur la Dordogne. Cette opération a été effectuée selon la moyenne de la diversité, de l'abondance, de la richesse et de l'équitabilité des échantillons ; les moyennes étant calculées pour les échantillons de même couple substrat / vitesse.

Le Tableau 20 présente les résultats obtenus pour l'évaluation de la qualité biologique des couples substrat / vitesse. Les couples substrat / vitesse y sont hiérarchisés, **pour chaque indice**, du plus favorable au moins favorable.

L'ensemble des couples substrat / vitesse présents sur les stations n'ayant pas été échantillonnés, certaines valeurs ont été estimées. Cette estimation a été réalisée en prenant, pour un substrat commun, la classe de vitesse la plus proche. Les valeurs estimées sont présentées en italique dans le Tableau 20.

La Figure 37 présente les classes de substrat et de vitesse et la symbologie utilisée dans le Tableau 20.

Classes de substrats	Classes de vitesses
11 - Bryophytes	1 - < 5 cm/s
10 - Spermaphytes immergés	2 - > 150 cm/s
9 - Eléments organiques grossiers : racines	3 - 5/25 cm/s
8 - Eléments organiques grossiers : litière	4 - 75/150 cm/s
7 - Sédiments minéraux de grande taille	5 - 25/75 cm/s
6 - Granulats grossiers	
5 - Spermaphytes émergents	
4 - Sédiments fins organiques	
3 - Sables et limons	
2 - Surfaces naturelles et artificielles	
1 - Algues	

Figure 37. Présentation des classes de substrat et de vitesse et de leur représentation

Tableau 20. Qualité biologique des couples substrat / vitesse selon les indices de description du peuplement.

Substrat	Vitesse	Abondance	Substrat	Vitesse	Richesse
10	4	3916,33	2	1	20,00
1	1	667,00	2	3	20,00
11	5	660,41	7	2	18,50
10	3	654,00	10	1	16,50
9	3	635,00	7	4	15,79
9	5	548,82	9	1	15,43
11	3	459,67	2	5	15,40
10	5	447,44	11	5	15,29
8	1	347,33	9	3	15,20
2	5	322,80	11	3	15,00
2	2	319,00	7	5	14,78
8	3	295,56	6	4	14,63
8	4	295,56	6	5	14,63
8	5	295,56	8	1	14,60
5	3	266,71	10	3	14,33
5	4	266,71	10	4	14,33
5	5	266,71	9	4	14,00
9	1	252,86	6	3	14,00
7	4	249,05	2	2	14,00
10	1	228,00	7	3	13,84
2	1	228,00	8	3	13,44
2	3	228,00	8	4	13,44
7	5	223,08	8	5	13,44
5	1	207,90	6	1	13,38
6	1	206,38	10	5	13,06
9	4	202,00	11	1	13,00
6	4	200,68	5	1	12,10
6	5	200,68	9	5	12,09
11	4	192,20	1	1	12,00
7	3	183,47	5	3	11,86
2	4	179,91	5	4	11,86
7	2	161,00	5	5	11,86
11	1	158,00	2	4	11,82
1	3	148,5	11	4	11,80
3	1	147,55	3	1	10,25
3	3	129,00	7	1	10,20
6	3	124,00	1	3	9,5
7	1	119,20	4	1	8,50
4	1	64,50	4	3	8,50
4	3	64,50	4	4	8,50
4	4	64,50	4	5	8,50
4	5	64,50	3	3	8,38
3	4	21,00	3	4	8,00
3	5	21,00	3	5	8,00

↳ Analyse de l'abondance

Le Tableau 20 nous permet de dire qu'en général les substrats organiques présentent les meilleures abondances pour l'ensemble des classes de vitesse. La valeur maximum (nettement supérieur aux autres) correspond aux spermaphytes immergés en classe de vitesse 75-150 cm/s.

Pour ce qui est des substrats minéraux, les blocs et les galets semblent assez favorables pour les vitesses les plus élevées. D'une manière générale, les classes de vitesse moyenne et élevées semblent les plus favorables.

↳ Richesse

Pour ce qui est de la richesse taxinomique, la nature des substrats (minéraux ou organiques) semble moins discriminante. A l'inverse les vitesses supérieures à 25 cm/s semblent plus favorables pour la macrofaune. Cette prédominance peut s'expliquer par la présence d'un peuplement rhéophiles, adapté aux écoulements rapides qui correspondent à leur préférendum.

III.1.3.2 Calcul d'un score station

Pour comparer les stations dans les différents contextes mésologiques nous avons calculé un score d'habitabilité des stations en se basant sur deux variables principales : l'abondance et la diversité taxinomique.

Pour calculer le score par station, l'abondance et la richesse relative de chaque couple substrat vitesse ont été sommées puis pondérées en fonction des superficies recensées par type de couple S/V.

Les valeurs obtenues sont représentées de façon relative pour chaque station (indice de la station divisé par l'indice maximum présent sur l'ensemble des stations).

$$Score_{S/V_i} = \sum_n^i [Abondance_{relative_{S/V_i}} + Diversité_{relative_{S/V_i}}]$$

$$Score_{Station} = \sum_n^i [Score_{S/V_i} \times \%recouvrement_{S/V_i}]$$

Variables	D1		D2		D3		D4	
	Débits faibles	Débits élevés	Débits faibles	Débits élevés	Débits faibles	Débits élevés	Débits faibles	Débits élevés
Score station	96.6	98.1	97.5	100.0	95.1	98.5	94.2	94.4
Nombre de couples S/V	22	26	17	27	25	30	30	31
Superficie des zones en eaux	2679.8	2841.9	1935.6	2506.6	4893.2	5202.4	4973.4	6382.9
Superficie des zones d'échouages	162.1		570.9		309.2		1409.5	
Pourcentage des zones d'échouages	5.7%		22.8%		5.9%		22.1%	
Pourcentage de zones lotiques	88.8%	86.9%	69.3%	90.7%	79.4%	96.8%	65.8%	87.6%

Tableau 21. Qualité habitationnelle des stations de la Dordogne

Aux vues des résultats présentés dans le tableau précédent on note que la qualité mésologique des stations suivies sur la Dordogne est globalement bonne et que ces dernières présentent des qualités d'habitats comparables.

Une diminution de la qualité habitationnelle pour les débits faibles est observée sur l'ensemble des stations. Cette baisse de qualité du milieu est nettement marquée sur les stations D2 et D3.

Cette baisse de qualité peut-être mise en parallèle avec l'importance des zones d'échouage et la diminution globale des vitesses d'écoulement.

III.1.4 Analyse du peuplement

III.1.4.1 Analyse diachronique

III.1.4.1.1 Station D1

Le potentiel en habitat de cette station est correct. La superficie totale des zones en eaux est équivalente à celle de la station suivante mais deux fois moins élevée que sur les stations D3 et D4. La superficie totale des zones d'échouage est relativement faible (162 m²) ce qui ne représente qu'environ 6% de la station échantillonnée. Les faciès d'écoulement rhéophiles sont très largement dominants sur cette station en haute eaux (87%) ou au débit plancher (89%)

Station	D1		
Période	avr-09	juil-08	août-08
REF	I3D1	IS1D1	I2D1
Abondance totale	2611	3731	3321
Abondance EPT	774	2650	1315
% abondance EPT	29.64%	71.03%	39.60%
Variété totale	35	40	51
Variété EPT	23	25	31
% variété EPT	65.71%	62.50%	60.78%
Equitabilité	0.59	0.58	0.65
Dominance	0.19	0.19	0.11
Diversité	3.01	3.08	3.70
Diversité max	5.13	5.32	5.67

Tableau 22. Indices de description du peuplement de la station D1 à différentes périodes

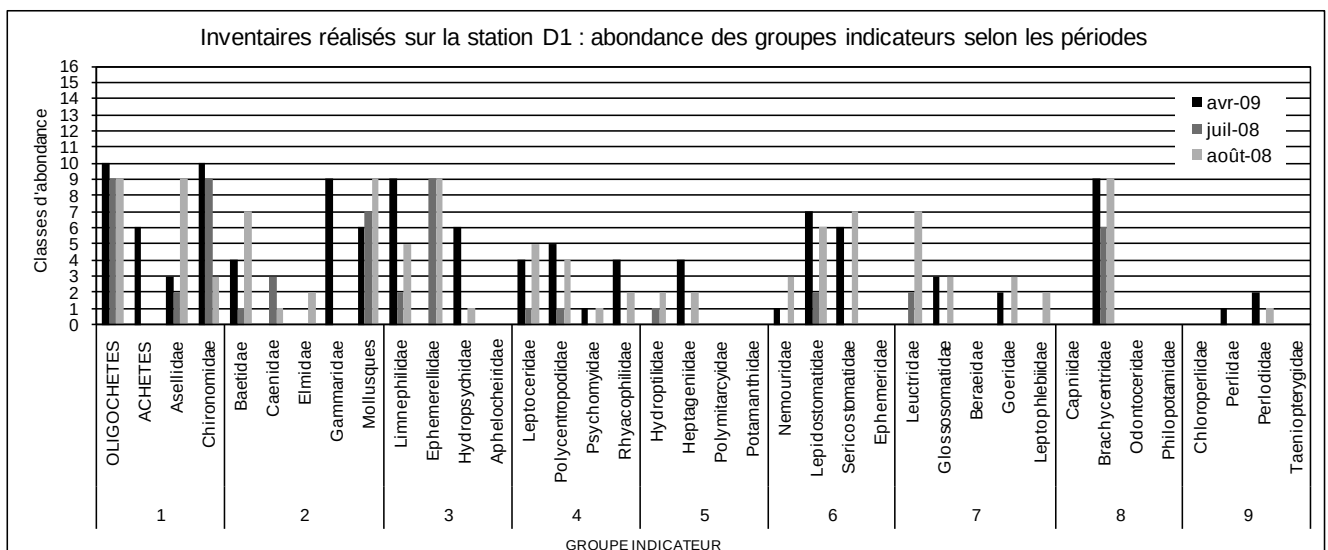


Figure 38. Classes d'abondance des groupes indicateurs des inventaires sur la station D1

La station D1 présente un potentiel faunistique relativement bon avec présence notamment de taxons des groupes indicateurs élevés en période printanière. La variété totale en Epheméroptères,

Plécoptères et Trichoptères est forte (de 61 à 66%) avec un maximum en avril, ce qui correspond à environ 30 à 70 % de l'abondance globale avec un maximum en juillet.

Les abondances normales ainsi que les valeurs d'équitabilité relativement fortes (environ 0.6) et les dominances faible (<0.2) indiquent un peuplement bien équilibré au cours du temps qui apparait d'autant mieux équilibré que l'on avance en saison. Les taxons de groupes indicateurs les plus élevés (taxons polluo-sensibles) présentent néanmoins des abondances inférieurs aux taxons polluo-résistants, ce qui traduit très certainement une pollution légère mais sensible des eaux (organique ou toxiques).

Ces résultats sont en accord avec la bibliographie qui tend à démontrer que dans les secteurs soumis à des éclusées, le milieu qui n'est pas soumis à exondation n'est pas profondément remis en cause par la variabilité des débits lorsque le régime hydraulique n'est pas trop destructurant (débit plancher suffisant et soutenu). Sur cette station le système est globalement stable malgré une variabilité mésologique importante. L'inertie du système, permet aux communautés, pour l'essentiel rhéophiles, de rester dans un système fluctuant sans trop s'éloigner de l'équilibre et l'hydrosystème semble présenter une bonne résistance. Celle-ci s'explique en partie par la forte stabilité du milieu physique en partie due à ces phénomènes d'éclusées, (pavage, stabilisation accrue du substrat...).

III.1.4.1.2 Station D2

Cette station présente une capacité habitationnelle assez comparable à celle de la station D1. C'est toutefois sur cette station à débit élevé que le score habitat qui a été calculé était le meilleur. Toutefois cette station présente lors du débit plancher d'importantes surfaces d'exondation qui représente environ 23% de la surface totale de la station échantillonnée. Si en période de hautes eaux les faciès d'écoulement que l'on peut y observer sont essentiellement rhéophiles (91% de la surface totale de la station) lors du débit plancher ils ne représentent plus que 70% de la surface totale.

Station	D2		
Période	avr-09	juil-08	août-08
REF	I3D2	IS1D2	I2D2
Abondance totale	3209	1564	2623
Abondance EPT	945	1036	1384
% abondance EPT	29.45%	66.24%	52.76%
Variété totale	59	49	50
Variété EPT	35	29	27
% variété EPT	59.32%	59.18%	54.00%
Equitabilité	0.57	0.63	0.69
Dominance	0.18	0.14	0.11
Diversité	3.36	3.54	3.91
Diversité max	5.88	5.61	5.64

Tableau 23. Indices de description du peuplement de la station D2 à différentes périodes

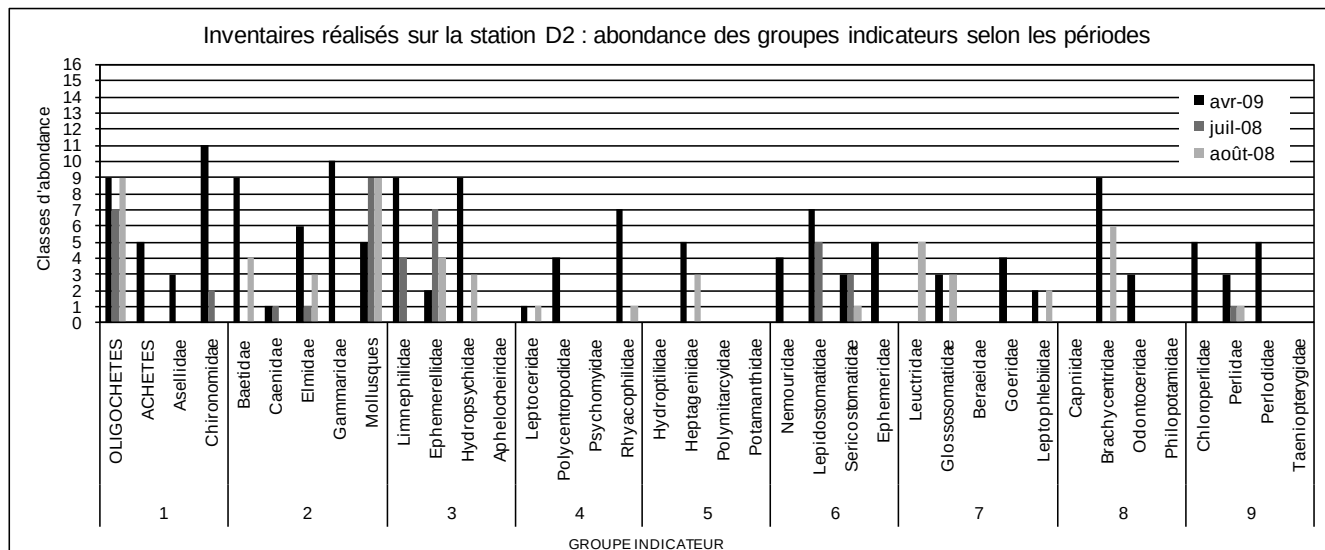


Figure 39. Classes d'abondance des groupes indicateurs des inventaires sur la station D2

La station D2 présente un peuplement bien diversifié avec comme sur la Station D1 présence de taxons polluo-sensibles notamment en période printanière. Les Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères représentent environ 50% de la variété totale sur la station avec un maximum en avril et de 30 à 66% en nombre d'individus avec comme sur la station 1 un maximum en juillet.

Les indices d'abondance sont normaux et équivalent à ce qui pouvait être observé sur la station D1. Les valeurs de diversité, d'équitabilité et de dominance montre comme sur la station D1 un peuplement proche de l'équilibre et dont la stabilité à tendance à croître au fur et à mesure de l'avancée dans la saison.

On note néanmoins une baisse légère mais sensible de la variété et plus précisément de celle des groupes indicateurs les plus élevés (taxons à tendance polluo-sensible) en entre avril et juillet. Cette baisse pourrait être liée à une dégradation (organique et/ou toxique) de la qualité des eaux de la Dordogne durant la période estivale.

III.1.4.1.3 Station D3

Cette station présente une capacité habitationnelle légèrement inférieure à celle qui pouvait être observée sur les stations D1 et D2. Toutefois les superficies toujours en eau sont environ deux fois plus importantes que sur les deux stations précédentes. Les secteurs exondés sont peu importants puisqu'ils ne représentent que 6% de la surface totale de la station. Toutefois, compte tenu de la surface totale de la station, la surface exondée est environ deux fois plus importante que sur la station 1 mais par contre deux fois moins importante que sur la station 2.

Les secteurs lotiques sont très dominants à débit élevé (97%) ainsi qu'au débit plancher (80%).

Station	D3		
Période	avr-09	juil-08	août-08
REF	I3D3	IS1D3	I2D3
Abondance totale	3847	6908	10790
Abondance EPT	667	3204	3858
% abondance EPT	17.34%	46.38%	35.76%
Variété totale	45	52	53
Variété EPT	30	32	28
% variété EPT	66.67%	61.54%	52.83%
Equitabilité	0.51	0.50	0.48
Dominance	0.26	0.22	0.25
Diversité	2.78	2.86	2.75
Diversité max	5.49	5.70	5.73

Tableau 24. Indices de description du peuplement de la station D3 à différentes périodes

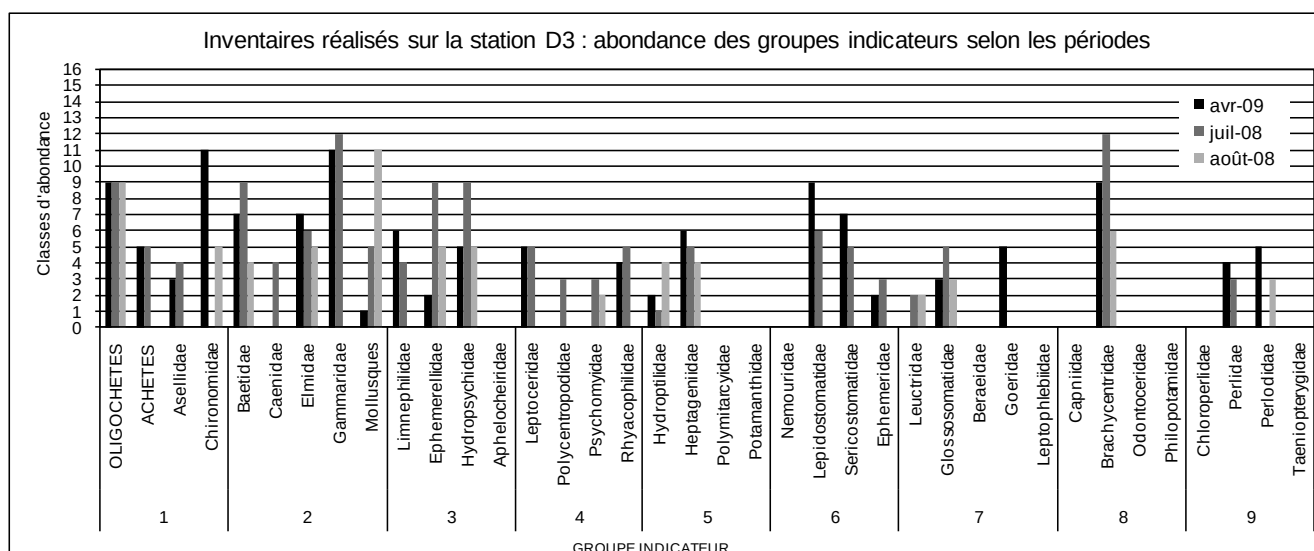


Figure 40. Classes d'abondance des groupes indicateurs des inventaires sur la station D3

La station D3 présente un peuplement bien diversifié avec comme sur les stations D1 et D2 présence de taxons polluo-sensibles notamment en période printanière. Si la variété en Epheméroptères, Plécoptères et Trichoptères reste élevée (53-67%) avec un maximum en avril,

l'abondance de ces taxons est par contre beaucoup plus faible que ce que l'on pouvait observer sur les stations D1 et D2 (de 17 à 46%) avec là aussi un maximum en juillet.

Ceci prouverait une perturbation que l'on peut supposer d'ordre trophique si l'on regarde, et notamment au mois d'août, la forte abondance totale et l'augmentation de l'indice de dominance ainsi que la baisse sensible des indices de diversité et d'équitabilité.

III.1.4.1.4 Station D4

Station	D3		
Période	avr-09	juil-08	août-08
REF	I3D4	IS1D4	I2D4
Abondance totale	6472	14279	14053
Abondance EPT	952	2437	3907
% abondance EPT	14.71%	17.07%	27.80%
Variété totale	55	50	62
Variété EPT	30	28	33
% variété EPT	54.55%	56.00%	53.23%
Equitabilité	0.45	0.28	0.47
Dominance	0.28	0.57	0.23
Diversité	2.61	1.58	2.79
Diversité max	5.78	5.64	5.95

Tableau 25. Indices de description du peuplement de la station D4 à différentes périodes

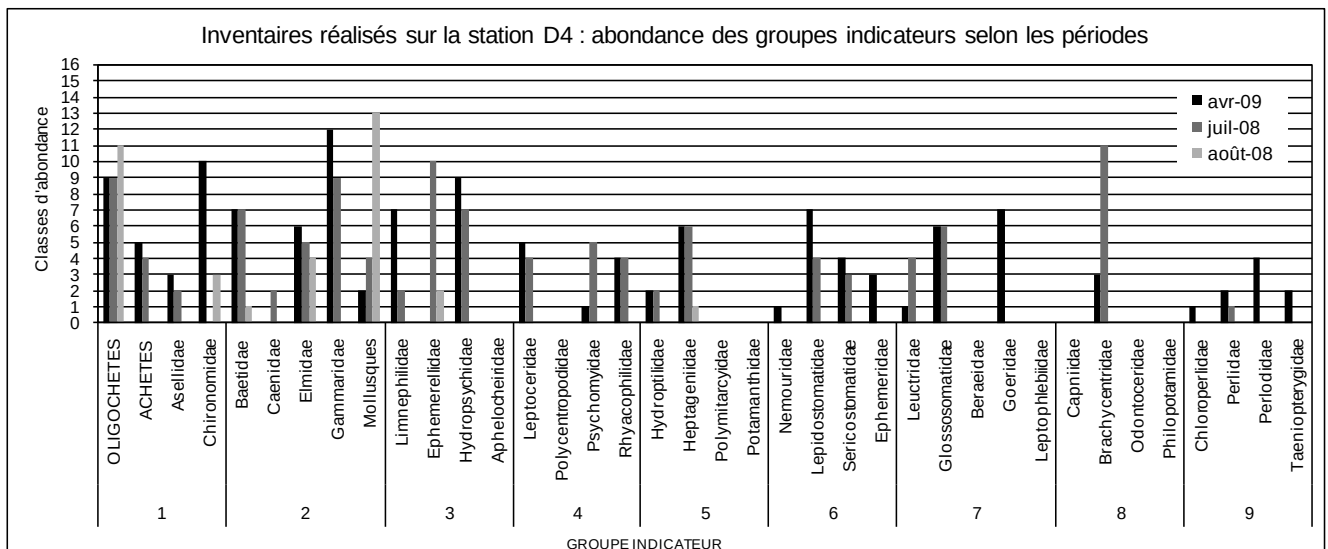


Figure 41. Classes d'abondance des groupes indicateurs des inventaires sur la station D4

Comme sur les autres stations les espèces les plus polluo-sensibles sont présentes mais essentiellement au mois d'avril et juillet mais par contre absentes au mois d'août. On note d'ailleurs sur cette station l'apparition de taxons comme les Taeniopterygidae qui montre l'évolution typologique amont aval sur ce cours d'eau.

La variété d'Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères (EPT) varie entre 53 et 56 % ce qui est plus faible que sur les stations amont (maximum en juillet sur cette station mais en avril pour les trois autres) alors que l'abondance de ces mêmes taxons diminue fortement par rapport à la précédente station : de 15 à 28% avec un maximum en aout.

Ces éléments avec les très fortes abondances globales enregistrées en juillet et en aout confirment une dystrophie marquée sur cette station. Cela explique les très fortes dominances observées (de 0.28 à 0.57) ainsi que les faibles valeurs de diversité et d'équitabilité sur cette station.

Cette station présente une capacité habitationnelle inférieure à celle des autres stations analysées. Les superficies toujours en eau sont environ deux fois plus importantes que sur les stations 1 et 2 et même en hautes eaux que sur la station 3. Toutefois les secteurs exondés au débit plancher représentent environ 22% de la superficie totale de la station.

Bien qu'en général plus faible que sur les autres stations, le % de secteurs lotiques reste important en hautes eaux (88%) ou en basses eaux (66%).

III.1.4.2 Analyse synchronique

III.1.4.2.1 Inventaires printaniers (Avril 2009)

Période	Inventaires printaniers - Avril 2009			
Station	D1	D2	D3	D4
REF	I3D1	I3D2	I3D3	I3D4
Abondance totale	2611	3209	3847	6472
Abondance EPT	774	945	667	952
abondance EPT %	29.64%	29.45%	17.34%	14.71%
Variété totale	35	59	45	55
Variété EPT	23	35	30	30
variété EPT %	65.71%	59.32%	66.67%	54.55%
Equitabilité	0.59	0.57	0.51	0.45
Dominance	0.19	0.18	0.26	0.28
Diversité	3.01	3.36	2.78	2.61
Diversité max	5.13	5.88	5.49	5.78

Tableau 26. Indices de description du peuplement printanier de la Dordogne

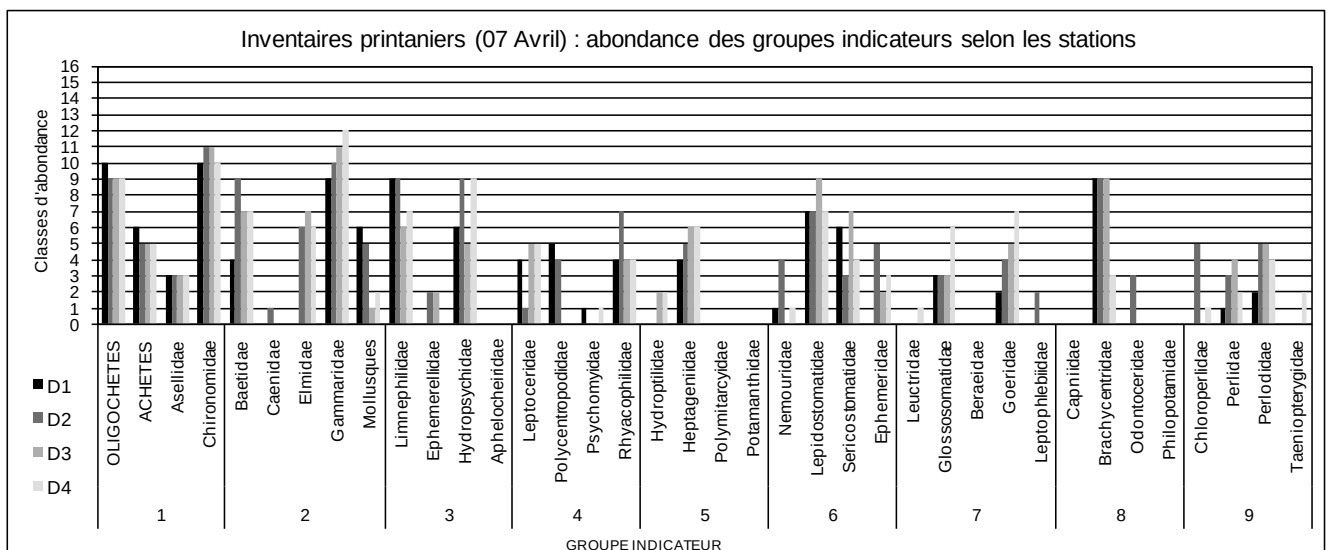


Figure 42. Classes d'abondance des groupes indicateurs des inventaires printaniers sur les stations de la Dordogne

L'analyse des résultats obtenus au fil de la Dordogne montre, comme pour l'analyse diachronique, un peuplement d'une relativement bonne qualité grâce à la présence, sur l'ensemble des stations de groupes indicateurs élevés et d'une variété d'EPT élevée (55-65%).

L'apparition des Taeniopterygidae (groupe indicateur 9) sur la station D4 montre clairement l'évolution typologique amont aval sur ce cours d'eau.

Les indices d'Equitabilité et de Diversité diminuent le long du gradient amont-aval, traduisant une déstructuration du peuplement. L'augmentation de l'indice d'abondance signifie que cette déstructuration semble d'origine trophique et s'accroît vers l'aval, principalement sur les stations D3 puis D4.

III.1.4.2.2 Inventaires estivaux (Juillet 2008)

Période	Inventaires estivaux - Juillet 2008			
Station	D1	D2	D3	D4
REF	IS1D1	IS1D2	IS1D3	IS1D4
Abondance totale	3731	1564	6908	14279
Abondance EPT	2650	1036	3204	2437
% abondance EPT	71.03%	66.24%	46.38%	17.07%
Variété totale	40	49	52	50
Variété EPT	25	29	32	28
% variété EPT	62.50%	59.18%	61.54%	56.00%
Equitabilité	0.58	0.63	0.50	0.28
Dominance	0.19	0.14	0.22	0.57
Diversité	3.08	3.54	2.86	1.58
Diversité max	5.32	5.61	5.70	5.64

Tableau 27. Indices de description du peuplement estival de la Dordogne

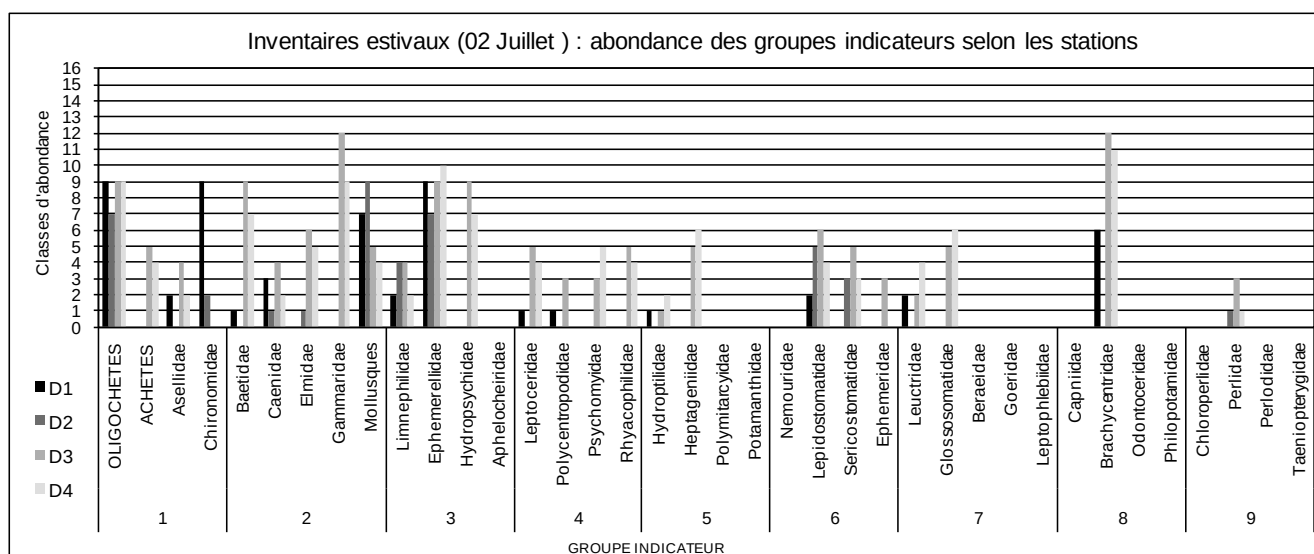


Figure 43. Classes d'abondance des groupes indicateurs des inventaires estivaux sur les stations de la Dordogne

Les inventaires réalisés en juillet sur l'ensemble de la Dordogne montrent une dégradation globale de la structure du peuplement. En effet bien que la variété totale et EPT se maintienne, les taxons les plus polluo-sensibles (groupes indicateurs supérieurs à 4) sont en nette diminution.

Cette déstructuration du peuplement est confirmée par les indices de description qui chutent globalement et de manière conséquente sur la station D4.

La encore une perturbation d'ordre trophique, s'accroissant à l'aval de la zone d'étude, est clairement mise en évidence par les abondances observées sur les stations D3 et D4 et les indices d'abondance qui augmentent sensiblement sur ces stations.

III.1.4.2.3 Inventaires estivaux (Août 2008)

Période	Inventaires estivaux - Août 2008			
Station	D1	D2	D3	D4
REF	I2D1	I2D2	I2D3	I2D4
Abondance totale	3321	2623	10790	14053
Abondance EPT	1315	1384	3858	3907
% abondance EPT	39.60%	52.76%	35.76%	27.80%
Variété totale	51	50	53	62
Variété EPT	31	27	28	33
% variété EPT	60.78%	54.00%	52.83%	53.23%
Equitabilité	0.65	0.69	0.48	0.47
Dominance	0.11	0.11	0.25	0.23
Diversité	3.70	3.91	2.75	2.79
Diversité max	5.67	5.64	5.73	5.95

Tableau 28. Indices de description du peuplement estival de la Dordogne

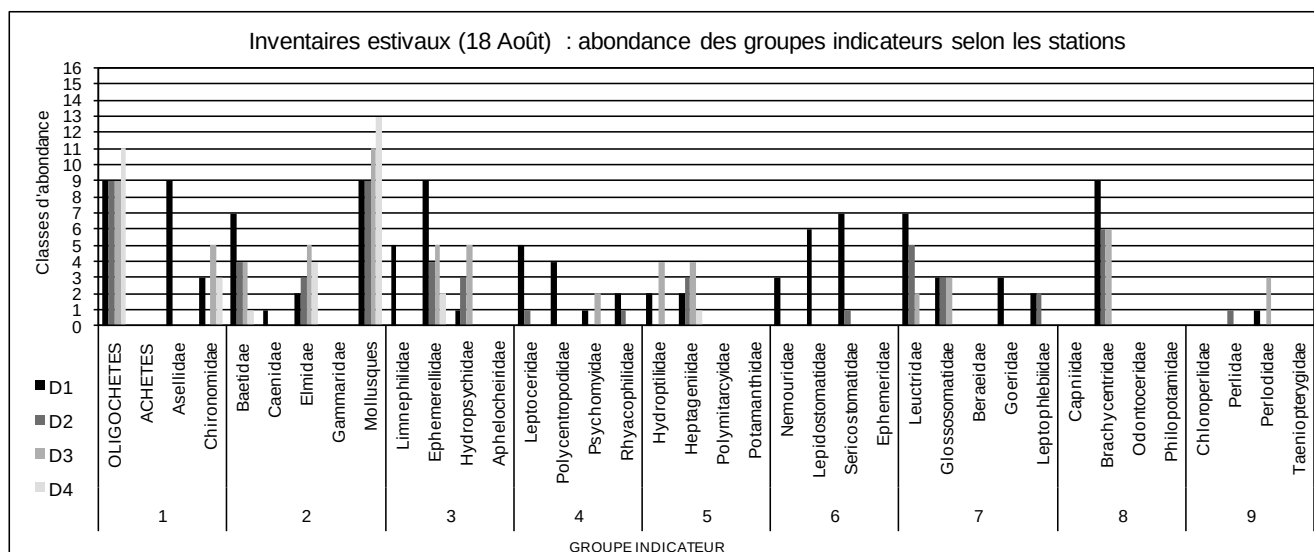


Figure 44. Classes d'abondance des groupes indicateurs des inventaires estivaux sur les stations de la Dordogne

Ces résultats présentent un peuplement en perte de qualité vis-à-vis des inventaires précédents. Globalement la variété se maintient mais les nombres d'individus des groupes indicateurs forts diminuent nettement pour atteindre en moyenne 40% de l'abondance totale.

Ces groupes indicateurs sont ainsi moins représentés, comme le montre la Figure 44, traduisant un déséquilibre du peuplement du à une dégradation des eaux. Les abondances et indices d'abondance élevés observés pour les stations D3 et D4 traduisent une perturbation trophique importante des eaux de la Dordogne, cause principale de la déstructuration du peuplement macrobenthique.

La perturbation trophique de la Dordogne, mise en évidence lors des inventaires printaniers et surtout estivaux, est confirmée par les résultats obtenus en août.

III.1.4.2.4 Inventaires estivaux (Août 2010)

Un inventaire estival a été réalisé en Août 2010 sur les cinq stations de la Dordogne. Cet inventaire avait pour objet de caractériser les peuplements estivaux qui avaient ou aurait pu être concernés par une éclusée estivale.

Les stations D1 et D5 qui ne présentaient pas une structure d'habitat complexe n'ont été prélevés qu'avec huit échantillons.

Les stations D2, D3, D4 ont été prélevé avec la technique du MAG16 en différenciant toutefois pour ces trois stations les secteurs de bras pour les huit premiers prélèvements des secteurs du lit vif pour les huit derniers prélèvements.

Les analyses faunistiques de cette série sont présentées dans les annexes du présent document.

Période	août-10	août-10	août-10	août-10	août-10
Station	D1 (8pvts)	D2	D3	D4	D5 (8 pvts)
Abondance totale	5643	7451	23592	23583	6235
Abondance EPT	3560	2980	2866	6421	1015
% abondance EPT	63,09%	39,99%	12,15%	27,23%	16,28%
Variété totale	38	66	61	64	42
Variété EPT	19	35	36	36	20
% variété EPT	50,00%	53,00%	59,02%	56,25%	47,62%
Equitabilité	0,41	0,51	0,41	0,42	0,39
Dominance	0,24	0,14	0,31	0,24	0,34
Diversité	2,00	2,80	2,2	2,3	1,9
Diversité max	4,95	5,49	5,29	5,39	5,04

Tableau 29. Indices de description du peuplement estival de la Dordogne en 2010

On note sur ces relevés une très forte abondance sur les différentes stations avec notamment sur les stations D3 et D4 plus de 23 000 individus pour 16 prélèvements de 1/20 de m2. Ces fortes abondances expliquent les fortes dominances notamment sur les station D3 et D5 qui traduisent un déséquilibre trophique net du peuplement.

Si le pourcentage de variété Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères reste globalement stable de l'amont vers l'aval (environ 50 % des taxons inventoriés) le % d'abondance Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères reflète une situation bien différente. En effet, on note une très forte diminution du % d'Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères de l'amont vers l'aval et notamment sur les stations D3 et D5.

Les inventaires sur les stations D2, D3, et D4 ayant été réalisés à la fois sur les bras latéraux et dans le lit principal du cours d'eau, il nous a semblé important de différencier dans l'analyse ces différents milieux entre eux pour mieux comprendre le fonctionnement trophique de cet écosystème.

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous :

On note ainsi

- Pas de différence significative de fonctionnement entre bras et lit principal sur la station D2 avec des indicateurs de fonctionnement trophique normaux qui montrent un fonctionnement peu perturbé (abondance équivalente entre les deux milieux)
- une différence très nette entre les peuplements observés dans les bras et ceux observés dans le lit principal de la Dordogne sur les stations D3 et D4. On note de plus, sur le lit principal, de plus faibles diversités et équitabilités avec de fortes

dominances **qui traduisent un impact trophique très important**. Cet impact trophique explique les fortes abondances observées dans le lit principal par rapport à l'abondance observée dans les bras. Si la variété taxonomique en Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères reste équivalente entre bras et lit, on note une forte diminution (en %) du nombre d'Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères dans le lit principal de ces mêmes stations

REF	D2_2010	D2_2010_bras	D2_2010_lit	D3_2010	D3_2010_Bras	D3_2010_lit	D4_2010	D4_2010_bras	D4_2010_lit
Abondance totale	7451	3769	3682	23592	6838	16754	23583	1401	22182
% abondance EPT	39,99%	35,79%	44,30%	12,15%	20,46%	8,76%	27,23%	58,96%	25,22%
Variété totale	66	46	55	61	39	56	64	40	53
Variété EPT	35	23	30	36	25	33	36	23	30
% variété EPT	53,03%	50,00%	54,55%	59,02%	64,10%	58,93%	56,25%	57,50%	56,60%
Equitabilité	0,51	0,54	0,51	0,41	0,46	0,30	0,42	0,54	0,42
Dominance	0,14	0,14	0,17	0,31	0,27	0,53	0,24	0,12	0,26
Diversité	2,80	2,70	2,70	2,20	2,20	1,50	2,3	2,60	2,20
Diversité max	5,49	5,04	5,17	5,29	4,70	5,21	5,39	4,70	5,21

Ces résultats nous montrent sans ambiguïté que si les peuplements macrobenthiques de la Dordogne présentent encore un potentiel biologique conforme à la typologie théorique avec encore une bonne représentation de taxons polluosensibles, la situation des stations situées en aval de la station du temple est très problématique avec un déséquilibre trophique très important qui pourrait être de nature à dégrader fortement les peuplements.

Des analyses particulières devraient être menées pour déterminer la sources de ces apports trophiques dont les conséquences à court et moyen termes risquent d'être bien plus importantes que l'impact des variations d'eau liées aux éclusées.

Une analyse des rejets depuis Argentat s'avérerait nécessaire. (l'impact des barrages est aussi envisageable car il se pourrait que la charge trophique présente dans les eaux en aval des ouvrages ait un impact faible entre Argentat et la station Le Temple du fait de la faible température des eaux en aval des barrages)

III.1.5 Conclusion

On peut donc dire de l'analyse de ces stations qu'elles présentent toutes une qualité biologique correcte. Cette qualité biologique en aval des ouvrages peut s'expliquer en partie par le caractère très rhéophile des stations qui permet le maintien des taxons les plus polluo-sensibles et qui permet certainement aussi de limiter les effets des perturbations lors du fonctionnement par éclusée (bonne résistance du peuplement et grande élasticité qui permet le maintien d'un peuplement caractéristique des secteurs lotiques). Toutefois les analyses 2010 montrent une dystrophie très marquée des stations situées en aval de la station D2 qui pourrait être de nature à perturber à court et moyen terme de façon assez importante les peuplements en place.

On note aussi que les relevés sont pauvres en faune préférant les secteurs lentiques ainsi qu'en espèces endobenthiques que l'on retrouve de préférence sur des supports mobiles et dans des substrats meubles qui sont rares à l'échelle stationnelle. Cette homogénéisation des habitats avec prépondérance des substrats courant sur un substratum constitué d'un pavage uniforme a été certainement aggravée par la mise en place des ouvrages et le fonctionnement par éclusée qui en résulte.

Si la qualité est plutôt bonne sur les stations 1 et 2 en amont, les stations 3, 4 et 5 se démarquent par une dystrophie marquée qui reste à expliquer.

III.2 Suivi des éclusées

Les résultats obtenus dans le cadre du suivi des éclusées vont être présentés et analysés dans cette partie.

III.2.1 Interventions réalisées

La gestion des ouvrages hydroélectriques dépend directement des conditions hydrologiques et conditionne la réalisation d'éclusées. Comme on peut l'observer sur la Figure 20 l'année 2008 a été particulière, avec des débits printaniers soutenus, dues à des pluviométries abondantes. Ces débits soutenus ont eu pour conséquences le lissage des éclusées printanières et estivales, le gestionnaire ayant pu faire fonctionner ces ouvrages de production sans engendrer de variations de débits.

La Figure 45 présente les interventions réalisées sur la rivière Dordogne en fonction de l'hydrologie.



Figure 45. Interventions réalisées sur la Dordogne en fonction de l'hydrologie

Sur la Dordogne quatre variations des niveaux ont été suivies (↓) :

- ↪ une baisse des eaux le 27 juin 2008 ; réalisation d'échouages.
- ↪ une baisse des eaux le 30 juillet 2008 ; réalisation d'échouages.
- ↪ une baisse des eaux le 09 avril 2009 ; réalisation de MAG16, d'échouages et de dérives.
- ↪ une éclusée journalière le 01 juillet 2009 ; réalisation de MAG16, d'échouages et de dérives.



Photo 24. La confluence Dordogne/Maronne quelques heures avant la Photo 25.



Photo 25. Zones d'échouages à la confluence Dordogne/Maronne.

III.2.2 Evolution de la capacité d'accueil du milieu

III.2.2.1 Qualité de l'habitat en fonction des débits

Les résultats présentés dans le paragraphe III.1.3.2 et le Tableau 21 nous ont permis de mettre en relation l'évolution de la capacité d'accueil des stations en fonction des débits.

Les tableaux suivants vont essayer de mettre en évidence les évolutions notables de la structure habitationnelle des stations de la Dordogne pour des débits élevés ou faibles.

Substrats	Recouvrement pour des débits faibles (m²)				Recouvrement pour des débits élevés (m²)			
	D1	D2	D3	D4	D1	D2	D3	D4
11 - Bryophytes	25.45	3.15	70.34	1.06	27.93	4.24	80.98	1.19
10 - Spermaphytes immergés	379.16	0.00	506.28	45.27	392.20	0.00	506.28	51.54
9 - Eléments organiques grossiers : racines	2.18	1.12	13.92	18.04	31.51	13.07	34.98	32.96
8 - Eléments organiques grossiers : litière	0.00	1.38	64.53	7.92	0.00	3.09	92.97	20.45
7 - Sédiments minéraux de grande taille	1821.80	1682.27	2814.19	3818.01	1846.44	2161.61	2874.07	4360.32
6 - Granulats grossiers	94.81	2.60	759.36	866.58	111.61	18.59	806.97	1015.19
5 - Spermaphytes émergents	0.25	0.33	0.00	61.14	15.39	1.44	0.00	488.64
4 - Sédiments fins organiques	0.14	0.00	3.01	0.00	2.52	0.13	19.40	0.00
3 - Sables et limons	19.70	5.56	233.96	137.34	37.95	13.57	359.09	392.38
2 - Surfaces naturelles et artificielles	336.27	239.21	427.58	18.06	376.34	290.82	427.61	20.25
TOTAL	2679.76	1935.63	4893.18	4973.42	2841.89	2506.58	5202.36	6382.92

Tableau 30. Recouvrement des classes de substrats pour l'ensemble des stations

Tableau 31. Pourcentage de recouvrement des couples substrat / vitesse pour l'ensemble des stations

Substrat	Vitesse	Score S/V	Recouvrements pour des débits faibles (m²)				Recouvrements pour des débits élevés (m²)			
			D1	D2	D3	D4	D1	D2	D3	D4
11	1	69.0	20.3	0.3	0.5	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0
11	3	86.7	4.6	1.8	42.7	0.2	18.4	0.4	2.9	0.1
11	4	63.9	0.0	0.0	0.7	0.6	0.0	1.0	19.6	1.0
11	5	93.3	0.6	1.0	26.4	0.2	8.6	2.8	58.5	0.1
10	1	88.3	2.6	0.0	0.0	7.9	0.1	0.0	0.0	0.0
10	3	88.3	14.0	0.0	0.0	8.8	21.0	0.0	0.0	2.9
10	4	171.7	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	20.6	0.0
10	5	76.7	362.5	0.0	506.3	28.3	371.1	0.0	485.7	48.6
9	1	83.6	0.4	0.0	0.0	18.0	0.0	1.6	0.0	0.0
9	3	92.2	1.8	1.1	8.9	0.0	7.3	4.9	8.0	17.3
9	4	75.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.0
9	5	74.5	0.0	0.0	5.0	0.0	24.2	6.5	26.6	15.7
8	1	81.9	0.0	1.4	11.3	2.0	0.0	3.1	5.2	0.0
8	3	74.7	0.0	0.0	38.0	4.4	0.0	0.0	15.3	1.0
8	4	74.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0
8	5	74.7	0.0	0.0	15.2	1.6	0.0	0.0	69.9	19.5
7	1	54.0	142.7	68.0	36.2	490.5	0.0	121.6	0.0	304.8
7	2	96.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	708.8	0.0
7	3	73.9	11.5	423.9	297.7	484.3	144.7	61.5	3.1	47.3
7	4	85.3	0.0	0.0	1054.5	1417.8	0.0	1778.0	1287.3	1993.7
7	5	79.6	1667.7	1190.4	1425.8	1425.4	1701.7	200.5	874.9	2014.5
6	1	72.2	66.4	0.5	7.3	372.4	2.2	0.0	0.0	24.8
6	3	73.2	7.1	1.8	432.2	122.1	68.2	2.3	2.0	71.0
6	4	78.3	0.0	0.0	9.9	157.6	0.0	0.7	277.4	221.3
6	5	78.3	21.3	0.3	310.0	214.4	41.2	15.6	527.5	698.1
5	1	65.8	0.2	0.0	0.0	33.9	5.3	0.4	0.0	197.7
5	3	66.1	0.0	0.3	0.0	23.2	8.4	1.0	0.0	50.1
5	4	66.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	5	66.1	0.0	0.0	0.0	4.1	1.7	0.1	0.0	240.8
4	1	44.1	0.1	0.0	3.0	0.0	0.8	0.1	10.3	0.0
4	3	44.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	3.7	0.0
4	4	44.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	0.0
4	5	44.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
3	1	55.0	19.6	5.5	47.6	101.5	3.0	12.4	36.1	93.4
3	3	45.2	0.1	0.0	80.0	27.6	27.3	0.5	52.9	89.4
3	4	40.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
3	5	40.5	0.0	0.0	106.3	8.2	7.7	0.7	170.1	209.6
2	1	105.8	27.0	12.2	0.0	0.2	13.7	13.5	0.0	0.2
2	2	78.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	177.2	0.0
2	3	105.8	2.4	77.2	0.6	4.1	49.2	8.8	0.0	1.4
2	4	63.7	0.0	0.0	262.8	10.0	0.0	216.7	214.4	16.7
2	5	85.2	306.9	149.8	164.2	3.7	313.4	51.9	36.0	2.0
1	1	77.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	3	51.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL :			2 679.8	1 935.6	4 893.2	4 973.4	2 841.9	2 506.6	5 202.4	6 382.9

Variables	D1		D2		D3		D4	
	Débits faibles	Débits élevés	Débits faibles	Débits élevés	Débits faibles	Débits élevés	Débits faibles	Débits élevés
Score station "relatif"	96.6	98.1	97.5	100.0	95.1	98.5	94.2	94.4
Nombre de couples S/V	22	26	17	27	25	30	30	31

Tableau 32. Qualité habitationnelle des stations de la Dordogne

Les tableaux précédents confirment donc la relation qu'il existe entre le niveau des eaux et la qualité habitationnelle des stations étudiées. Les débits élevés apparaissent donc comme plus favorables pour la faune benthique et cela sur l'ensemble des stations. Les stations de suivi présentent des qualités habitationnelles comparables mais la station D4 semble quelque peu en retrait vis-à-vis des trois autres stations.

III.2.2.2 Surfaces exondées

Substrats	Recouvrement pour des débits élevés (m²)				% du substrat exondé / surface totale du substrat sur la station			
	D1	D2	D3	D4	D1	D2	D3	D4
11 - Bryophytes	27.93	4.24	80.98	1.19	8.9%	25.6%	13.1%	10.8%
10 - Spermaphytes immergés	392.20	0.00	506.28	51.54	3.3%	0.0%	0.0%	12.2%
9 - Eléments organiques grossiers : racines	31.51	13.07	34.98	32.96	93.1%	91.4%	60.2%	45.3%
8 - Eléments organiques grossiers : litière	0.00	3.09	92.97	20.45	0.0%	55.2%	30.6%	61.3%
7 - Sédiments minéraux de grande taille	1846.44	2161.61	2874.07	4360.32	1.3%	22.2%	2.1%	12.4%
6 - Granulats grossiers	111.61	18.59	806.97	1015.19	15.0%	86.0%	5.9%	14.6%
5 - Spermaphytes émergents	15.39	1.44	0.00	488.64	98.4%	77.3%	0.0%	87.5%
4 - Sédiments fins organiques	2.52	0.13	19.40	0.00	94.6%	100.0%	84.5%	0.0%
3 - Sables et limons	37.95	13.57	359.09	392.38	48.1%	59.0%	34.8%	65.0%
2 - Surfaces naturelles et artificielles	376.34	290.82	427.61	20.25	10.6%	17.7%	0.0%	10.8%

Tableau 33. Surfaces des substrats en eau et pourcentage des substrats exondés

Ce tableau nous montre l'évolution des surfaces des substrats en eau et exondés en fonction du débit observé. On peut y voir que les substrats les plus sensibles à l'exondation correspondent à ceux présents préférentiellement sur les marges (S9/racines, S5/spermaphytes émergents, S4/Sédiments fins organiques et S3/sables).

	D1	D2	D3	D4
Recouvrement pour des débits élevés (m²)	2841.89	2506.58	5202.36	6382.92
Recouvrement pour des débits faibles (m²)	2679.76	1935.63	4893.18	4973.42
Recouvrement des surfaces exondées (m²)	162	571	309	1409
% de surfaces exondées	5.7%	22.8%	5.9%	22.1%

Tableau 34. Estimation des échouages à l'échelle stationnelle

À l'échelle stationnelle les disparités sont importantes et les stations D2 et D4, avec 22% de zones exondées, semblent nettement plus concernées par les exondations que les stations D1 et D2 qui ne présentent que 5% de surfaces d'exondation.

Ces rapports sont toutefois à considérer avec précaution car les stations ont été sélectionnées pour l'importance des zones d'échouages qu'elles présentent, ils ne peuvent donc pas être appliqués tels quels à l'ensemble de la Dordogne corrézienne.

III.2.1 Echouages du 27 juin 2008

Le suivi de ces échouages correspond à **une baisse brutale du niveau des eaux**, le débit passant de 120 à 80 m³/s en quelques heures.

Lors de cette baisse des eaux 24 prélèvements ont été réalisés sur des substrats fraîchement exondés, substrats ennoyés depuis plusieurs semaines et de ce fait colonisés par les invertébrés.

Classes de substrats	Plécoptères (indiv/m ²)		Trichoptères (indiv/m ²)		Ephéméroptères (indiv/m ²)		Autres (indiv/m ²)		Densités moyennes totales (indiv/m ²)		% d'échouages par rapport au MAG
	MAG	ECHOU	MAG	ECHOU	MAG	ECHOU	MAG	ECHOU	MAG	ECHOU	
11 - Bryophytes	24	40	4 760	673	2 106	1 873	6 860	1 233	13 750	6 533	48%
10 - Spermaphytes immergés	13	0	7 083	180	1 963	560	25 155	1 167	34 213	1 540	5%
9 - Eléments organiques grossiers : racines	18	10	2 187	610	1 889	1 770	2 580	707	6 673	6 610	99%
8 - Eléments organiques grossiers : litière	27	13	2 000	240	757	6 827	2 040	607	4 823	11 127	231%
7 - Sédiments minéraux de grande taille	33	26	582	314	538	980	1 987	2 947	3 140	3 469	110%
6 - Granulats grossiers	20	25	229	205	424	1 350	1 233	3 620	1 907	2 890	152%
5 - Spermaphytes émergents	20	0	430	27 260	1 225	4 860	575	3 840	2 250	35 020	1556%
4 - Sédiments fins organiques	0	3 360	160	340	100	2 600	60	2 227	320	6 760	2113%
3 - Sables et limons	2	10	240	720	104	810	622	1 540	969	2 510	259%
2 - Surfaces naturelles et artificielles	60	-	1 675	-	1 595	-	4 945	-	8 275	-	-
1 - Algues	0	-	620	-	1 300	-	700	-	2 620	-	-

Tableau 35. Densités moyennes d'individus présents dans les MAG et échoués (individus/m²) selon les taxons et les substrats

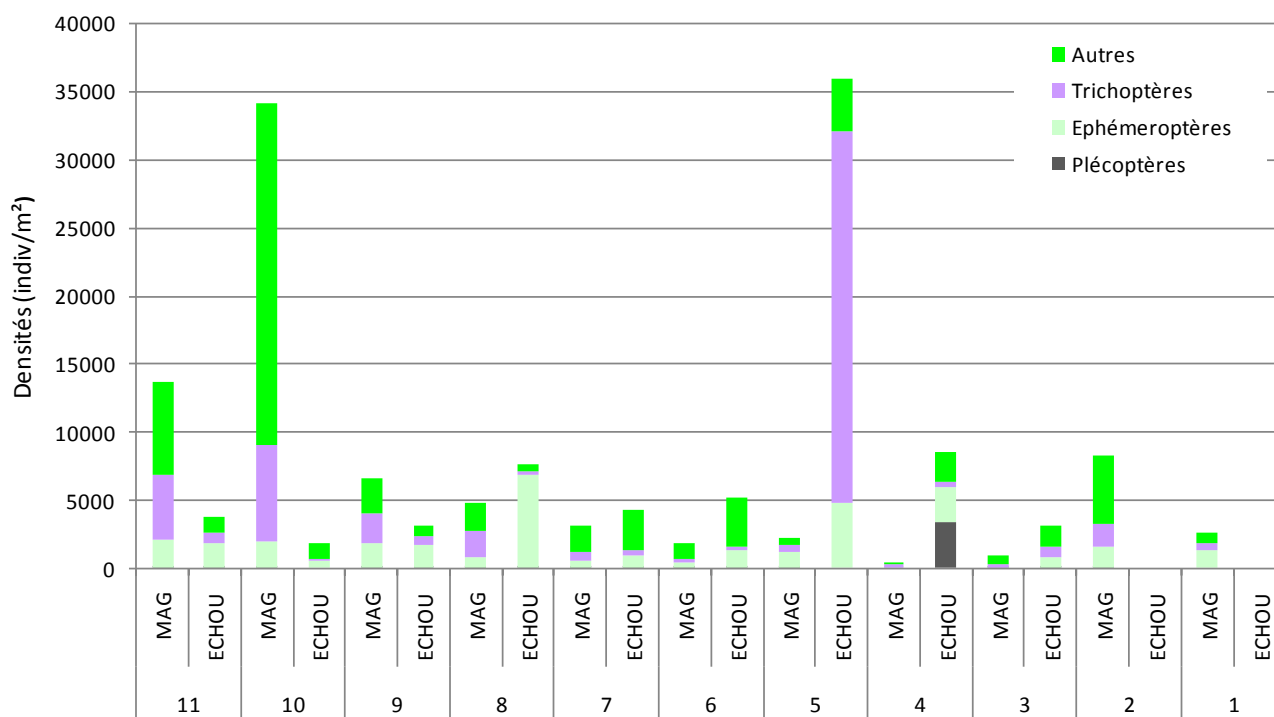


Figure 46. Densités d'invertébrés (individus/m²) présents sur les substrats avant et lors de la baisse (échouages)

Le Tableau 35 et la Figure 46 présentent les densités d'invertébrés échoués par rapport aux densités d'invertébrés présents au préalable sur les zones exondées (en distinguant les ordres d'invertébrés et les substrats inventoriés).

Les substrats les plus pénalisants pour les invertébrés sont ainsi les substrats des marges latérales de la Dordogne, colonisés par une faune spécifique, adaptées à ces substrats lenticques, qui ne retrouve plus d'habitat dans le lit vif de la Dordogne.

Les bryophytes et les spermaphytes immergés présentent des pourcentages d'échouages nettement moins importants que les autres substrats. Cela peut s'expliquer par la très faible représentation de ces substrats sur les zones d'exondation, l'installation de végétaux nécessitant une inondation permanente.

	MAG	ECHOU
Plécoptères (indiv/m ²)	21	160
Trichoptères (indiv/m ²)	2163	1508
Ephéméroptères (indiv/m ²)	1134	2148
Autres (indiv/m ²)	5093	1509
Densités moyennes totales (indiv/m²)	8412	6264

Tableau 36. Densités d'invertébrés observées lors du suivi de la baisse brutale des eaux

Comme le montre le Tableau 36, les densités observées sur les zones exondées correspondent à 74.5% des densités observées sur les zones en eaux avant la baisse brutale.

Les éphéméroptères semblent les plus impactées par ces baisses brutales, leur densité étant même supérieurs aux densités observées sur les zones inondées au préalable. Cela peut s'expliquer par la capacité de déplacement des éphéméroptères qui se concentrent dans des « cuvettes » s'asséchant tardivement lors de la baisse des eaux.

Ces baisses brutales du niveau des eaux, en asséchant des zones latérales colonisées par les invertébrés depuis plusieurs semaines, entraîne la perte d'environ 74% des invertébrés présents sur ces mêmes substrats.

III.2.1.1 Dérives observées

Lors de cette baisse des eaux deux séries de dérives ont été suivies sur la station D3bis (stade de Beaulieu-sur-Dordogne), l'une pendant la baisse et l'autre 1 heure après. Les résultats sont présentés dans par la Figure 47 et la Figure 48.

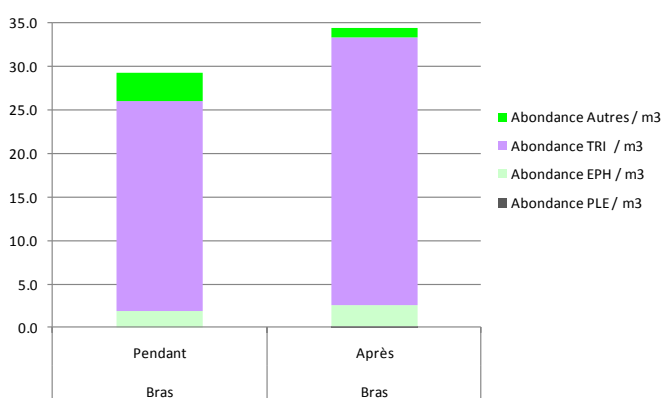


Figure 47. Dérives observées lors de la baisse du 27 juin 2008 sur la station D3bis – Filet 1 bras rive droite

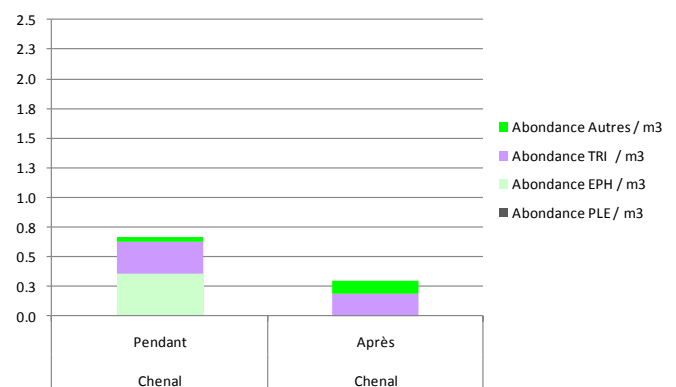


Figure 48. Dérives observées lors de la baisse du 27 juin 2008 sur la station D3bis – Filet 2 chenal principal

Tout d'abord la localisation du filet à dérives semble être un facteur important, le bras secondaire en rive droite présentant des abondances nettement supérieures au bras principal de la Dordogne. Cela peut s'expliquer par l'importance des zones d'échouages sur le bras secondaire, exondé à plus de 50% de sa superficie.

Ces figures montrent donc qu'il existe une relation entre la superficie d'exondation et l'importance des dérives observées.

Les dérives n'ayant pas encadrées plus largement cette baisse, aucune tendance liée à son déroulement n'a été observée.

III.2.1.2 Analyse globale

	MAG	ECHOU	DERIVES
% Plécoptères	0.9%	2.9%	0.1%
% Trichoptères	29.0%	14.3%	85.9%
% Ephéméroptères	22.8%	28.3%	7.2%
% Chironomidae	8.8%	15.3%	13.9%
% Oligochètes	11.0%	7.3%	0.0%
% Autres	27.5%	31.9%	6.8%

Tableau 37. Répartition des principaux ordres d'invertébrés

Pour l'ensemble des échantillonnages, le tableau précédent présente la répartition des principaux ordres d'invertébrés.

On note ainsi que les Trichoptères bougent beaucoup (85% des invertébrés dérivant) mais qu'ils sont peu captés dans les échouages.

A l'inverse les oligochètes sont peu représentés dans les dérives mais les densités d'individus échoués sont semblables à ce que l'on observe sur les MAG ; les oligochètes apparaissent donc comme peu mobiles.

Pour les autres ordres les ratios sont comparables entre les échouages et les MAG, les déplacements par dérives pouvant expliquer les variations de densités observées.

III.2.2 Echouages du 30 juillet 2008

Les échouages étudiés correspondent à une baisse brutale du niveau des eaux de 50 à 30 m³/s, exondant une des substrats en eau depuis plusieurs mois. Il a été réalisé 24 prélèvements sur des substrats fraîchement exondés.

Classes de substrats	Plécoptères (indiv/m ²)		Trichoptères (indiv/m ²)		Ephéméroptères (indiv/m ²)		Autres (indiv/m ²)		Densités moyennes totales (indiv/m ²)		% d'échouages par rapport au MAG
	MAG	ECHOU	MAG	ECHOU	MAG	ECHOU	MAG	ECHOU	MAG	ECHOU	
11 - Bryophytes	40	10	5 127	630	1 460	130	7 997	10 295	14 623	12 605	86%
10 - Spermaphytes immergés	94	0	9 540	1 693	2 966	233	12 474	367	25 074	3 353	13%
9 - Eléments organiques grossiers : racines	58	0	1 773	1 010	1 195	650	17 520	240	20 545	2 770	13%
8 - Eléments organiques grossiers : litière	43	0	683	113	377	427	7 146	4 927	8 249	6 027	73%
7 - Sédiments minéraux de grande taille	128	64	698	404	1 337	924	2 202	344	4 365	2 268	52%
6 - Granulats grossiers	175	120	320	273	683	127	1 775	3 033	2 953	4 293	145%
5 - Spermaphytes émergents	5	0	435	220	960	40	2 205	40	3 605	1 400	39%
4 - Sédiments fins organiques	20	-	280	-	40	-	1 920	-	2 260	-	-
3 - Sables et limons	11	0	223	120	89	27	2 983	2 160	3 306	2 507	76%
2 - Surfaces naturelles et artificielles	145	-	330	-	980	-	2 185	-	3 640	-	-

Tableau 38. Densités moyennes d'individus présents dans les MAG et échoués (individus/m²) selon les taxons et les substrats

Le Tableau 38 et la Figure 49 présentent les densités d'individus présents dans les MAG et les échouages en fonction des substrats et des différents ordres d'invertébrés.

Lors de cette baisse des eaux, les substrats présentent globalement des taux d'échouages importants et comparables pour la majorité des substrats. Les substrats les moins impactés sont les spermaphytes immergés et les racines.

Ces résultats semblent quelque peu différents de ceux observés lors de la baisse de juin mais globalement les tendances générales restent les mêmes avec des échouages limités sur les substrats végétaux/organiques nécessitant une inondation permanente et des échouages plus conséquents sur les substrats stables dans le temps (minéraux principalement).

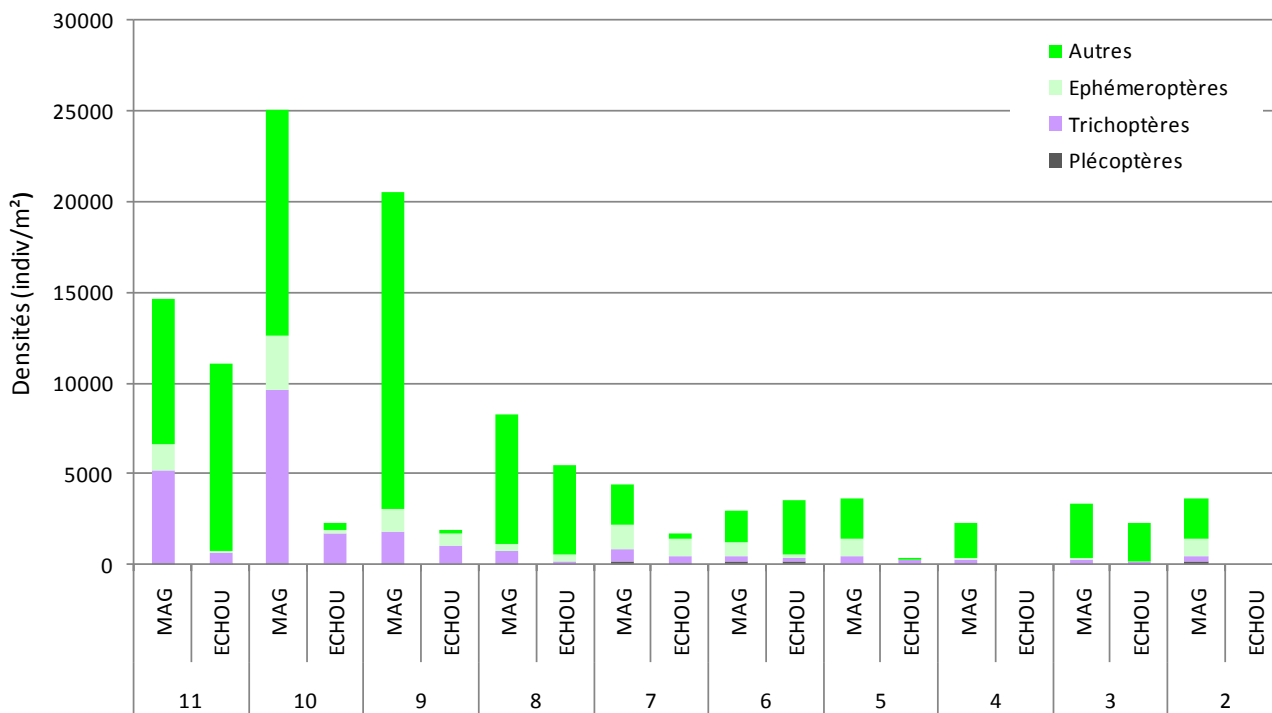


Figure 49. Densités d'invertébrés (individus/m²) présents sur les substrats avant et lors de la baisse (échouages)

	MAG	ECHOU
Plécoptères (indiv/m ²)	83	30
Trichoptères (indiv/m ²)	2068	558
Ephéméroptères (indiv/m ²)	1119	372
Autres (indiv/m ²)	6351	3120
Densités moyennes totales (indiv/m²)	9621	4885

Tableau 39. Densités d'invertébrés observées lors du suivi de la baisse brutale des eaux

Globalement les pertes observées sur les zones exondées correspondent à 50.8% des densités observées sur les zones en eaux avant la baisse brutale.

Ces baisses sont conséquentes mais quelque peu en retrait par rapport à la première baisse des eaux. Cette différence s'explique par une moindre représentation des zones marginales à 50 m³/s, zones fortement colonisées par les invertébrés et donc sensibles aux échouages.

Lors de cette baisse les différents taxons ont subies des pertes comparables en termes de représentativité du peuplement.

↳ Analyse globale

	MAG	ECHOU
% Plécoptères	1.7%	1.0%
% Trichoptères	12.7%	16.7%
% Ephéméroptères	23.8%	12.7%
% Chironomidae	26.4%	26.5%
% Oligochètes	9.8%	6.2%
% Autres	24.5%	36.9%

Tableau 40. Répartition des abondances respectives principaux ordres d'invertébrés

Le Tableau 40 donne la représentation de l'abondance de chaque ordre d'invertébrés dans les MAG et dans les échouages.

On peut ainsi observer que la représentation des plécoptères et des éphéméroptères est inférieure dans les échouages, pour les Chironomidae et les oligochètes elle reste stable.

La proportion de trichoptère est globalement plus importante dans les échouages que dans les MAG, à l'inverse de la baisse étudiée précédemment.

L'absence d'un suivi des dérives lors de cette baisse ne permet pas d'expliquer les facteurs de déplacement et migration liés à l'exondation des substrats. Globalement les pertes sont sévères avec une perte de 50% des individus présents initialement sur les zones exondées.

III.2.3 Eclusee journalière du 09 avril 2009

L'éclusee journalière qui a été suivie les 08 et 09 avril 2009 correspond à une augmentation du débit de 60 à 140 m³/s sur l'ensemble de la Dordogne avec un plateau (140 m³/s) pendant 18 heures.

III.2.3.1 Inventaires

Station	D1		D2		D3		D4	
Période	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après
REF	I3D1	EM3 D1	I3D2	EM3 D2	I3D3	EM3 D3	I3D4	EM3 D4
Abondance totale	2611	2710	3209	2598	3847	6121	6472	6405
Abondance EPT	774	882	945	590	667	956	952	949
% abondance EPT	29.64%	32.55%	29.45%	22.71%	17.34%	15.62%	14.71%	14.82%
Diversité totale	35	42	59	48	45	59	55	52
Diversité EPT	23	27	35	28	30	36	30	30
% diversité EPT	65.71%	64.29%	59.32%	58.33%	66.67%	61.02%	54.55%	57.69%
Equitabilité	0.59	0.56	0.57	0.54	0.51	0.48	0.45	0.52
Dominance	0.19	0.23	0.18	0.23	0.26	0.25	0.28	0.19
Diversité	3.01	3.01	3.36	2.99	2.78	2.82	2.61	2.96
Diversité max	5.13	5.39	5.88	5.58	5.49	5.88	5.78	5.70
Taxons gagnés	16		13		22		14	
Taxons perdus	9		24		8		17	
Taxons identiques	26		35		38		41	

Tableau 41. Indices de description du peuplement des stations avant et après l'éclusee du 09 avril 2009

Le Tableau 41, la Figure 50 et la Figure 51 présentent les résultats obtenus pour les MAG16 réalisés avant et après l'éclusee sur les quatre stations de suivi.

La richesse taxinomique, l'abondance et la représentation des EPT varient quelque-peu mais restent stables et traduisent un peuplement qui évolue peu sur l'ensemble des stations. Les taxons présents avant et après l'éclusee sur chaque station représentent de 40 à 60% de la richesse, ce qui confirme la stabilité du peuplement.

Concernant l'impact graduel de l'éclusee sur les stations, les indices de description montrent une dégradation du peuplement vers l'aval, plus particulièrement sur les stations D3 et D4. Cette dégradation semble correspondre aux perturbations trophiques mises en évidence lors des campagnes d'inventaires.

Sur la station D1, la situation apparaît, légèrement plus favorable après passage de l'éclusee. On peut penser alors que la chasse d'eau provoquée par l'éclusee renforce la structuration du peuplement en favorisant les espèces rhéophiles et en favorisant le départ des taxons plus limnophiles faiblement représentés.

Globalement le peuplement reste similaire avant et après l'éclusee sur les 4 stations suivies, l'éclusee ne semble donc pas avoir d'incidence notable sur le peuplement du chenal permanent de la Dordogne.

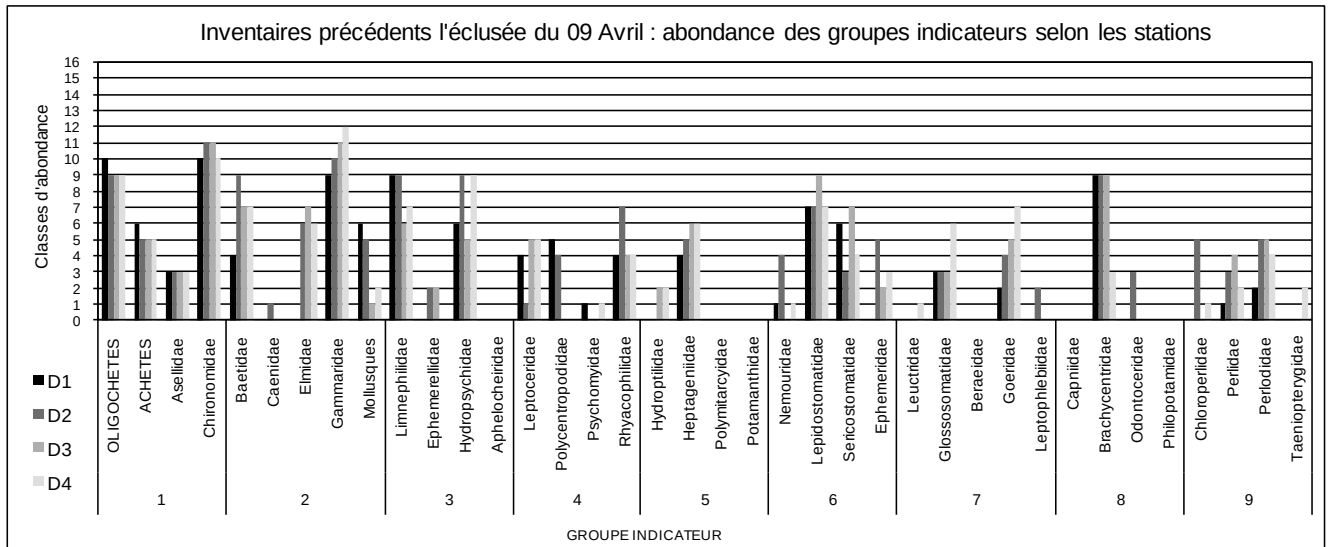


Figure 50. Classe d'abondance des groupes indicateurs pour les échantillonnages précédents l'écluse

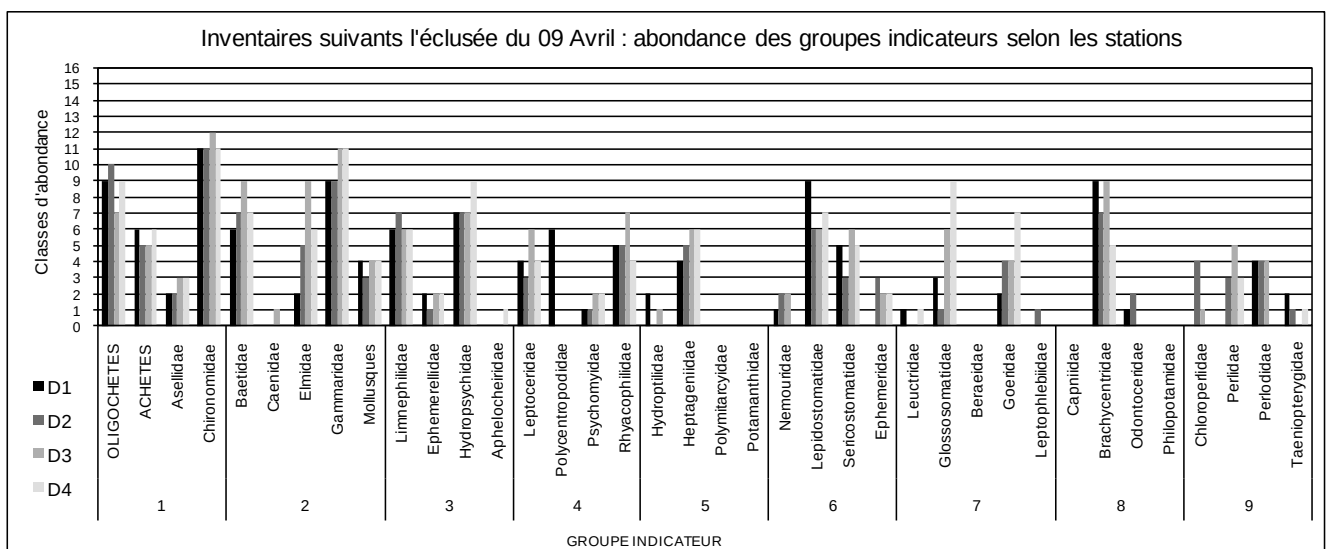


Figure 51. Classe d'abondance des groupes indicateurs pour les échantillonnages suivant l'écluse

III.2.3.2 Dérives observées

Lors de cette éclusée deux filets à dérives ont été disposés dans le chenal principal au niveau de la station D2.

Ces dérives ont été réalisées avant (AV), pendant (PDT) et après (AP) l'éclusée et les résultats sont présentés dans les figures suivantes.

Les valeurs présentées dans ces figures correspondent à un **nombre d'individus par m³ d'eau filtrée**.

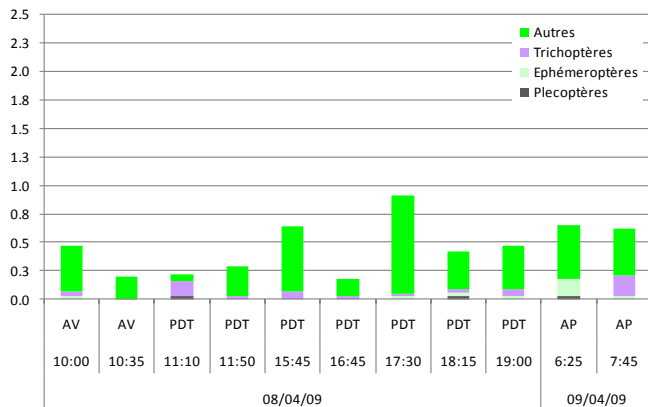


Figure 52. Dérives observées lors de l'éclusée du 09 avril 2009 sur la station D2 – Filet 1

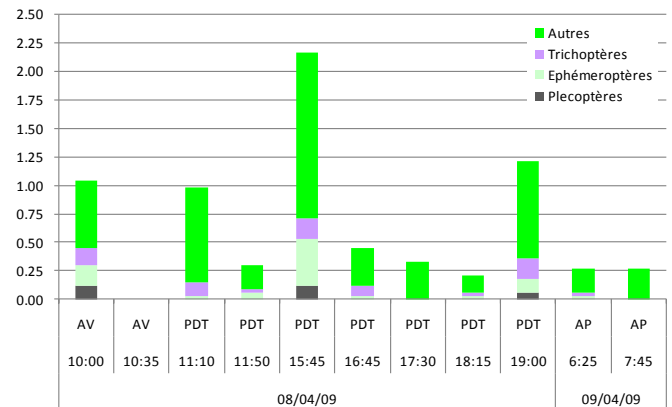


Figure 53. Dérives observées lors de l'éclusée du 09 avril 2009 sur la station D2 – Filet 2

Les dérives semblent constantes durant les phases de montée et de descente des eaux mais une légère augmentation se produit durant la phase de stabilité du débit élevé.

Nous pouvons ainsi dire que lors de cette éclusée les phénomènes de dérives ne semblent pas coïncider avec les variations de débit.

Une autre observation importante est la part limitée des EPT dans les dérives, ces derniers représentant en moyenne 20% et tout au plus 50% des abondances observées, ce qui correspond aux abondances observées dans les MAG.

III.2.3.3 Echouages observés

Il a été réalisé 12 prélèvements sur des substrats fraîchement exondés une fois le débit redescendu à 60 m³/s ; les substrats ont ainsi été noyés durant 18 heures.

Classes de substrats	Plécoptères (indiv/m ²)		Trichoptères (indiv/m ²)		Ephéméroptères (indiv/m ²)		Autres (indiv/m ²)		Densités moyennes totales (indiv/m ²)		% d'échouages par rapport au MAG
	MAG	ECHOU	MAG	ECHOU	MAG	ECHOU	MAG	ECHOU	MAG	ECHOU	
11 - Bryophytes	90	0	1 608	40	313	0	5 450	80	7 460	320	4%
10 - Spermaphytes immergés	20	-	536	-	164	-	2 448	-	3 168	-	-
9 - Eléments organiques grossiers : racines	40	0	1 734	30	309	0	10 697	2 760	12 780	2 890	23%
8 - Eléments organiques grossiers : litière	16	0	464	140	72	0	3 344	2 430	3 896	2 880	74%
7 - Sédiments minéraux de grande taille	20	5	727	10	88	0	2 624	1 145	3 459	1 315	38%
6 - Granulats grossiers	25	0	496	40	158	10	2 438	1 325	3 118	1 525	49%
5 - Spermaphytes émergents	10	-	370	-	120	-	3 160	-	3 660	-	-
3 - Sables et limons	4	0	612	100	84	10	3 404	4 040	4 104	4 410	107%
2 - Surfaces naturelles et artificielles	50	-	600	-	240	-	3 455	-	4 345	-	-

Tableau 42. Densités moyennes d'individus présents dans les MAG et échoués (individus/m²) selon les taxons et les substrats

Comme nous le montre le Tableau 42 et la Figure 54, les substrats ne présentent pas les mêmes densités d'échouages. On note ainsi que les substrats les plus impactés sont ceux

caractéristiques des zones lentiques, pour lesquels la majorité des échouages correspondent à des taxons autres que les EPT. Ces substrats marginaux semblent donc sensibles aux échouages du fait d'une colonisation rapide par ces taxons.

Les bryophytes sont peu concernées par les échouages, qui restent limités sur ce substrat. Cela peut s'expliquer par la très faible représentativité des bryophytes dans les zones de marnage, peu favorables à leur implantation.

En ce qui concerne les autres substrats, ils semblent globalement assez impactés et les densités échouées représentent environ 50% des densités observées dans le chenal actif.

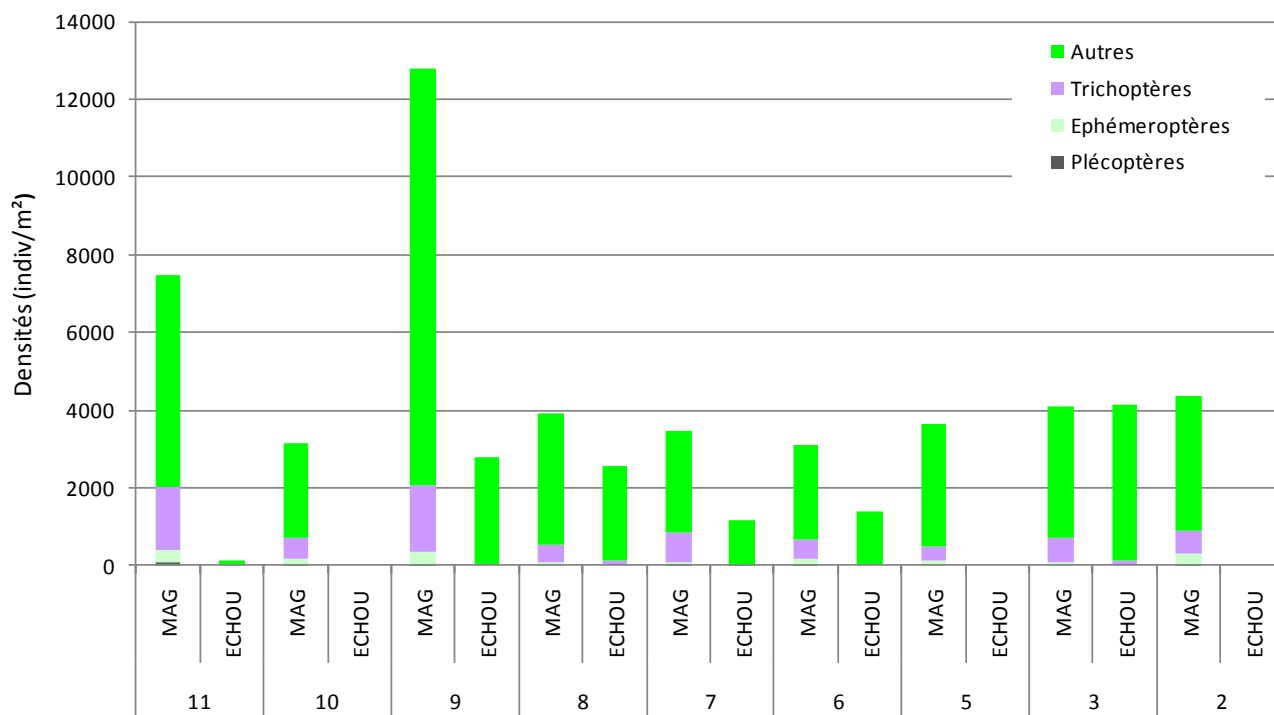


Figure 54. Densités d'invertébrés (individus/m²) présents sur les substrats avant et lors de la baisse (échouages)

	MAG	ECHOU
Plécoptères (indiv/m²)	32	1
Trichoptères (indiv/m²)	844	51
Ephéméroptères (indiv/m²)	167	4
Autres (indiv/m²)	4000	1781
Densités moyennes totales (indiv/m²)	5043	2023

Tableau 43. Densités d'invertébrés observées lors du suivi de l'écluse

Globalement les densités observées sur les zones exondées correspondent à 40.1% des densités observées sur les zones en eaux avant la baisse brutale.

Néanmoins la composition taxinomique des échouages est nettement différente de celle observée dans les MAG. En effet les EPT représentent seulement 3% des échouages alors qu'ils représentent 26% dans les MAG.

Cela nous permet de dire que les EPT semblent moins sensibles aux échouages dues aux éclusées journalières.

III.2.3.4 Piégeages observés

Des caisses substrat ont été mises en place sur la station D2 afin d'évaluer les éventuelles migrations hyporhéiques des invertébrés.

	Caisse 1	Caisse 2
Variété	21	25
Variété EPT	10	12
Abondance totale	104	67
Abondance EPT	10	12
% EPT	9.6%	17.9%
% Plécoptères	1.9%	0.0%
% Trichoptères	6.7%	16.4%
% Ephéméroptères	1.0%	1.5%
Abondance Chironomidae	48	37
% Chironomidae	46.2%	55.2%
Abondance Oligochètes	40	18
% Oligochètes	38.5%	26.9%

Tableau 44. Indices de description du peuplement piégé

Ces résultats montrent très clairement que les chironomidae et les oligochètes représentent la majorité des individus piégés.

Ces résultats sont en adéquation avec les observations sur les échouages et les dérives, pour lesquels les taxons autre que les EPT représentent la majorité du peuplement piégé.

III.2.3.5 Analyse globale

	MAG	ECHOU	DERIVES	PIEGEAGES
% Plécoptères	0.7%	0.0%	3.1%	2.2%
% Trichoptères	17.8%	3.4%	11.2%	10.4%
% Ephéméroptères	4.3%	0.3%	9.5%	2.2%
% Chironomidae	35.9%	27.0%	35.9%	46.7%
% Oligochètes	12.3%	42.9%	13.2%	31.9%
% Autres	28.9%	26.2%	27.1%	6.6%

Tableau 45. Répartition des principaux ordres d'invertébrés

Le Tableau 45 permet de confirmer les observations précédentes.

On note ainsi que les EPT, alors qu'ils représentent près de 22% des abondances dans les MAG et les dérives, sont très faiblement représentées dans les échouages et les piégeages. Cette faible proportion d'échouages (à pondérer pour les trichoptères) traduit donc une forte mobilité de ces taxons et une capacité importante à quitter les zones lors de l'exondation.

A l'inverse, les oligochètes représentent une part importante des échouages et piégeages alors qu'ils sont peu présents dans les inventaires (MAG).

III.2.4 Eclusee journalière du 01 juillet 2009

Cette éclusée journalière a été suivie sur la station D2 le 02 juillet 2009. Elle correspond à un passage de 20 à 40 m³/s entre 12h00 et 17h00 sur la Dordogne, du fait d'une montée de la Maronne de 2 à 20 m³/s.

III.2.4.1 Inventaires

Période	D2 - 01/07/2009		
	Avant	Pendant	Après
REF	EM4_AV	EM4_PDT	EM4_AP
Abondance totale	5066	2530	3950
Abondance EPT	1178	847	900
% abondance EPT	23.25%	33.48%	22.78%
Diversité totale	63	56	54
Diversité EPT	32	31	29
% diversité EPT	50.79%	55.36%	53.70%
Equitabilité	0.56	0.68	0.53
Dominance	0.18	0.11	0.25
Diversité	3.33	3.93	3.07
Diversité max	5.98	5.81	5.75
Taxons gagnés	10		
Taxons perdus	19		
Taxons identiques	44		

Tableau 46. Indices de description du peuplement de la station D2 avant, pendant et après l'éclusée du 01 juillet 2009

Trois MAG16 ont été réalisés sur la station D2 avant, pendant et après les variations de débit.

Le peuplement observé sur les trois inventaires est fortement similaire et de relativement bonne qualité. Les EPT représentent ainsi 25% des individus et près de 50% de la variété taxinomique. L'équitabilité qui tend vers le seuil de structuration de 0.8 et la dominance relativement faible confirment un certain équilibre du peuplement. La diversité observée, relativement proche des maximums respectifs traduit également une qualité globalement bonne du peuplement.

Le peuplement observé pendant l'éclusée (débit élevé durant quelques heures) semble toutefois plus équilibré et de meilleure qualité (indices de description plus favorables) que le peuplement observé avant et après l'éclusée.

Ce peuplement est globalement stable avec 50% des taxons identiques lors des 3 inventaires.

Ces inventaires ne permettent pas de mettre en évidence une éventuelle perturbation de peuplement due à cette éclusée journalière. Néanmoins la diminution globale de l'abondance lors de cette éclusée pourrait s'expliquer par un départ des invertébrés.

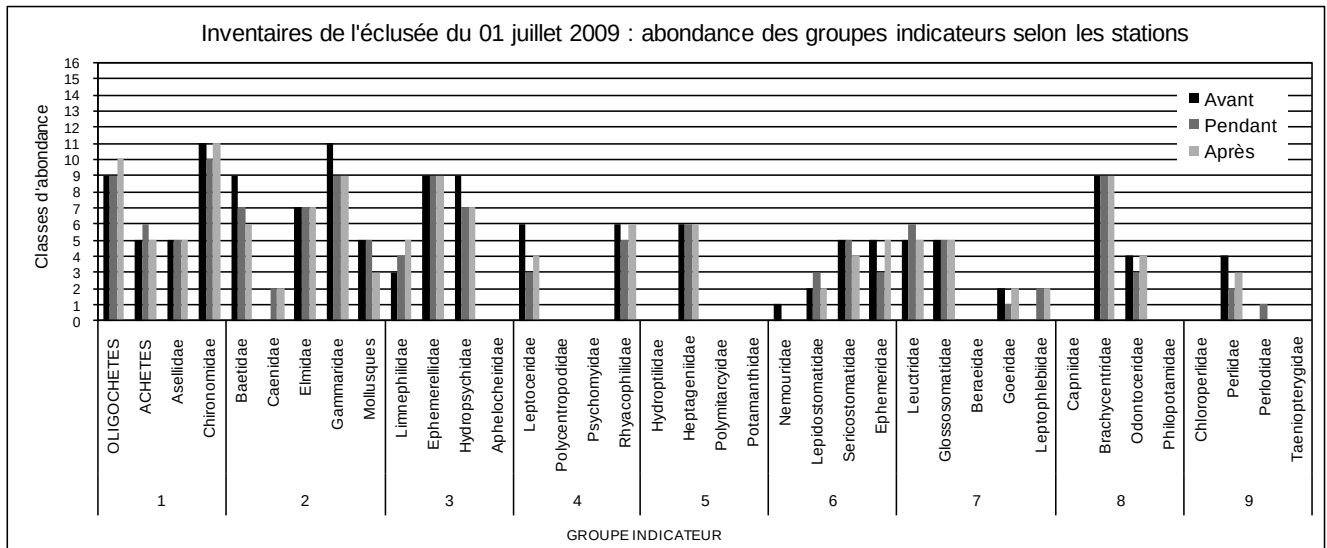


Figure 55. Classe d'abondance des groupes indicateurs pour les échantillonnages avant, pendant et après l'écluse

III.2.4.2 Dérives observées

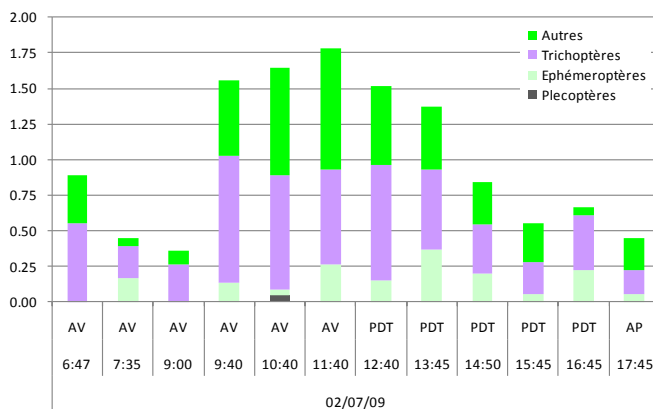


Figure 56. Dérives observées lors de l'écluse du 02 juillet 2009 sur la station D2 – Filet 1

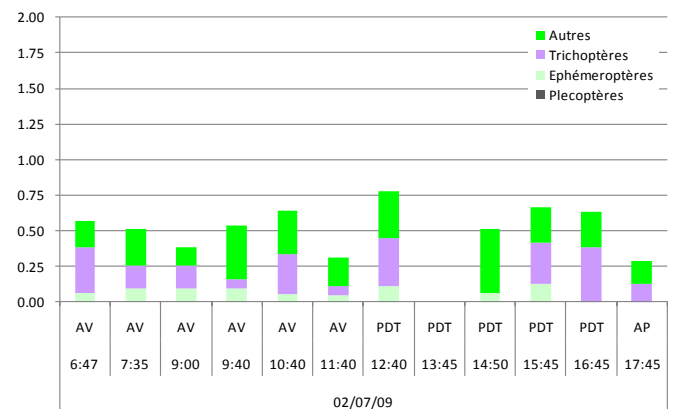


Figure 57. Dérives observées lors de l'écluse du 02 juillet 2009 sur la station D2 – Filet 2

Lors de ces dérives la majorité des taxons captés sont des EPT, contrairement à l'écluse journalière suivie en avril, mais en accord avec les MAG16.

Lors de cette écluse les phénomènes de dérives ne semblent pas être liés aux variations de débit. En effet les pics observés sur le filet 1 ont lieu avant la montée des eaux, les dérives diminuant régulièrement après la montée des eaux et jusqu'à la fin de l'écluse.

Pour le filet 2 cette même tendance est observée mais dans des proportions moindres, les densités piégées restant relativement stables et inférieures à celles observées dans le filet 1.

III.2.4.3 Echouages observés

Il a été réalisé 12 prélèvements sur des substrats fraîchement exondés une fois le débit redescendu à 20 m³/s ; les substrats ont ainsi été noyés durant 6 à 8 heures.

Classes de substrats	Plécoptères (indiv/m ²)		Trichoptères (indiv/m ²)		Ephéméroptères (indiv/m ²)		Autres (indiv/m ²)		Densités moyennes totales (indiv/m ²)		% d'échouages par rapport au MAG
	MAG	ECHOU	MAG	ECHOU	MAG	ECHOU	MAG	ECHOU	MAG	ECHOU	
11 - Bryophytes	13	0	1 483	73	840	7	3 813	7	6 150	280	5%
10 - Spermaphytes immergés	3	-	1 280	-	597	-	1 913	-	3 793	-	-
9 - Eléments organiques grossiers : racines	7	0	1 027	44	873	88	3 600	496	5 507	1 092	20%
8 - Eléments organiques grossiers : litière	0	-	507	-	153	-	9 267	-	9 927	-	-
7 - Sédiments minéraux de grande taille	22	10	802	20	749	38	1 871	263	3 444	665	19%
6 - Granulats grossiers	124	20	200	7	322	33	3 080	480	3 727	940	25%
5 - Spermaphytes émergents	-	0	-	40	-	20	-	380	-	480	-
3 - Sables et limons	70	0	117	7	160	7	3 867	273	4 213	467	11%
2 - Surfaces naturelles et artificielles	27	0	267	40	47	60	1 373	140	1 713	260	-
1 - Algues	0	-	67	-	740	-	9 193	-	10 000	-	-

Tableau 47. Densités moyennes d'individus présents dans les MAG et échoués (individus/m²) selon les taxons et les substrats

Comme nous le montre le Tableau 47 et la Figure 58, les substrats présentent des disparités fortes en termes de densités d'échouages. On note ainsi que les substrats présentent des densités d'échouages relativement comparables, représentant moins de 25% des densités observées dans le chenal actif. Ces densités sont composées majoritairement de taxons autres que les EPT et restent plus faibles que lors des éclusées précédentes.

Les bryophytes sont peu la encore peu concernées par les échouages, qui restent limités sur ce substrat. Cela peut s'expliquer par la très faible représentativité des bryophytes dans les zones de marnage, peu favorables à leur implantation.

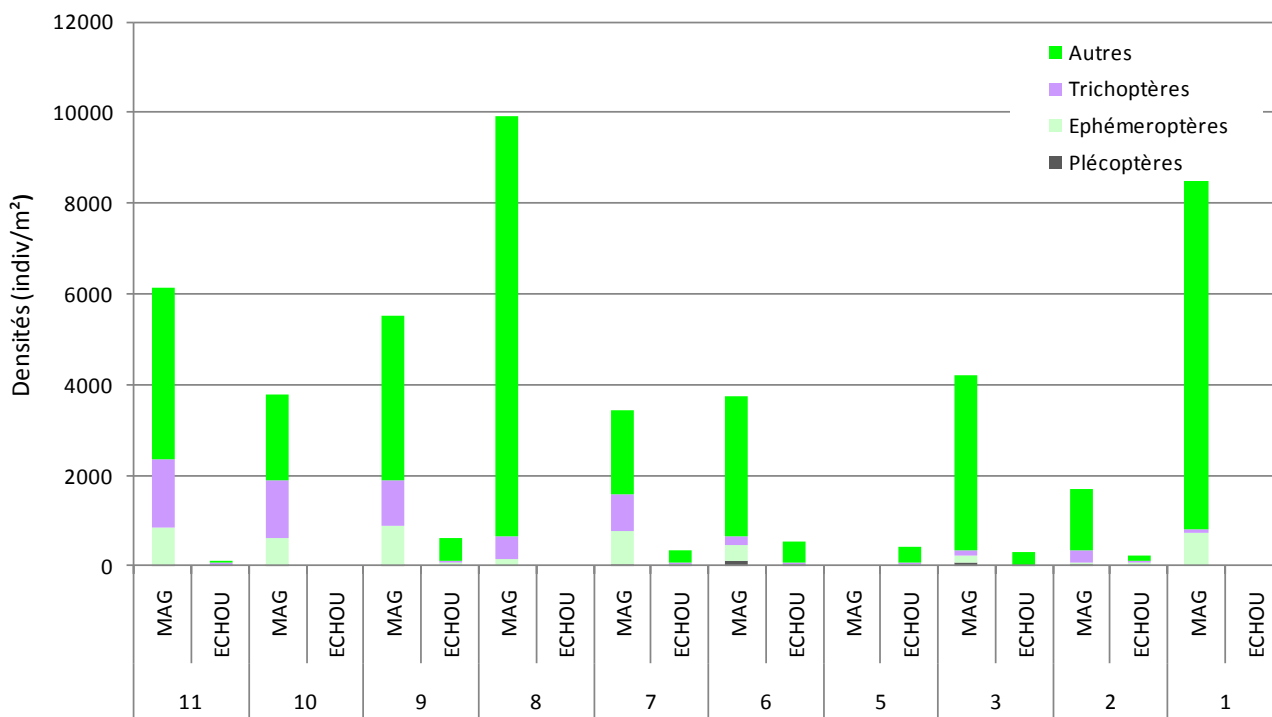


Figure 58. Densités d'invertébrés (individus/m²) présents sur les substrats avant et lors de la baisse (échouages)

	MAG	ECHOU
Plécoptères (indiv/m ²)	40	6
Trichoptères (indiv/m ²)	665	30
Ephéméroptères (indiv/m ²)	514	40
Autres (indiv/m ²)	3592	308
Densités moyennes totales (indiv/m²)	4811	691

Tableau 48. Densités d'invertébrés observées lors du suivi de l'écluse

Globalement les densités observées sur les zones exondées correspondent à 14.4% des densités observées sur les zones en eaux en permanence.

Les échouages sont composés à 20% d'Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères, ce qui est un peu plus faible que les abondances observées dans les MAG et qui traduirait une fuite possible vers le cours d'eau des individus les plus mobiles..

III.2.4.4 Piégeages observés

Des caisses substrat ont été mises en place sur la station D2 afin d'évaluer les éventuelles migrations hyporhéiques des invertébrés.

	Caisse 1	Caisse 2
Variété	40	37
Variété EPT	19	17
Abondance totale	145	76
Abondance EPT	21	10
% EPT	14.5%	13.2%
% Plecoptères	0.0%	0.0%
% Trichoptères	0.0%	1.3%
% Ephemeroptères	14.5%	11.8%
Abondance Chironomidae	121	54
% Chironomidae	83.4%	71.1%
Abondance Oligochetes	0	2
% Oligochetes	0.0%	2.6%

Tableau 49. Indices de description du peuplement piégé

Ces résultats montrent très clairement que les Chironomidae représentent la majorité des individus piégés contrairement à la Maronne où les individus piégés étaient pour la plupart des oligochètes qui sont présents dans de très faibles proportions, inférieures à celles observées dans les MAG et les échouages.

Ces résultats sont en adéquation avec les observations sur les échouages et les dérives, pour lesquels les taxons autres que les EPT représentent la majorité du peuplement piégé.

III.2.4.5 Analyse globale

	MAG	ECHOU	DERIVES	PIEGEAGES
% Plécoptères	1.5%	0.5%	0.2%	0.0%
% Trichoptères	16.5%	8.1%	45.1%	0.9%
% Ephéméroptères	14.1%	8.1%	13.4%	14.5%
% Chironomidae	27.2%	19.4%	22.1%	76.8%
% Oligochètes	14.9%	25.5%	0.6%	0.9%
% Autres	26.0%	38.3%	18.5%	7.0%

Tableau 50. Répartition des principaux ordres d'invertébrés

On note ainsi que les Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères, alors qu'ils représentent de 40 à 50% des abondances dans les MAG et les dérives, sont très faiblement représentées dans les échouages et les piégeages. Cette faible proportion d'échouages traduit donc une forte mobilité de ces taxons et une capacité importante à quitter les zones lors de l'exondation.

A l'inverse, les oligochètes représentent une part importante des échouages alors qu'ils sont peu présents dans les inventaires (MAG).

Les abondances élevées de Chironomidae observées dans les piégeages ne trouve pas d'explication.

III.2.5 Estimations des pertes globales à l'échelle stationnelle

III.2.5.1 Abondances moyennes des substrats en fonction de leur inondation

Le Tableau 51 nous présente les abondances moyennes des différents substrats en fonction de leur inondation et de la manière dont les échouages se produisent.

Les abondances moyennes des substrats en eau ont été calculées à partir des prélèvements réalisés dans le cadre des MAG16. Il est nécessaire de travailler ici par substrat et non plus couples S/V afin de comparer ces valeurs à celles obtenues pour les substrats exondés et donc exempts de vitesse d'écoulement.

La réalisation des séries de prélèvements sur les zones d'échouages (substrats exondés) à l'aide d'un surber à permis de calculer les abondances moyennes de ces substrats exondés.

Les échouages liés à des baisses soudaines du niveau des eaux ont été séparés des baisses causées par une éclusée journalière.

Classes de substrats :	S11	S10	S9	S8	S7	S6	S5	S4	S3	S2	S1
Abondance moyenne des substrats en eau (MAG16)	497.41	817.03	531.00	327.92	203.60	171.70	232.12	64.50	136.11	249.25	407.75
Abondance moyenne des substrats lors des baisses brutales (échouages)	500.14	145.00	234.50	428.83	148.42	174.57	910.50	338.00	125.40	-	-
Pourcentage de différence entre les substrats en eau et ceux exondés lors des baisses	100.5%	17.7%	44.2%	130.8%	72.9%	101.7%	392.3%	524.0%	92.1%	-	-
Abondance moyenne des substrats à partir des échouages lors des éclusées journalières	14.80	-	80.29	144.00	44.08	63.71	24.00	-	102.20	13.00	-
Abondance moyenne des substrats à partir des échouages lors des éclusées journalières	3.0%	-	15.1%	43.9%	21.7%	37.1%	10.3%	-	75.1%	5.2%	-

Tableau 51. Abondances moyennes des substrats en eau et des zones d'échouages

Deux grandes tendances sont mises en évidence par les résultats présentés dans le Tableau 51 et la Figure 59 :

- ↳ Les baisses brutales des eaux après une longue période d'immersion entraînent l'échouage de la quasi-totalité des invertébrés présents sur les zones lors de leur exondation.
- ↳ Les éclusées journalières présentent des densités d'échouages moins importantes mais conséquentes et à ne pas négliger du fait de la répétition de ces phénomènes.
- ↳ Lors d'une baisse brutale des eaux après une longue période d'immersion, les échouages concernent l'ensemble des taxons présents initialement, dans les mêmes proportions.
- ↳ Lors d'une éclusée journalière, les taxons les plus impactés ne sont pas les éphéméroptères, plécoptères et trichoptères (EPT) mais les autres taxons (principalement les oligochètes et chironomidae).

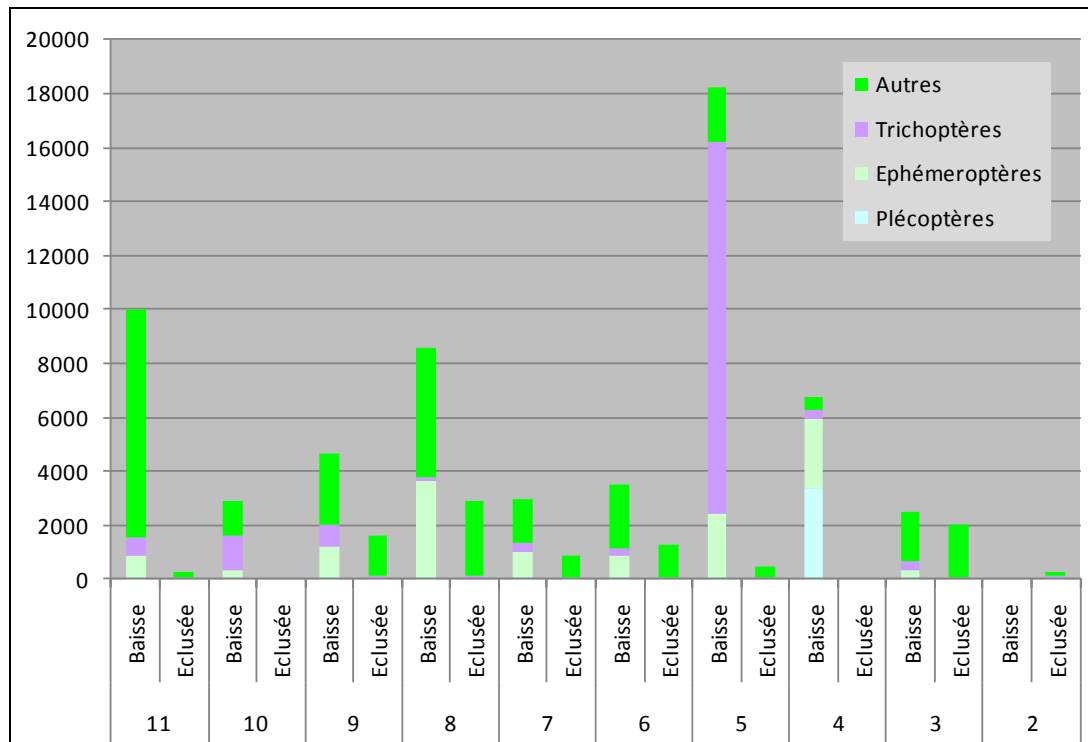


Figure 59. Densités moyennes cumulées (indiv/m²) par substrat des ordres d'invertébrés sur les zones d'échouage

III.2.5.2 Evaluation des pertes d'invertébrés

Le Tableau 52 présente les densités d'invertébrés échoués en fonction des substrats et pour des baisses brutales et des éclusées journalières.

Substrats	Densités moyennes des échouages pour des baisses (indiv/m²)	Densités moyennes des échouages pour des éclusées (indiv/m²)
11 - Bryophytes	10003	296
10 - Spermaphytes immergés	2900	-
9 - Eléments organiques grossiers : racines	4690	1606
8 - Eléments organiques grossiers : litière	8577	2880
7 - Sédiments minéraux de grande taille	2968	882
6 - Granulats grossiers	3491	1274
5 - Spermaphytes émergents	18210	480
4 - Sédiments fins organiques	6760	-
3 - Sables et limons	2508	2044
2 - Surfaces naturelles et artificielles	-	260
Moyenne Globale	5575	1224

Tableau 52. Densités moyennes observées sur les zones d'échouages suivant le type de baisse

On y observe ainsi qu'il y a 5 fois plus d'échouages (individus/m²) lors d'une baisse brutale des eaux que lors d'une éclusée journalière.

On note également que les substrats les plus sensibles lors des baisses brutales sont ceux présents sur les marges (racines, litière, spermaphytes émergents, sédiments fins) et les végétaux (bryophytes et spermaphytes immergés) installés dans le chenal actif.

Lors des éclusées journalières les substrats caractéristiques des zones marginales et des faibles vitesses d'écoulements restent très pénalisants et les densités d'échouages y sont les plus importantes. A l'inverse les végétaux nécessitant une inondation permanente (bryophytes et spermaphytes immergés) sont peu ou pas impactés, leur développement étant quasi nul dans la zone de marnage.

Une évaluation des pertes globales d'invertébrés sur les stations de suivi de la Dordogne a été réalisée pour une baisse brutale des eaux et une éclusée journalière, les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

	D1	D2	D3	D4
Peuplement observé en hautes eaux à l'échelle stationnelle	18 969 616	16 731 390	34 725 736	42 606 015
Pertes liées à une baisse brutale des eaux	903 970	3 183 240	1 723 815	7 858 546
Pourcentage de perte à l'échelle stationnelle lors d'une baisse brutale	4.8%	19.0%	5.0%	18.4%
Peuplement observée en basses eaux à l'échelle stationnelle	17 887 365	12 920 352	32 661 950	33 197 607
Pertes dues à une éclusée journalière	198 372	698 548	378 283	1 724 522
Pourcentage de perte à l'échelle stationnelle lors d'une éclusée	1.1%	5.4%	1.2%	5.2%

Tableau 53. Pertes globales estimées à l'échelle stationnelle (nombre d'individus)

On observe ainsi, conformément aux conclusions précédentes, que :

- ↳ les échouages lors des baisses brutales sont 5 fois plus pénalisants que lors d'une éclusée journalière.
- ↳ Il existe de fortes disparités d'abondances, liées à l'importance des zones d'échouages pour les différentes stations.



Photo 26. Invertébrés piégés dans des zones d'exondation



Photo 27. Zones d'échouages sur la Dordogne, amont du pont de Mols

IV. SYNTHÈSE GÉNÉRALE

Au niveau du peuplement global

Globalement et malgré la présence des ouvrages, le peuplement macro-benthique reste de relativement bonne qualité y compris en aval des ouvrages.

De très nombreux taxons sont encore présents y compris les taxons des groupes les plus polluo-sensibles qui restent présents notamment lors de la période printanière. L'analyse des densités des différents taxons montre que la plupart de ceux-ci présenteraient une abondance relativement faible par rapport à ce que l'on peut observer sur d'autres cours d'eau. Toutefois, le manque de références bibliographiques locales de l'état naturel de ces cours d'eau avant mise en place des ouvrages ne permet pas d'apporter une conclusion définitive à ce sujet.

Les peuplements observés sont typologiquement conforme à la typologie théorique du système actuellement modifié. Toutefois on observe un décalage typologique amont lié à l'impact des eaux froides en provenance de l'ouvrage. Cela explique en partie la présence de taxons que l'on devrait normalement retrouver dans des secteurs beaucoup plus amont des ouvrages et dans une certaine mesure la légère diminution du potentiel biologique stationnel : variété et abondance globale un peu plus faible que sur les stations plus aval.

Si les stations de la Maronne et de la Dordogne amont (D1 et D2) apparaissent de bonne qualité, **on observe un impact trophique (dystrophie) très fort sur les stations D3, D4 et D5 de la Dordogne**, vraisemblablement lié à l'impact de rejets. Cet impact est très marqué en période estivale et beaucoup moins en période hivernale car ces stations profitent de la forte rhéophilie hivernale pour se maintenir dans un état acceptable (en comparaison avec ce que l'on peut observer sur de nombreux autres cours d'eau).

Le caractère très dynamique des différentes stations explique la composition du peuplement constitué pour l'essentiel de taxons rhéophiles avec une sous représentation des taxons limnophiles. Cette faible représentation liée à la pauvreté des milieux annexes, a un impact fort sur certains groupes tels que les Coléoptères, Hétéroptères, Odonates et certains Trichoptères (Limnephilidae). Cet impact se retrouve aussi sur la représentativité à l'échelle stationnelle de substrats meubles qu'ils soient minéraux (sable limoneux avec impact sur la faune endo-benthique telle qu'Ephemera) ou organiques (débris organiques avec impact sur certains Plécoptères (leuctridae...), Ephéméroptères (Leptophlebiidae) ou Trichoptères (Séricostomatidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Limnephilidae...)). En l'état actuel il est difficile de préciser et quantifier d'un impact des ouvrages car nous n'avons pas la connaissance de l'état morphologique naturel (avant l'implantation des ouvrages) de ces différents cours d'eau.

Pour ce qui est des éclusées

Deux types d'impacts ont été analysés. Les premiers sont liés à une baisse souvent brutale des eaux en fin de période hivernale ou printanière après une forte période d'inondabilité du substratum. On remarque alors :

- Sur les stations analysées (Maronne et Dordogne) pas de variation significative du peuplement dans le chenal restant toujours en eau. Les variations observées

apparaissent comme liées au protocole d'échantillonnage qui même avec 16 prélèvements ne paraît pas complètement stabilisé.

- Des mortalités importantes de la faune macro-benthique sur les secteurs exondés lors de baisses brutales des eaux après une longue période de mise en eau que l'on peut estimer en comparaison avec le peuplement initial de 5 à 14 % sur la Dordogne et de 3 à 14% sur la Maronne. Il est à noter que les échouages semblent avoir un impact similaire quelque soit le débit avant la baisse brutale du cours d'eau.
- La mortalité observée implique l'ensemble des espèces présentes sur les substratums avant exondation toutefois un certain nombre d'individus arriverait à s'échapper et à retourner dans le cours d'eau. Ce pourcentage d'individu apparaît comme très variable entre les différents cours d'eau, saisons, stations et/ou type de substrat. On noterait ainsi :
 - Un impact similaire des échouages sur la Dordogne (de 5 à 14% de perte par rapport au peuplement initial) par rapport à la Maronne (de 3 à 15% de pertes par rapport au peuplement initial).
 - des pourcentages de pertes lors de baisses rapide du niveau des eaux plus importants lors de la période estivale.
 - Des substrats plus fortement impactés que d'autres ; ainsi les substrats support ou présentant une plus grande stabilité dans le milieu (racines, bryophytes, spermaphytes immergés, galets, spermaphytes émergeant) présenteraient des densités après échouage moindres que les substrats plus mobiles (graviers, sable limoneux, débris organiques litières et sédiments fin organiques). Il est à noter toutefois que ces substrats se retrouvant dans les dépressions des zones d'échouage, le fort taux d'échouage pourrait être dû à la concentration des individus dans les points bas des secteurs exondés. Dans certains cas on observe aussi un fort regroupement d'invertébrés sur des substrats qui servent de refuge pour la faune lors des baisses brutales du niveau d'eau comme les spermaphytes émergeants
 - Certains taxons sembleraient plus touchés que d'autres et notamment ceux qui pour survivre restent accrochés aux différents supports dans le milieu (Brachycentridae) ainsi que ceux qui ont des capacités de déplacement réduites ou qui privilégient les secteurs limnophiles des cours d'eau. D'autres espèces plutôt rhéophiles comme les Ephéméroptères plus mobiles et bien représentées dans ces dérives semblent un peu moins touchées par ces exondations. Il est à noter que l'exondation de la faune n'entraînerait pas nécessairement la mort de tous les organismes car il a pu être constaté que certains d'entre eux pouvaient se nymphoser très rapidement.

Les autres impacts des éclusées sont liés à des variations journalières brutales et courtes du niveau des eaux. Pour des raisons pratiques nous n'avons suivi que des éclusées journalières qui se situaient à un niveau de débit proche du débit plancher. On remarque alors les éléments suivants lors de ces variations :

- Sur les stations analysées (Maronne et Dordogne) pas de variation fortement marquée du peuplement avant/après dans le chenal restant toujours en eau au débit plancher. Sur certaines stations et notamment la D1, la situation apparaît, d'après les indices analysés (diversité, dominance, % d'Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères), légèrement plus favorable après passage de l'éclusée. On peut penser alors que la chasse d'eau provoquée par l'éclusée renforce la structuration du peuplement en favorisant les espèces rhéophiles et en favorisant le départ des taxons plus limnophiles faiblement représentés. Sur d'autres stations (D3 et D4) le peuplement ne semble pas significativement impacté par les effets de l'éclusée alors que sur les stations D2 et M2 le passage de l'éclusée semble plus défavorable avec une diminution de tous les indices caractérisant le peuplement.

- L'analyse des variations faunistiques dans le chenal toujours en eau sur les stations M2 et D2 montrerait une variation sensible du peuplement pendant l'écluse. Ainsi on observe une baisse de la variété taxonomique mais une amélioration de l'équilibre du peuplement par rapport à la situation initiale certainement pour les mêmes raisons que celles citées précédemment. Par contre en fin d'écluse tous les indices sont plus mauvais que lors de l'état avant écluse.
- L'analyse des dérives menées lors de ces phases d'écluse est difficile à interpréter. Dans certains cas comme sur la Maronne il a pu être constaté une relation entre le début de l'écluse et l'augmentation des phénomènes de drif. Toutefois, cette relation n'était pas vraie dans tous les bras annexes qui ont été analysés. Sur la Dordogne ces inventaires non pas permis d'établir une relation directe entre écluse et augmentation des dérives. Il est par contre à noter que c'est en général pendant une écluse que l'on observe un pic maximum dans les dérives. On peut aussi noter que les informations collectées par deux filets à dérives sur une même station et au même moment sont très différentes. Les dérives concernent en général tous types d'invertébrés dans des proportions similaires avec les invertébrés échoués.
- Lors d'un phénomène d'écluse on note une proportion très inférieure d'invertébrés échoués comparativement à ce que l'on peut observer lors d'une baisse brutale du niveau des eaux en fin de période printanière. De plus les individus échoués appartiennent principalement à deux groupes distincts, les diptères Chironomidés et/ou les Oligochètes qui peuvent représenter, soit seuls soit de façon conjointe, 80 à 90% des individus échoués. L'analyse des caisses substrat a permis de démontrer que les individus échoués provenaient essentiellement des dérives et ne provenaient pas de la zone hyporhéique. Il est à noter que la présence notamment de Chironomidés dans le secteur soumis au marnage des éclusées a déjà été constaté par certains auteurs (Fisher & Lavoy, 1972; Moritz et al., 1999, Arge limnologie, 2001 in Baumann, 2003).

V. PERSPECTIVES DE GESTION

De ces travaux sur les effets des éclusées, il ressort que plusieurs facteurs semblent ressortir de la bibliographie pour expliquer l'impact plus ou moins fort qu'ont les éclusées sur les peuplements qu'ils soient macrobenthiques ou piscicoles.

Ces variables seraient les suivantes :

- Valeur absolue du débit plancher par rapport aux caractéristiques morphologiques du tronçon de cours d'eau soumis aux éclusées.
- Rapport entre débit d'éclusee et débit plancher.
- Etat morphologique de la rivière dans le secteur soumis aux éclusées.
- Importance de la montée des eaux et vitesse du taux d'accroissement mais aussi d'abaissement du niveau des eaux.
- Rapport entre les moyennes mensuelles du débit maximal et du débit minimal.

Ces variables seront examinées successivement dans les paragraphes ci-dessous.

↳ Valeur absolue du débit plancher par rapport aux caractéristiques morphologiques du tronçon de cours d'eau soumis aux éclusées.

Valentin (1995, 1997) a pu démontrer que le régime hydrologique (ou ses variations temporelles) est susceptible d'impacter fortement les peuplements en place et que le débit plancher, jouerait un rôle prépondérant. En effet, les effets des éclusées seraient d'autant plus importants que le débit plancher serait faible alors qu'un débit plancher soutenu permanent permettrait, d'une façon générale, de réduire les impacts des éclusées sur le peuplement. Ainsi un accroissement du débit plancher par rapport au débit des éclusées (supposé constant ici) dans des proportions qui varieraient de 1/150 à 1/15 améliorerait les conditions écologiques dans le cours d'eau. Toutefois ces données resteraient à préciser car les rapports indiqués ici sont extrêmes et certainement pas généralisables à tout type d'hydrosystèmes. Ainsi, d'autres facteurs peuvent intervenir comme la nature des espèces présentes, la structure et la stabilité des habitats soumis à ces fortes variations hydrauliques...

↳ Rapport entre débit d'éclusee et débit plancher

Ce ratio entre débit plancher et débit lors de l'éclusee est discuté dans beaucoup d'autres études. Ainsi, Marrer (2000) indique que le rapport entre débit plancher et débit d'éclusee peut atteindre un ratio de 1/4 dans un système torrentiel sans provoquer d'effets écologiques marquants. D'autres études parviennent à des résultats similaires, puisqu'elles proposent un rapport maximum «supportable» de 1/3.

Liebig et al. (1998) ont quant à eux démontré que lorsque le rapport entre débit plancher et débit d'éclusee était de 1/10, la dérive de jeunes alevins doublait par rapport à un ratio de débits de l'ordre de 1/6.

Pour ce qui est de la macrofaune benthique, il semble qu'aucune étude à ce jour n'ait pu démontrer un lien de causalité entre biomasse présente et rapport débit plancher/débit éclusé.

L'impact sur les invertébrés que l'on peut mesurer par le nombre d'individus dérivant n'a été observé que par exemple lors de très fortes hausse et brusque de débit qui ont entraîné une forte dérive d'algues et de macroinvertébrés avec un ratio débit plancher/débit de l'écluse d'environ 1/3. (Marrer, 2000). D'autres auteurs donnent des valeurs de 1/4 (Arge trubung Alpenrhein, 2001).

Toutefois certaines études notent que des valeurs de 1/7 ne provoqueraient aucune augmentation notable de la dérive des organismes (UVB KWB, 1992).

De ces éléments ressort que si, localement, ce ratio débit plancher/débit de l'écluse semble essentiel à caractériser, il ne semble pas pouvoir être extrapolé d'un cours d'eau à un autre. Il devrait ainsi faire l'objet de mesures spécifiques à l'aval de chaque ouvrage. Notons aussi et plus particulièrement pour la macrofaune benthique que la répétition dans le temps de ces perturbations pourrait se traduire par un appauvrissement, voire par une disparition complète, de la colonisation benthique dans certaines zones du lit particulièrement exposées. Ce facteur n'est pas à notre connaissance démontré dans les publications réalisées à ce jour.

↳ **Etat morphologique de la rivière dans le secteur soumis aux éclusées**

Des points évoqués précédemment, il ressort que l'amplitude des variations mésologiques provoquées par les éclusées a un impact fort sur les hydrosystèmes. Cet impact semble toutefois très variable en fonction des hydrosystèmes rencontrés et notamment de l'hétérogénéité des habitats des stations dans les secteurs soumis aux éclusées. Cela a amené certains auteurs (Valentin 1995, 1997) à considérer que plus l'hydrosystème est homogène du point de vue de sa morphologie et plus le système sera impacté ; notamment par ce que la faune n'aura que peu de refuge à sa disposition pour limiter les effets des perturbations. De ce point de vue les stations analysées sur la Dordogne et la maronne apparaissent encore comme relativement correcte bien que l'on note très peu d'annexes hydrauliques et des habitats peu diversifiés dans le centre du chenal (pavage sédimentaire important conséquence des extractions de granulats et certainement des barrages amont par blocage du transport sédimentaire).

↳ **Importance de la montée des eaux et vitesse du taux d'accroissement et/ou d'abaissement du niveau des eaux.**

L'importance des variations lors de la montée ou de la descente des eaux jouerait aussi un rôle très important pour expliquer les variations faunistiques dans les milieux soumis aux éclusées.

Ainsi, Marrer (1995) pense que la vitesse de réduction de la largeur inondée du cours d'eau ne devrait pas être supérieure à 1 m/mn, pour permettre à la faune aquatique (macroinvertébrés et jeunes poissons) de quitter la zone riveraine en même temps que les eaux.

Dans d'autres études c'est le taux maximum de diminution du débit qui est considérée. Ces taux apparaissent, d'après la bibliographie, variables d'un hydrosystème à un autre. Ainsi ces valeurs vont d'une baisse maximum 0,5 à 1,7 m³/s et par heure (1 m³/s et par heure (Limnex, 2001). 0,5-1 m³/s et par heure (Brooker, 1981), 1,7 m³/s et par heure Hamilton & Buell (1976)). Toutefois la taille et la morphologie des rivières sur lesquelles ont été faites ces analyses étant différentes, il ne nous paraît pas possible d'extrapoler ces valeurs au cas de la Dordogne et de la Maronne. Des analyses spécifiques permettant de déterminer ces valeurs devraient être réalisées.

Plus que la variation des débits, la vitesse locale de diminution de la hauteur d'eau semblerait être une variable plus intéressante à prendre en compte. Ainsi certains auteurs notent qu'un taux d'abaissement compris entre 0,12 m/h (Salveit et al., 2001) et 0,17 m/h (Halleraker et al., 2002) limitait très fortement le risque de piégeage pour la faune piscicole.

Tous ces résultats sont toutefois, à notre avis, à relativiser pour la macrofaune benthique puisqu'un autre paramètre à prendre en compte serait les capacités propres de déplacement de

chaque espèce se trouvant dans la zone d'exondation qui sont pour certaines d'entre elles très faibles.

↳ **Rapport entre les moyennes mensuelles du débit maximal et du débit minimal.**

Pour d'autres auteurs (Moog et al., 1998) le potentiel en biomasse de la macrofaune benthique pourrait être corrélé avec le rapport des moyennes mensuelles entre débit maximal et débit minimal. Un rapport dépassant 3-4/1 se traduirait par une réduction sensible à forte de la biomasse benthique.

De ces éléments il ressort que si certains facteurs apparaissent comme pouvant impacter très fortement les différents peuplements à l'aval des ouvrages soumis aux éclusées, l'étude de ces données montre clairement que les impacts sont très variables en fonction des cours d'eau considérés. Il paraît donc difficile de pouvoir généraliser ces données, sans études complémentaires, à la Dordogne et à la Maronne en l'état actuel.

Toutefois ces différentes observations confirment les résultats sur la macrofaune benthique que nous avons pu obtenir sur ces deux cours d'eau à savoir :

- Impact très fort des éclusées lors d'une baisse brutale du niveau d'eau qui ne permet pas à une grande partie de la faune d'échapper à la perturbation. Cet impact est d'autant plus fort que les zones exondées auront subies une longue période d'immersion qui aura permis l'implantation d'un peuplement riche et diversifié.
- Impact plus modéré des éclusées journalières et qui ne semble pas, avec la gestion des éclusées telle qu'elle est actuellement menée, provoquer de fortes désorganisations des peuplements en aval des ouvrages. Toutefois un appauvrissement des peuplements en fonction de l'amplitude et de la fréquence des éclusées est possible mais non démontrable dans le contexte de l'étude.

Ce régime d'éclusé favorise aussi très vraisemblablement :

- Un décalage typologique des peuplements en aval immédiat des ouvrages.
- Une limitation des habitats lentique en aval des ouvrages ce qui ne favorise pas les espèces endo-benthiques ou les espèces à caractère plus limnophile.
- La simplification habitationnelle de la Dordogne et de la Maronne en aval des ouvrages dans la mesure où les substrats de bordure (racines, hélophytes, vases et sables limoneux, débris organiques grossiers) seront très rapidement exondés.
- Un pavage accru du substrat qui, si il permet le maintien d'habitats stables dans le milieu (en permettant une meilleure résistance et élasticité des populations concernées) limite l'utilisation de l'espace hyporeïque et l'installation de la faune endo-benthique spécifique.

Notons enfin que pour des raisons pratiques nous n'avons pas étudié de fortes variations du régime hydraulique pour des débits supérieurs à 100 m³/s (impossibilité de pratiquer des échantillonnages de macrofaune lors de ces périodes) telles qu'il peut y en avoir notamment lors de la période hivernale.

CONCLUSION GÉNÉRALE

En conclusion nous pouvons dire que si l'impact des éclusées semble être fort lors de baisses brutales du niveau d'eau, et peut être, plus modéré lors des éclusées journalières (l'impact du caractère récurant de ces phénomènes n'ayant toutefois pas été abordé dans cette étude), il reste difficile d'apprécier aujourd'hui l'impact réel de ce type de gestion sur le fonctionnement global de l'hydrosystème.

Tout d'abord parce que nous n'avons pas de connaissances réelles de la nature des peuplements macrobenthiques naturels (les données les plus anciennes dont nous avons pu disposer sont bien postérieures à l'implantation des équipements) et que dans ces conditions il est très difficile de préjuger d'un impact réel. Les analyses qui ont donc été réalisées concernent l'impact relatif des ouvrages notamment en essayant de comprendre l'effet des éclusées sur le peuplement actuellement en place.

Ensuite, parce que les observations que nous avons faites concernent des stations que nous avons choisies car présentant, en l'état, de grandes surfaces exondées (de l'ordre de 29% sur la Maronne et de 6 à 23 % sur la Dordogne). Ces observations ne sont pas nécessairement généralisables à l'ensemble des deux cours d'eau étudiés car pour cela il faudrait que l'on puisse disposer, en fonction de différents débits caractéristiques, d'informations quantifiées sur la surface réelle des secteurs exondés sur l'ensemble du secteur d'étude. Un essai d'utilisation des profils en travers a été mené mais n'a pas été poursuivi. En effet les fortes variations de pentes sur les différents secteurs ne permettent de déterminer avec la finesse nécessaire les variations de niveau d'eau en fonction d'un débit donné et donc par conséquent la surface exondée pour différents débits.

Cette approche qui relève de l'analyse hydraulique, qui n'était pas l'objet de ce travail, serait en effet indispensable pour estimer les pertes réelles de biomasse provoquées par le fonctionnement par éclusées par rapport à la biomasse totale présente dans le chenal toujours actif.

Ce travail permettrait aussi de replacer nos observations dans le contexte hydraulique normal et naturel de la Dordogne pour estimer par exemple le gain écologique possible de la gestion par éclusées en période estivale (maintien d'un débit plancher haut par rapport au débit naturel de la Dordogne qui pouvait naturellement être beaucoup plus faible). Dans ce cadre il serait possible d'utiliser les débits naturels reconstitués fournis régulièrement par EDF.

Enfin et pour finir il paraît aussi essentiel de dire qu'il est assez difficile de mener une démarche scientifique rigoureuse dans un contexte où nous ne maîtrisons absolument pas les facteurs mésologiques dont nous devons suivre les effets (les éclusées) et que dans ces conditions il est très difficile de rationaliser et d'optimiser les protocoles d'échantillonnage qui ont été mis en place.

Les différentes améliorations possibles du milieu.

La bibliographie cite différentes voies possibles étudiées sur de nombreux ouvrages pour limiter l'impact des éclusées en aval des ouvrages. Certaines, comme le stockage dans des réservoirs spécifiques des débits éclusés avec restitution progressive à l'aval ou même l'utilisation des volumes éclusés pour l'irrigation, ne seront pas discutées ici.

Les autres voies sur lesquelles il serait peut être possible de réfléchir concernent (Baumann, 2003):

- La modification des caractéristiques du cours d'eau pour que l'exploitation par éclusées (non modifiée) ait des conséquences moins graves;
- La modification de l'exploitation par éclusées elle-même.

Ces deux approches différentes seront examinées successivement dans les paragraphes ci-dessous. Nous intéressant dans cette étude à la faune macrobenthique, les propositions qui nous ont semblées intéressantes et qui sont présentées ici ne concernent que ce seul compartiment faunistique.

Modification des caractéristiques du cours d'eau (exploitation non modifiée)

Dans ce cas précis les possibilités d'intervention restent possibles mais limitées. Elles concernent essentiellement différents facteurs qui sont les suivants :

- Modification de la morphologie du lit et ou des berges, pour limiter au maximum les secteurs exondés en prenant en compte les deux niveaux de débit plancher qui ont été retenus (10m³/s en période estivale et 35 m³/s en période hivernale). Dans ce cas les actions à réaliser pourraient consister dans la modification des atterrissements exondés pour les rendre submergés en permanence au débit plancher avec une cote d'eau suffisante pour permettre le maintien et la survie des invertébrés et des poissons. Différents aménagements pourraient être testés et mis en place dans ces secteurs pour en diversifier les habitats (mise en place de gros blocs...)
- Le maintien de secteurs pouvant servir de refuge à la faune la plus limnophile dont les habitats sont fortement réduits. Ainsi il serait très intéressant pour la macrofaune benthique que les annexes hydrauliques soient réactivées (ces travaux ont déjà été réalisés sur certaines d'entre elles) de façon à ce qu'au débit plancher d'étiage le débit passant soit en permanence suffisant pour maintenir une vie biologique. La mise en place d'annexes hydrauliques complètement artificielles serait aussi envisageable car cela permettrait, même de façon artificielle de compenser une partie des effets des ouvrages.

Modification des paramètres de l'exploitation par éclusées

Dans ce cas précis, les possibilités d'intervention concerneraient les éléments suivants :

1. Contrairement à ce que l'on a vu précédemment, adapter le débit plancher de façon à ce que, dans la plupart des cas, il y ait une surface stationnelle minimum concernée par les effets des exondations. Cela nécessiterait une étude hydraulique précise qu'il serait

aussi souhaitable d'avoir pour pouvoir généraliser les observations faunistiques à l'ensemble du secteur analysé, Il est à noter comme le précise Valentin dans ses nombreuses publications (Valentin, 1994, 1995, 1997) que le maintien d'un débit plancher haut limite fortement l'impact des éclusées sur les peuplements en place.

2. Moduler dans les plages de débit qui paraîtraient les plus défavorables (où les exondations sont les plus importantes) les taux de variation (accroissement et/ou abaissement) du niveau des eaux.
3. Enfin, comme il est indiqué dans les études bibliographiques, adapter le débit des éclusées au débit plancher de façon à ce que le rapport entre les deux débits ne permettent pas un impact trop important sur les peuplements en place (rapport instantané des débits ou rapport entre les moyennes mensuelles du débit maximal et du débit minimal).

↳ Conditions de mise en œuvre de ces différentes préconisations.

D'abord il est important de noter que ces différentes préconisations de gestion, avec ou sans modification des paramètres de l'exploitation des éclusées, ne sont pas nécessairement exclusives les unes des autres mais pourraient être menées conjointement pour avoir, in fine, le résultat le plus intéressant possible.

Ensuite il est essentiel de noter, comme de nombreuses autres études l'on déjà fait par le passé, qu'il paraît illusoire de vouloir transposer des schémas de gestion d'un hydrosystème à un autre ; chaque hydrosystème devant être étudié de façon particulière. Cela implique sur la Dordogne et la Maronne que des études complémentaires devraient être menées pour préciser les résultats obtenus dans le cadre de ce travail. Les deux principaux axes qui mériteraient d'être retenus concernent :

- La caractérisation des peuplements **naturels** de la Dordogne et de la Maronne pour pouvoir déterminer précisément l'impact des ouvrages. L'analyse diachronique n'étant pas envisageable puisque le peuplement avant l'implantation des ouvrages n'est pas connu, il serait possible de passer par le biais d'analyses synchronique avec des hydrosystèmes présentant des caractéristiques similaires dans le même contexte éco régional. Outre la caractérisation de la nature des espèces présentes et la caractérisation de la typologie des peuplements en place, ce travail permettrait aussi de caractériser le fonctionnement mésologique de stations non impactées et de le comparer aux stations soumises au régime des éclusées.
- Une étude hydraulique poussée qui permettrait d'établir le pourcentage de secteurs exondés en fonction du débit (et des hauteurs d'eau) des cours d'eau. Ce travail permettrait par un couplage avec un modèle biologique qui pourrait être réalisé à partir de la série de données présentée dans ce rapport, d'optimiser la gestion des éclusées telles qu'elle est actuellement réalisée et/ou d'intervenir sur le milieu naturel de façon à limiter le plus possible les interventions dans le milieu qui doivent de notre point de vue être le plus limité possible pour éviter une sur-artificialisation du milieu.

Enfin notons et ce n'est pas la moindre des problématiques, que la Dordogne dans la partie aval du secteur analysé est fortement marquée par une dystrophie forte. Celle-ci est de notre point de vue très préoccupante et est en l'état bien plus perturbatrice que l'impact des éclusées. Ce point particulier devra être traité, sinon en priorité, du moins conjointement à la problématique de la gestion par éclusées.

Table des matières

Sommaire.....	1
INTRODUCTION	3
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	5
Positionnement du problème	5
Impact globaux des éclusées sur les cours d'eau.....	6
Impact des perturbations sur les peuplements macrobenthiques	8
Mise en place du protocole analytique	9
I. METHODOLOGIE	11
I.1 Présentation du site d'étude.....	11
I.2 Méthodologie d'inventaire	13
I.2.1 Stations étudiées	13
I.2.2 Périodes d'échantillonnage	13
I.2.3 Protocole d'échantillonnage.....	14
I.2.4 Tri et détermination	15
I.2.5 Exploitation des résultats	15
I.3 Méthodologie de suivi des éclusées.....	17
I.3.1 Introduction.....	17
I.3.2 Stations étudiées	18
I.3.3 Protocole d'échantillonnage.....	18
I.3.3.1 Echantillonnage des substrats	18
I.3.3.2 Etude des échouages	19
I.3.3.3 Etude des dérives	19
I.3.3.4 Quelques aspects quantitatifs	20
II. RÉSULTATS OBSERVÉS SUR LA MARONNE	21
II.1 Inventaires.....	21
II.1.1 Interventions réalisées.....	21
II.1.2 Analyse de la typologie de la Maronne.....	23
II.1.2.1 Analyse biotypologique des peuplements macrobenthiques	24
II.1.2.2 Analyse biotypologique du peuplement piscicole	25
II.1.2.3 Qualité des substrats	26
II.1.3 Qualité d'habitat des stations	28
II.1.3.1 Description des stations	28
II.1.3.2 Calcul d'un score d'habitat	30
II.1.4 Analyse du peuplement.....	31
II.1.4.1 Analyse diachronique	31
II.1.4.1.1 Peuplement de la station M1	31
II.1.4.1.2 Peuplement de la station M2	32
II.1.4.2 Analyse synchronique.....	33
II.1.4.2.1 Peuplement printanier	33
II.1.4.2.2 Peuplement estival – Juin	34

II.1.4.2.3	Peuplement estival - Juillet.....	35
II.2	Suivi des éclusées	37
II.2.1	Interventions réalisées.....	37
II.2.2	Evolution de la capacité d'accueil du milieu	38
II.2.2.1	Capacité d'accueil des stations en fonction des débits	38
II.2.2.2	Superficies des substrats.....	40
II.2.3	Suivi de baisses brutales des eaux.....	42
II.2.3.1	Abondances moyennes des substrats en eau et exondés	42
II.2.3.2	Composition taxinomique des échouages.....	42
II.2.3.3	Estimation des pertes globales à l'échelle stationnelle	43
II.2.3.3.1	Analyse des densités.....	44
II.2.3.3.2	Analyse des abondances.....	44
II.2.3.4	Dérives observées lors d'une baisse brutale de débit.....	46
II.2.3.4.1	Dérives observées dans le chenal principal	47
II.2.3.4.2	Dérives observées dans le bras médian	48
II.2.3.4.3	Dérives observées dans le bras amont	48
II.2.4	Suivi d'une éclusée journalière (15-16 octobre 2008)	49
II.2.4.1	Echantillonnage de type MAG16	49
II.2.4.2	Dérives observées lors d'une éclusée journalière	51
II.2.4.2.1	Dérives observées dans le chenal principal	52
II.2.4.2.2	Dérives observées dans le bras médian	52
II.2.4.2.3	Dérives observées dans le bras amont	53
II.2.4.3	Echouages observés	54
II.2.4.4	Piégeages observés	55
II.3	Conclusion	57
III.	RÉSULTATS OBSERVÉS SUR LA DORDOGNE.....	58
III.1	Inventaires.....	58
III.1.1	Interventions réalisées	58
III.1.2	Typologie de la Dordogne	60
III.1.2.1	Typologie théorique	60
III.1.2.2	Analyse biotypologique des peuplements macrobenthiques	60
III.1.3	Qualité habitationnelle des stations	63
III.1.3.1	Qualité des substrats.....	63
III.1.3.2	Calcul d'un score station	66
III.1.4	Analyse du peuplement	67
III.1.4.1	Analyse diachronique	67
III.1.4.1.1	Station D1	67
III.1.4.1.2	Station D2	68
III.1.4.1.3	Station D3	70
III.1.4.1.4	Station D4	71
III.1.4.2	Analyse synchronique	73
III.1.4.2.1	Inventaires printaniers (Avril 2009).....	73
III.1.4.2.2	Inventaires estivaux (Juillet 2008).....	74
III.1.4.2.3	Inventaires estivaux (Août 2008).....	75
III.1.4.2.4	Inventaires estivaux (Août 2010).....	76
III.1.5	Conclusion.....	78
III.2	Suivi des éclusées	79
III.2.1	Interventions réalisées	79

III.2.2	Evolution de la capacité d'accueil du milieu	80
III.2.2.1	Qualité de l'habitat en fonction des débits	80
III.2.2.2	Superficies exondées	82
III.2.1	Echouages du 27 juin 2008.....	83
III.2.1.1	Dérives observées.....	84
III.2.1.2	Analyse globale	85
III.2.2	Echouages du 30 juillet 2008.....	86
III.2.3	Eclusee journalière du 09 avril 2009	88
III.2.3.1	Inventaires	88
III.2.3.2	Dérives observées.....	90
III.2.3.3	Echouages observés.....	90
III.2.3.4	Piégeages observés	92
III.2.3.5	Analyse globale	92
III.2.4	Eclusee journalière du 01 juillet 2009	93
III.2.4.1	Inventaires	93
III.2.4.2	Dérives observées.....	94
III.2.4.3	Echouages observés.....	95
III.2.4.4	Piégeages observés	96
III.2.4.5	Analyse globale	97
III.2.5	Estimations des pertes globales à l'échelle stationnelle.....	98
III.2.5.1	Abondances moyennes des substrats en fonction de leur inondation.....	98
III.2.5.2	Evaluation des pertes d'invertébrés.....	99
IV.	SYNTHÈSE GÉNÉRALE	101
	Au niveau du peuplement global.....	101
	Pour ce qui est des éclusées.....	101
V.	PERSPECTIVES DE GESTION	104
	CONCLUSION GÉNÉRALE	107
	Les différentes améliorations possibles du milieu.....	108
	Table des matières	110
	Table des figures.....	112
	Table des tableaux.....	114
	Table des photos	115
	Bibliographies référencées.....	117
	Bibliographies complémentaires.....	123
	Annexes.....	134

Table des figures

Figure 1.	Carte de localisation de la Dordogne et de la Maronne.....	11
Figure 2.	Profils en longs de la Dordogne et de la Maronne.	12
Figure 3.	Evolution des débits (m ³ /s) en fonction du temps sur la Maronne ; Succession d'éclusées journalières.	12
Figure 4.	Carte de localisation des stations d'inventaires.	13
Figure 5.	Présentation des périodes d'échantillonnage.	13

Figure 6.	Schéma de principe du fonctionnement d'une éclusée.....	17
Figure 7.	Carte de localisation des stations pour l'étude des éclusées.	18
Figure 8.	Schéma de principe des filets à dérives.....	20
Figure 9.	Filets à dérive en surface et dans la masse d'eau.....	20
Figure 10.	Interventions réalisées sur la Maronne en fonction de l'hydrologie	21
Figure 11.	Projection en variables supplémentaires du peuplement macrobenthique des stations M1 et M2 à différentes périodes sur la Maronne dans la structure typologique établie pour le bassin versant du Doubs par Verneaux (Verneaux 1973).	24
Figure 12.	Projection en variables supplémentaires du peuplement ichthyologique de la Maronne à l'Hospital dans la structure typologique établie pour le bassin versant de la Loire par le CSP (Vigneron).	25
Figure 13.	Projection en variables supplémentaires du peuplement ichthyologique de la Maronne à l'Hospital dans la structure typologique établie pour le bassin versant du Doubs par Verneaux (Verneaux 1973).	25
Figure 14.	Présentation des classes de substrat et de vitesse et de leur représentation.....	27
Figure 15.	Classes d'abondances des taxons indicateurs pour les inventaires I1M1 et I2M1 sur la station M1.....	32
Figure 16.	Classes d'abondances des taxons indicateurs pour MAG16 I1M2 et EM1av sur la station M2	33
Figure 17.	Classes d'abondances des taxons indicateurs	34
Figure 18.	Classes d'abondances des taxons indicateurs	35
Figure 19.	Classes d'abondances des taxons indicateurs	36
Figure 20.	Interventions réalisées sur la Maronne en fonction de l'hydrologie	37
Figure 21.	Nombre de couples S/V inventoriés en fonction de la superficie	40
Figure 22.	Scores relatifs d'habitabilité obtenus pour les stations	40
Figure 23.	Densités cumulées (individus/m ²), selon les substrats exondés, des Ephémères, Plécoptères, Trichoptères et autres taxons.....	43
Figure 24.	Densités par m ² en fonction des différentes stations et de l'inondation des substrats	44
Figure 25.	Abondances totales en fonction de la superficie de la zone étudiée correspondante.....	45
Figure 26.	Schéma de localisation des points de suivi des dérives	46
Figure 27.	Dérives apportées par le chenal principal.....	47
Figure 28.	Dérives apportées par le bras médian	48
Figure 29.	Dérives apportées par le bras amont.....	48
Figure 30.	Classes d'abondances des taxons indicateurs	50
Figure 31.	Schéma de localisation des points de suivi des dérives	51
Figure 32.	Dérives apportées par le chenal principal.....	52
Figure 33.	Dérives apportées par le bras médian	52
Figure 34.	Dérives apportées par le bras amont.....	53
Figure 35.	Interventions réalisées sur la Dordogne en fonction de l'hydrologie.....	58
Figure 36.	Projection en variables supplémentaires du peuplement macrobenthique des stations D1 à D4 à différentes périodes sur la Dordogne dans la structure typologique établie pour le bassin versant du Doubs par Verneaux (Verneaux 1973).	61
Figure 37.	Présentation des classes de substrat et de vitesse et de leur représentation.....	63
Figure 38.	Classes d'abondance des groupes indicateurs des inventaires sur la station D1	67
Figure 39.	Classes d'abondance des groupes indicateurs des inventaires sur la station D2	69
Figure 40.	Classes d'abondance des groupes indicateurs des inventaires sur la station D3.....	70
Figure 41.	Classes d'abondance des groupes indicateurs des inventaires sur la station D4.....	71
Figure 42.	Classes d'abondance des groupes indicateurs des inventaires printaniers sur les stations de la Dordogne ...	73
Figure 43.	Classes d'abondance des groupes indicateurs des inventaires estivaux sur les stations de la Dordogne.....	74
Figure 44.	Classes d'abondance des groupes indicateurs des inventaires estivaux sur les stations de la Dordogne.....	75
Figure 45.	Interventions réalisées sur la Dordogne en fonction de l'hydrologie.....	79
Figure 46.	Densités d'invertébrés (individus/m ²) présents sur les substrats avant et lors de la baisse (échouages).....	83
Figure 47.	Dérives observées lors de la baisse du 27 juin 2008 sur la station D3bis – Filet 1 bras rive droite.....	84
Figure 48.	Dérives observées lors de la baisse du 27 juin 2008 sur la station D3bis – Filet 2 chenal principal	84
Figure 49.	Densités d'invertébrés (individus/m ²) présents sur les substrats avant et lors de la baisse (échouages).....	86

Figure 50.	Classe d'abondance des groupes indicateurs pour les échantillonnages précédents l'éclusee	89
Figure 51.	Classe d'abondance des groupes indicateurs pour les échantillonnages suivant l'éclusee.....	89
Figure 52.	Dérives observées lors de l'éclusee du 09 avril 2009 sur la station D2 – Filet 1.....	90
Figure 53.	Dérives observées lors de l'éclusee du 09 avril 2009 sur la station D2 – Filet 2.....	90
Figure 54.	Densités d'invertébrés (individus/m ²) présents sur les substrats avant et lors de la baisse (échouages)	91
Figure 55.	Classe d'abondance des groupes indicateurs pour les échantillonnages avant, pendant et après l'éclusee....	94
Figure 56.	Dérives observées lors de l'éclusee du 02 juillet 2009 sur la station D2 – Filet 1.....	94
Figure 57.	Dérives observées lors de l'éclusee du 02 juillet 2009 sur la station D2 – Filet 2.....	94
Figure 58.	Densités d'invertébrés (individus/m ²) présents sur les substrats avant et lors de la baisse (échouages)	95
Figure 59.	Densités moyennes cumulées (indiv/m ²) par substrat des ordres d'invertébrés sur les zones d'échouage.....	99

Table des tableaux

Tableau 1.	Typologies de référence calculées pour les stations M1 et M2 de la Maronne.	23
Tableau 2.	Qualité biologique des couples substrat / vitesse selon les indices de description du peuplement.....	26
Tableau 3.	Recouvrement des couples substrat / vitesse pour l'ensemble des stations	29
Tableau 4.	Indices de description du peuplement de la station M1 à différentes périodes.....	31
Tableau 5.	Indices de description du peuplement de la station M2 à différentes périodes.....	32
Tableau 6.	Indices de description et de comparaison du peuplement printanier sur la Maronne	33
Tableau 7.	Indices de description et de comparaison du peuplement estival (juin) sur la Maronne.....	34
Tableau 8.	Indices de description et de comparaison du peuplement estival (juillet) sur la Maronne.....	35
Tableau 9.	Pourcentage de recouvrement des couples substrat / vitesse pour l'ensemble des stations	39
Tableau 10.	Superficies des substrats en eau et exondées sur la station M2 pour différents débits de la Maronne.	41
Tableau 11.	Abondances moyennes des substrats en eau et exondés	42
Tableau 12.	Abondances estimées des superficies inondées et évaluation des pertes par échouages.....	43
Tableau 13.	Nombre d'individus perdus et pourcentage de perte par rapport au peuplement initial (échelle stationnelle)	45
Tableau 14.	Indices de description du peuplement de la station M2 avant, pendant et après l'éclusee du 16/17 octobre 2008	49
Tableau 15.	Densités moyennes d'individus présents dans les MAG et échoués (individus/m ²) selon les taxons et les substrats	54
Tableau 16.	Densités d'invertébrés observées lors du suivi de l'éclusee	54
Tableau 17.	Indices de description du peuplement piégé	55
Tableau 18.	Répartition des principaux ordres d'invertébrés	56
Tableau 19.	Calcul de la typologie théorique (d'après la formule de Verneaux) sur les cinq stations de la Dordogne. .	60
Tableau 20.	Qualité biologique des couples substrat / vitesse selon les indice de description du peuplement.	64
Tableau 21.	Qualité habitationnelle des stations de la Dordogne	66
Tableau 22.	Indices de description du peuplement de la station D1 à différentes périodes.....	67
Tableau 23.	Indices de description du peuplement de la station D2 à différentes périodes.....	68
Tableau 24.	Indices de description du peuplement de la station D3 à différentes périodes.....	70
Tableau 25.	Indices de description du peuplement de la station D4 à différentes périodes.....	71
Tableau 26.	Indices de description du peuplement printanier de la Dordogne.....	73
Tableau 27.	Indices de description du peuplement estival de la Dordogne	74
Tableau 28.	Indices de description du peuplement estival de la Dordogne	75
Tableau 29.	Indices de description du peuplement estival de la Dordogne en 2010.....	76
Tableau 30.	Recouvrement des classes de substrats pour l'ensemble des stations	80
Tableau 31.	Pourcentage de recouvrement des couples substrat / vitesse pour l'ensemble des stations	81
Tableau 32.	Qualité habitationnelle des stations de la Dordogne	81
Tableau 33.	Superficies des substrats en eau et pourcentage des substrats exondés.....	82
Tableau 34.	Estimation des échouages à l'échelle stationnelle	82

Tableau 35.	Densités moyennes d'individus présents dans les MAG et échoués (individus/m ²) selon les taxons et les substrats	83
Tableau 36.	Densités d'invertébrés observées lors du suivi de la baisse brutale des eaux.....	84
Tableau 37.	Répartition des principaux ordres d'invertébrés	85
Tableau 38.	Densités moyennes d'individus présents dans les MAG et échoués (individus/m ²) selon les taxons et les substrats	86
Tableau 39.	Densités d'invertébrés observées lors du suivi de la baisse brutale des eaux.....	87
Tableau 40.	Répartition des abondances respectives principaux ordres d'invertébrés	87
Tableau 41.	Indices de description du peuplement des stations avant et après l'écluse du 09 avril 2009.....	88
Tableau 42.	Densités moyennes d'individus présents dans les MAG et échoués (individus/m ²) selon les taxons et les substrats	90
Tableau 43.	Densités d'invertébrés observées lors du suivi de l'écluse	91
Tableau 44.	Indices de description du peuplement piégé.....	92
Tableau 45.	Répartition des principaux ordres d'invertébrés	92
Tableau 46.	Indices de description du peuplement de la station D2 avant, pendant et après l'écluse du 01 juillet 2009	93
Tableau 47.	Densités moyennes d'individus présents dans les MAG et échoués (individus/m ²) selon les taxons et les substrats	95
Tableau 48.	Densités d'invertébrés observées lors du suivi de l'écluse	96
Tableau 49.	Indices de description du peuplement piégé.....	96
Tableau 50.	Répartition des principaux ordres d'invertébrés	97
Tableau 51.	Abondances moyennes des substrats en eau et des zones d'échouages.....	98
Tableau 52.	Densités moyennes observées sur les zones d'échouages suivant le type de baisse	99
Tableau 53.	Pertes globales estimées à l'échelle stationnelle (nombre d'individus).....	100

Table des photos

Photo 1.	Barrage de Hauteffage sur la Maronne.....	11
Photo 2.	Barrage du Sablier sur la Dordogne	11
Photo 3.	Prélèvement à l'aide d'un filet surber.	14
Photo 4.	Capture d'insectes adultes à l'aide d'un « aspirateur à insectes ».	14
Photo 5.	Prélèvement à l'aide d'un surber emmanché.....	15
Photo 6.	Capture d'insectes adultes à l'aide d'un filet à papillons.....	15
Photo 7.	Tri des échantillons et collecte des insectes.....	15
Photo 8.	Substrats exondés sur la station M2	19
Photo 9.	Zone d'échouage sur la station M2.....	19
Photo 10.	La Maronne ; amont de la station M2 le 29/06/2008 ; 20 m ³ /s	22
Photo 11.	La Maronne ; aval de la station M2 le 29/06/2008 ; 2 m ³ /s	22
Photo 12.	La Maronne ; Station M1 le 22/04/2008 ; 2 m ³ /s.....	22
Photo 13.	La Maronne ; Station M1 le 01/07/2008 ; 1 m ³ /s.....	22
Photo 14.	Zone de marnage sur la station M2 entre 40 m ³ /s et 2 m ³ /s.....	38
Photo 15.	Zone de marnage sur la station M2 entre 40 m ³ /s et 2 m ³ /s.....	38
Photo 16.	Ephémère (Heptageniidae) mise à sec sur un galet.....	46
Photo 17.	Trichoptères à fourreaux échoués.....	46
Photo 18.	La Dordogne ; aval de la station D1 le 02/07/2008	59
Photo 19.	La Dordogne ; amont de la station D2 le 03/07/2008	59
Photo 20.	La Dordogne ; station D3 le 03/07/2008 Bras principal de la Dordogne	59
Photo 21.	La Dordogne ; station D3 le 03/07/2008 Bras secondaire en rive droite.....	59
Photo 22.	La Dordogne ; amont de la station D4 le 02/07/2008 Bras secondaire en rive droite	59
Photo 23.	La Dordogne ; aval de la station D4 le 02/07/2008 - Bras principal	59

Photo 24.	<i>La confluence Dordogne/Maronne quelques heures avant la</i>	<i>Photo 25.</i>	80
Photo 25.	<i>Zones d'échouages à la confluence Dordogne/Maronne.</i>		80
Photo 26.	<i>Invertébrés piégés dans des zones d'exondation.</i>		100
Photo 27.	<i>Zones d'échouages sur la Dordogne, amont du pont de Mols.</i>		100

Bibliographies référencées

Allan, J. D., (1995). Stream Ecology. Structure and Function of Running Waters. Chapman & Hall, New York; 388 pp.

Angradi, T.R., 1999. Fine sediment and macroinvertebrate assemblages in Appalachian streams: a field experiment with biomonitoring applications. Journal of the North American Benthological Society 18, 49–66.

Arge Limnologie (2001): Auswirkungen des Schwellbetriebes auf die aquatische und terrestrische Fauna in ufernahen Bereichen. Rapport établi sur mandat de l'Abteilung Umweltschutz des Amtes der Tiroler Landesregierung, Innsbruck, 201 p.

Arge Trübung Alpenrhein (2001): Trübung und Schwall im Alpenrhein. Rapport final, rapport spéciaux et étude bibliographique sur mandat de la Commission internationale pour la protection du Rhin, Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie. Ensemble env. 500 p. + annexes.

Armitage, P. D., R. J. M. Gunn, M. T. Furse, J. F. Wright & D. Moss, (1987). The use of prediction to assess macroinvertebrate response to river regulation. Hydrobiologia 144: 25–32.

Armitage, P.D. (1984): Environmental changes induced by stream regulation and their effect on lotic macroinvertebrate communities. In: LILLEHAMMER, A., SALTVEIT, S.J.(eds.): Regulated Rivers. Universitetsforlaget AS, Oslo, 139 – 165.

Bain M.B., Finn J.T. & Booke H. (1988). Streamflow regulation and fish community structure. Ecology, 69 (2), 382-392.

Baumann P., Klaus, I. (2003) : Conséquences écologiques des éclusées : Etude bibliographique. L'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage OFEFP. 116 p.

Benke, A., 1990. Perspective on America's vanishing streams. Journal of the North American Benthological Society 9 (1), 77– 88.

Blandin P. & Lamotte M. (1985). Fondements rationnels de l'aménagement d'un territoire. Masson, Paris.

Boon P.J. (1988). The impact of river regulation on invertebrate communities in the V.K. Regulated Rivers: Research & Management, 2, 389-409.

Borchardt D. & Statzner B. (1990). Ecological impact of urban stormwater runoff studied in experimental flumes: population loss by drift and availability of refugial space. Aquatic Sciences, 52, 299-314.

Borchardt D. (1993). Effects of flow and refugia on drift loss of benthic macroinvertebrates: implications for habitat restoration in lowland streams. Freshwater Biology, 29, 221-227.

Brittain, J.E. and Saltveit, S.J. (1989). 'A review of the effects of river regulation on mayflies (Ephemeroptera)', Regul. Rivers: Res. Mgmt, 3, 191–204.

Brooker, M.P. (1981): The impact of Impoundments on the downstream Fisheries and general ecology of Rivers. Adv. Appl. Biol. 6, 91 – 152.

Bruns D.A. & Minshall G.W. (1983). Macroscopic models of community organization: analyses of diversity, dominance and stability in guilds of predaceous stream insects. In Barnes J.R & Minshall G.W. (Eds), Stream Ecology. Application and Testing of General Ecological Theory Plenum Press, New York, 231-264.

Casado C., Garcia De Jalon D., Del Olmo C.M., Barcelo E. & Menes F. (1989). The effect of an irrigation and hydroelectric reservoir on its downstream communities. *Regulated Rivers: Research & Management*, 4, 275-284.

Cereghino, R., Lavandier, P. (1998): Influence of hydropowering on the distribution and larval development of the Plecoptera from a mountain stream. *Regulated Rivers: Research & Management* 14, 297 – 309.

Cohen P. (1994). La variabilité hydrologique comme facteur structurant les communautés animales lotiques. Cemagref Lyon - BEA/LHQ, 31 p.

Coineau, N., (2000). Adaptions to interstitial groundwater life. In Wilkens, H., D. C. Culver & W. F. Humphreys (eds), *Ecosystems of the World, Vol. 30. Subterranean Ecosystems*. Elsevier, Amsterdam,, 189–210.

Crisp D. T. (1981). A desk study of the relationship between temperature and hatchingtime for eggs of five species of salmonidfishes. *Freshwater Biology*, 11, 361-368.

Crisp D.T. (1988). Prediction, from temperature, of eyeing, hatching and « swim-up » times for salmonid embryos. *Freshwater Biology*, 19, 41-48.

Cushman, R.M. (1985): Review of ecological effects of rapidly varying flows downstream from hydroelectric facilities. *N. Am. J. Fish. Man.* 5, 330 – 339.

Detenbeck N.E., Devore :P.W., Niemi G.J. & Lima A. (1992). Recovery of temperate-stream fish communities from disturbance: a review of case studies and synthesis of theory. *Environmental management*, 16(1), 33-53.

Doeg, T. (1984). 'Response of the macroinvertebrate fauna of the Mitta Mitta River, Victoria, to the construction and operation of Dartmouth Dam. 2. Irrigation release', *Occas. Pap. Mus. Vict.*, 1, 101–108.

Fisher, S.G., Lavoy, A. (1972): Differences in littoral fauna due to fluctuating water levels below a hydroelectric dam. *J. Fish. Res. Board Can.* 29, 1472 – 1476.

Fraley J., Marotz B., Decker-Hess J., Beattie W. & Zubik R. (1989). Mitigation, compensation and future protection for fish populations affected by hydropower development in the upper Columbia system, Montana, USA. *Regulated Rivers: Research & Management*, 3, 3-18.

Fritz, K. M. & W. K. Dodds, (2004). Resistance and resilience of macroinvertebrate assemblages to drying and flood in a tallgrass prairie stream system. *Hydrobiologia* 527: 99–112.

Galvin Y. (1989). Hydrobiologie d'une rivière aménagée: le moyen Verdon. Hydrochimie et macroinvertébrés benthiques d'un tronçon à débit régulé. Impacts de l'aménagement sur l'hydrosystème. Thèse de doctorat en sciences, université de Droit, d'économie et des sciences d'Aix-Marseille-III, St-Jérôme, 186 p.

Garcia de Jalon D., Montes C., Barcelo E., Casado C & Menes F. (1988). Effects of hydroelectric scheme on fluvial ecosystems within the Spanish Pyrenees. *Regulated Rivers: Research & Management*, 2, 479-491.

Geist, D.R., Dauble, D.D., (1998). Redd site selection and spawning habitat use by fall chinook salmon: the importance of geomorphic features in large rivers. *Environmental Management* 22, 655–669.

Gore, J.A., Niemela, S., Resh, V.H., Statzner, B. (1994): Near-substrate hydraulic conditions under artificial floods from peaking hydropower operation: A preliminary analysis of disturbance intensity and duration. *Regulated Rivers: Research & Management* 9, 15 – 34.

Graf, W.L., (1999). Dam nation: a geographic census of American dams and their large-scale hydrologic impacts. *Water Resources Research* 35 (4), 1305– 1311.

Graf, W.L., (2001). Damage control: restoring the physical integrity of America's rivers. *Annals of the Association of American Geographers* 91 (1), 1 –27.

- Halleraker, J.H., Harby, A., Hessevik, T., Saltveit, S.J. (2002): Individual response of juvenile atlantic salmon and brown trout to rapid and frequent flow fluctuations. Abstract, 4th Symp. Ecohydraulics, Cape Town, 1 p.
- Hamilton, R., Buell, J.W. (1976): Effects of modified hydrology on Campbell River salmonids. Environment Canada, Fisheries and Marine Service, Technical Report Series No. PAC/T-76-20, 156 p. + annexe.
- Heggenes J. (1988). Effects of short-term flow fluctuations on displacement of, and habitat use by, brown trout in a small stream. Transactions of the American Fisheries Society, 117,336-344.
- Hicks R.J., Hall J.D., Bisson P.A. & Sedell J.R. (1991). Responses of salmonids to habitat changes. in Meehan W.R. (Eds), Influence of Forest and Rangeland Mmanagement on Salmon id Fishes and their Habitats, 483-518.
- Holmes, R. M., S. G. Fisher, N. B. Grimm & B. J. Harper, (1998). The impact of flash floods on microbial distribution and biogeochemistry in the parafluvial zone of a desert stream. Freshwat. Biol. 40: 641–654.
- Lancaster, J. & A. G. Hildrew, (1993). Characterizing in-stream flow refugia. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 50: 1663–1675.
- Liebig, H., Lim, P., Belasud, A. (1998): Influence du débit de base et de la durée des éclusées sur la dérive d'alevins de truite commune: expérimentations en canal semi-naturel. Bull. Fr. Pêche Piscic. 350/351, 337 – 347.
- Ligon, F. K., W. E. Dietrich, and W. J. Trush. 1995. Downstream ecological effects of dams. Bioscience 45(3):183–192.
- Limnex (2001): Schwall/Sunk-Betrieb in schweizerischen Fließgewässern. Etude des données disponibles sur mandat de l'OFEFP, Division protection des eaux et pêche, Berne, 29 p + annexe.
- Lisle, T.E., (1989). Sediment transport and resulting deposition in spawning gravels, north coastal California. Water Resources Research 25 (6), 1303– 1319.
- Lytle, D. A., (2001). Disturbance regimes and life-history evolution. The American Naturalist 157: 525–536.
- Magilligan, F.J., Nislow, K.H., (2001). Long-term changes in regional hydrologic regime following impoundment in a humid-climate watershed. Journal of the American Water Resources Association 37 (6), 1551– 1569.
- Magilligan, F.J., Nislow, K.H., (2005). Changes in hydrologic regime by dams. Geomorphology 71 (2005) 61–78
- Marrer, H. (1994): Entlandung des Palübeckens im Jahre 1994. Ergebnisse der zwischen dem 5. und 8. April 1994 im Poschiavino durchgeführten Notabfischung. Rapport succinct du Büro für Gewässer- und Fischereifragen SA, Soleure, sur mandat des Kraftwerke Brusio SA, Poschiavo, 7 p.
- Minshall G.W. & Winger EV. (1968). The effect of reduction in stream flow on invertebrate drift. Ecology, 49, 580-582.
- Minshall, G. W. & J. N. Minshall, (1977). Microdistribution of benthic invertebrates in a Rocky Mountain (U.S.A.) stream. Hydrobiologia 55(3): 231–249.
- Montgomery, W.L., McCormick, S.D., Naiman, R.J., Whoriskey, F.G., Black, G.A., (1983). Spring migratory synchrony of salmonid, catostomid, and cyprinid fishes in Riviere a` la Truite, Quebec. Canadian Journal of Zoology 61, 2495–2502.
- Moog, O., Chovanec, A. (1998): Die «ökologische Funktionsfähigkeit» – ein Ansatz der integrierten Gewässerbewertung in Österreich. Münchener Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flussbiologie 51, Oldenbourg, Munich, 57 – 118.

Moog, O., Graf, W., Ofenböck, T., Wimmer, R. (1998): Ökologische Untersuchungen an der Falschauer (Südtirol). Etude réalisée sur mandat de l'Autonome Provinz Bozen par l'Universität für Bodenkultur, Vienne, 102 p.

Moog, O., Jungwirth, M., Muhar, S., Schönbauer, B. (1993): Berücksichtigung ökologischer Gesichtspunkte bei der Wasserkraftnutzung durch Ausleitungskraftwerke. Österreichische Wasserwirtschaft 45, 197 – 210.

Moritz, C., Hubmann, C., Hubmann, M., Vacha, C., Zapf, F. (1999): Saalach – Bad Reichenhall. Restwasser- und Schwallproblematik. Makrozoobenthos, morphologisch-hydraulische Parameter. Rapport de ARGE Limnologie sur mandat du Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, 56 p. + annexe.

Næsje, T., Jonsson, B., Skurdal, J., (1995). Spring flood: a primary cue for hatching of river spawning Coregoninae. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 52, 2190– 2196.

Niemi G.J., DeVore P., Detenbeck N., Taylor D., Lima A., Pastor J., Yount J.D. & R.J., N. (1990). Overview of case studies on recovery of aquatic systems from disturbance. Environmental Management, 14, 571-587.

Nilsson, C., (1982). Effects of stream regulation on riparian vegetation. In: Lillehammer, A., Saltveit, S.J. (Eds.), Regulated Rivers. Columbia University Press, New York, pp. 93– 106.

Nislow, K.H., Magilligan, F.J., Fassnacht, H., Bechtel, D., Ruesink, A., (2002). Effects of hydrologic alteration on flood regime of natural floodplain communities in the upper Connecticut River. Journal of the American Water Resources Association 38, 1533– 1548.

Pearson W.D. & Franklin D.R. (1968). Some factors affecting drift rates of Baetis and Simuliidae in a large river. Ecology, 49, 75-81.

Petts G.E. & Foster I. (1985). Rivers and Landscape. Edward Arnold.

Pickett, S. T. A. & P. S. White (eds), (1985). The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics. Academic Press, San Diego.

Poff N.L. & Ward J.V (1991). Drift responses of benthic invertebrates to experimental streamflow variation in a hydrologically stable stream. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 48, 1926-1936.

Poff N.L. (1992). Why disturbances can be predictable: a perspective on the definition of disturbance in streams. Journal of North American Benthological Society, 11, 86-92.

Poff, N.L., Allan, J.D., Bain, M.B., Karr, J.R., Prestegard, K.L., Richter, B.D., Sparks, R.E., Stromberg, J.C. (1997): The natural flow regime. A paradigm for river conservation and restoration. BioScience 47/11, 769 – 784.

Poff, N.L., Allan, J.D., Bain, M.B., Karr, J.R., Prestegard, K.L., Richter, B.D., Sparks, R.E., Stromberg, J.C., (1997). The natural flow regime. BioScience 47 (11), 769– 784.

Power, M.E., Dietrich, W.E., Finlay, J.C., (1996). Dams and downstream aquatic biodiversity: potential food web consequences of hydrologic and geomorphic change. Environmental Management 20 (6), 887– 895.

Rader, R. B. & J. V. Ward, (1988). Influence of regulation on environmental conditions and the macroinvertebrate community in the upper Colorado River. Regulated Rivers: Research and Management 2: 597–618.

Radford, D.S., Hartland-Rowe, R. (1971): A preliminary investigation of bottom fauna and invertebrate drift in an unregulated and a regulated stream in Alberta. J. appl. Ecol. 8, 883 – 903.

Ramírez, A. & C. M. Pringle, (1998). Structure and production of a benthic insect assemblage in a neotropical stream. J. n. am. benthol. Soc. 17.

Reice S.R., Wissmar R.C. & Naiman R.J. (1990). Disturbance regimes, resilience and recovery of animal communities and habitats in lotic ecosystems. Environmental Management, 14, 647-659.

Reiser D.W., Wesche T.A. & Estes C. (1989). Status of instream flow legislation and practices in North America. *Fisheries*, 14 (2), 22-29.

Resh, V.H., Brown, A.V., Covich, A.P., Gurtz, M.E., Li, H.W., Minshall, G.W., Reice, S.R., Sheldon, A.I., Wallace, J.B., Wissmar, R.C. (1988): The role of disturbance in stream ecology. *J. N. Am. Benth. Soc.* 7, 433 – 455.

Richards, C., Bacon, K.L., (1994). Influence of fine sediment on macroinvertebrate colonization of surface and hyporheic stream substrates. *Great Basin Naturalist*, 106– 113.

Richter, B.D., Baumgartner, J.V., Powell, J., Braun, D.P., (1996). A method for assessing hydrologic alteration within ecosystems. *Conservation Biology* 10 (4), 1163–1174.

Sabaton C. & Miquel J. (1993). La méthode des microhabitats : un outil d'aide au choix d'un débit réservé à l'aval des ouvrages hydroélectriques. *Expérience d'Electricité de France. Hydroécologie appliquée*, 5 (1), 127-163.

Saltveit, S.J., Halleraker, J.H., Arnekleiv, J.V., Harby, A. (2001): Field experiments on stranding in juvenile Atlantic Salmon (*Salmo salar*) and Brown Trout (*Salmo trutta*) during rapid flow decreases caused by hydropowering. *Regulated Rivers: Research & Management* 17, 609 - 622.

Scarsbrook M.R. & Townsend C.R. (1993). Stream community structure in relation to spatial and temporal variation: a habitat templet study of two contrasting New Zealand streams. *Freshwater Biology*, 29, 395-410.

Scheidegger, K.J., Bain, M.B., (1995). Larval fish distribution and microhabitat use in free flowing and regulated rivers. *Copeia* (1), 125–135.

Souchon Y., Trocherie E, Fragnoud E. & Lacombe C. (1989). Les modèles numériques des microhabitats des poissons: application et nouveaux développements. *Revue des Sciences de l'Eau*, 2 (4), 807-830.

Stanford J.A. & Ward J.V. (1983). Insect species diversity as a function of environmental variability and disturbance in stream systems. in Bames J.R & Minshall G.W. (Eds), *Stream Ecology. Application and Testing of General Ecological Theory*, Plenum Press, New York, 265-278.

Townsend C.R. & Hildrew A.G. (1994). Species traits in relation to a habitat templet for river systems. *Freshwater Biology*, 31, 265-275.

Townsend C.R. (1989). The patch dynamic concept of stream community ecology. *Journal of North American Benthological Society*, 8, 36-50.

Uvb Kwb (1992): Umweltverträglichkeitsbericht zum Konzessionsprojekt (1991) «Erneuerung und Ausbau der Kraftwerke im oberen Puschlav», Teile V.1, V.2, VI.2, VI.3. Rapports établis sur mandat des Kraftwerke Brusio SA, Poschiavo, total env. 210 p. + annexes.

Valentin S. (1990). Ecosystèmes perturbés: L'exemple de la gestion par éclusées des aménagements hydroélectriques. D.E.A. Analyse et modélisation des systèmes biologiques. Rapport bibliographique, université. Claude-Bernard, Lyon-I, Cemagref DQEPP /LHQ, 31 p.

Valentin S. (1996) Effets des éclusées hydroélectriques en rivière: diagnostic hydroécologique et aide à la gestion. Exemple de la Fontaulière (Ardèche). *La Houille blanche*, 5, 25-31 .

Valentin S., Sempeski P., Souchon Y. & Gaudin P. (1994). Short-term habitat use by young grayling (*Thymallus thymallus*) under variable flow conditions in an experimental stream. *Fisheries Management and Ecology*, 1, 57-65.

Valentin S., Wasson J.G. & Philippe M. (1995). Effects of hydropower peaking on epilithon and invertebrate community trophic structure. *Reg. Riv. : Res. & Manag.*, 10, 105-119.

Valentin, S. (1995): Variabilité artificielle des conditions d'habitat et conséquences sur les peuplements aquatiques: Effets écologiques des éclusées hydro- électriques en rivière. Etude de cas (Ance du Nord et Fontaulière) et approches expérimentales. Thèse Univ. Claude Bernard Lyon I, 272 p. + annexes.

Valentin, S. (1997): Effets écologiques des éclusées en rivière. Expérimentations et synthèse bibliographique. Études du CEMAGREF, série Gestion des milieux aquatiques, Nr. 13, 79 p.

Vibert R. (1939). Répercussions piscicoles du fonctionnement par éclusées des usines hydroélectriques. Bulletin français de pisciculture, 116, 109-115 et 117, 137-155.

Vibert R. (1948). Dommages piscicoles des usines hydroélectriques, évaluation et limitation. Bulletin français de pisciculture, 148, 89-112 et 149, 159-166. Ward J.v. (1974). A temperature-stressed stream ecosystem below a hypolimnial release mountainreservoir.Arch. Hydrobiol., 74 (2),247-275.

Ward J.v. (1976). Effects of flow patterns below large dams on stream benthos: a review. in Orsborne J.F.&Allman C.H. (Eds),Instreamflow needs symposium, American Fisheries Society, 235-253.

Ward, J.V. and Stanford, J.A. (1979). 'Ecological factors controlling stream zoobenthos with emphasis on thermal modification in regulated streams', in Ward, J.V. and Stanford, J.A., (Eds), The Ecology of Regulated Streams. Plenum Press, New York. pp. 35–55.

Waters, T.F., (1995). Sediment in streams: sources, biological effects and control. American Fisheries Society Monograph, vol. 7. The American Fisheries Society, Bethesda, Maryland (251 pp.).

Webster J.R, Guitz M.E., Hains J.J., Meyer J.L., Swank W.T., Waide J.B. & Wallace J.B. (1983). Stability of stream ecosystems. in Barnes J.R & Minshall G.W. (Eds), Stream ecology. Application and testing of general ecological theory, Plenum Press, 355-395.

Weisberg S.B.,Janicki A.J., GerritsenJ. & Wùson H.T. (1990). Enhancement of benthic macroinvertebrates by minimum flow from a hydroelectric dam. Regulated Rivers: Research & Management, 5(265),265-277.

Wootton, J.T., Parker, M.S., Power, M.E., (1996). Effects of disturbance on river food webs. Science 273 (5281), 1558– 1561.

Wu, F.C., (2000). Modeling embryo survival affected by sediment deposition into salmonid spawning gravels: application to flushing flow prescriptions. Water Resources Research 36 (6), 1595–1603.

Bibliographies complémentaires

American Rivers, and NPS (Rivers, Trails, and Conservation Assistance Program, National Park Service) (1996). River renewal: Restoring rivers through hydropower dam relicensing. Washington, DC, 94 pp.

American Rivers, Friends of the Earth, and Trout Unlimited. (1999). Dam removal success stories: Restoring rivers through selective removal of dams that don't make sense. American Rivers, Friends of the Earth, and Trout Unlimited, Washington, DC, 115 pp.

Ammann, M. (1993): Das durch Wasserkraftnutzung veränderte Abflussregime eines alpinen Fliessgewässers und dessen Auswirkungen auf das Makrobenthos. Thèse EPF n° 10107, 147 p.

Andrews, E.D., (1986). Downstream effects of Flaming Gorge Reservoir on the Green River, Colorado and Utah. Geological Society of America Bulletin 97 (8), 1012– 1023.

Aqua Plus (1990): Biologische Begleitung der Schwallversuche in der Sihl vom Sommer 1990. Rapport établi sur mandat de l'Office de la protection des eaux et des constructions hydrauliques du canton de Zurich, 29 p. + annexes.

Armitage, P. D., (1977). Invertebrate drift in the regulated River Tees, and an unregulated tributary Maize Beck, below Cow Green Dam. Freshwat.Biol. 7: 167–183.

Arnould, M. 1997. Loire dams to be dismantled for salmon. World Rivers Review 12(4):10.

ASCE (American Society of Civil Engineers, Task Committee on Guidelines for Retirement of Dams and Hydroelectric Facilities of the Hydropower Committee of the Energy Division) (1997). Guidelines for Retirement of Dams and Hydroelectric Facilities. American Society of Civil Engineers, New York, 243 pp.

ASCE, Sediment and aquatic habitat in river systems. Journal of Hydraulic Engineering vol. 118, 5. American Society of Civil Engineers, pp. 669–687.

Auer, N. A. (1996). Response of spawning lake sturgeons to change in hydroelectric facility operation. Transactions of the American Fisheries Society 125:66 –77.

Bain M.B. & BoltzJ.M. (1989). Regulated stream flow and warm water stream fish: a General Hypothesis and Research Agenda. V.5. Fish and Wildlife Service, Alabama, Biological report 89 (18), 28 p.

Bain, M.B., (1993). Fish assemblage recovery along a riverine disturbance gradient. Ecological Applications 3, 531–544.

Bain, M.B., Finn, J.T., Booke, H.E., (1988). Streamflow regulation and fish community structure. Ecology 69, 382–392.

Bardonnnet A. (1989). Occupation de l'espace par les jeunes stades de Salmonidés : vie sous graviers, émergence et dévalaison chez l'ombre commun, *Thymallus thymallus*, L. 1758. Thèse de doctorat 3e cycle, université Claude- Bernard Lyon-!.

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

Baur, H. (2002): Habitat- und Makrozoobenthos diversität entlang drei alpiner Flüsse. Travail de diplôme, EPF Zurich / EAWAG, 57 p. + annexe.

Benke, A. C., K. A. Parsons & S. M. Dhars, (1991). Population and community patterns of invertebrate drift in an unregulated coastal plain river. Can.J. Fish. aquat. Sci. 48: 811–823.

- Benke, A. C., R. J. Hunter & K. F. Parrishs, (1986). Invertebrate drift dynamics in a subtropical blackwater river. *J. N. am. benthol. Soc.* 5: 173–190.
- Benstead, J. P., J. G. March, C. M. Pringle & F. N. Scatena, (1999). Effects of a low-head dam and water abstraction on migratory tropical stream biota. *Ecol. Appl.* 9.
- Biggs, B. J. F., (1995). The contribution of flood disturbance, catchment geology and land use to the habitat template of periphyton in stream ecosystems. *Freshwater Biology* 33: 419–438.
- Bird, G. A. & H. B. N. Hynes, (1981). Movement of immature aquatic insects in a lotic habitat. *Hydrobiologia* 77: 103–112.
- Blyth, J.D., Doeg, T.J., and St Clair, R.M. (1984). 'Response of the Mitta Mitta River, Victoria, to the construction and operation of Dartmouth Dam. I. Construction and initial filling period', *Occas. Pap. Mus. Vict.*, 1, 83–100.
- Bogan, A. E. (1993). Freshwater bivalve extinctions (Mollusca: Unionoida): A search for causes. *American Zoologist* 33:599– 609.
- Born, S. M., K. D. Genskow, T. L. Filbert, N. Hernandez-Mora, M. L. Keefer, and K. A. White. (1998). Socioeconomic and Institutional dimensions of dam removals: The Wisconsin Experience. *Environmental Management* 22(3):359 –370.
- Born, S. M., T. L. Filbert, K. D. Genskow, N. Hernandez-Mora, M. L. Keefer, and K. A. White. (1996). The removal of small dams: An institutional analysis of the Wisconsin experience. Department of Urban and Regional Planning, University of Wisconsin-Madison/Extension. Extension Report 8/96-1, 52 pp.
- Boulton, A. J. & E. H. Stanley, (1995). Hyporheic processes during flooding and drying of a Sonoran Desert stream. II. Faunal dynamics. *Archiv für Hydrobiologie* 134: 27–52.
- Boulton, A. J., (1993). Stream ecology and surface-hyporheic hydrologic exchange: Implications, techniques and limitations. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 44: 553–564.
- Bovee K.D. (1985). Evaluation of the effects of hydropeaking on aquatic macroinvertebrates using PHABSIJ\1. in Olson EW., White RG. & Hamre RH. (Eds), *Proceedings of the Symposium on Small Hydropower Fisheries*, may 1-3 1985, American Fisheries Society, Aurora, Colorado, 236-241.
- Bovee, K.D. (1982): A guide to stream habitat analysis using the instream flow incremental methodology. *Instream Flow Information Paper No. 12 FWS/OBS 82/26*. Western Energy and Land Use Team, U.S. Fish and Wildlife Service, Ft. Collins, Colorado, 248 p.
- Bradshaw, A.D. (1997): What do we mean by restoration? In: Urbanska, K.M., Webb, N.R., Edward S., P.J. (eds.): *Restoration Ecology and Sustainable Development*. Cambridge University Press, Cambridge, 8 – 14.
- Brandt, S.A., (2000). Classification of geomorphological effects downstream of dams. *Catena* 40, 375– 401.
- Bretschko G. & Moog O. (1990). Downstream effects of intermittent power generation. *Wat. Sci. Tech.*, 22 (5), 127-135.
- Brewin, P. A. & S. J. Ormerod, (1994). Macroinvertebrate drift in streams of the Nepalese Himalaya. *Freshwat. Biol.* 32: 573–583.
- Brittain, J. E. & T. J. Eikeland, (1988). Invertebrate drift: a review. *Hydrobiologia* 166: 77–93.
- Brooker, M. P. & R. J. Hemsworth, (1978). The effect of the release of an artificial discharge of water on invertebrate drift in the R. Wye, Wales. *Hydrobiologia* 59: 155–163.
- Brusven M.A. & MacPhee C. (1976). The Effects of River Fluctuations resulting from Hydroelectric Peaking on Selected Invertebrates and Fish. Idaho Water Resources Research Institute, University of Idaho, Moscow, Idaho, USA, Project A-035-IDA, 46 p.

- Camargo, J. A., and N. J. Voelz. (1998). Biotic and abiotic changes along the recovery gradient of two impounded rivers with different impoundment use. *Environmental Monitoring and Assessment* 50:143–158.
- Castleberry, D. T., J. J. Cech Jr., D. C. Erman, D. Hankin, M. Healey, G. M. Kondolf, M. Mangel, M. Mohr, P. B. Moyle, J. Nielsen, T. P. Speed & J. G. Williams, (1996). Uncertainty and instream flow standards. *Fisheries* 21(8): 20–21.
- Cellot, B. S., (1989). Macroinvertebrate movements in a large European river. *Freshwat. Biol.* 22: 45–55.
- Charpentier, B. & A. Morin, (1994). Effect of current velocity on ingestion rates of blackfly larvae. *Can. J. Fish. aquat. Sci.* 51: 1615–1619.
- Chatterjee, P. (1997). Dam busting. *New Scientist* 155:34 –37.
- Chau, K. C. (1995). The Three Gorges project of China: Resettlement prospects and problems. *Ambio* 24(2):98 –102.
- Chien, N., (1985). Changes in river regime after the construction of upstream reservoirs. *Earth Surface Processes and Landforms* 10 (2), 143– 159.
- Chisholm, I., and L. Aadland. (1994). Environmental impacts of river regulation. Minnesota Department of Natural Resources, St. Paul, Minnesota, 31 pp.
- Church, M. (1995). Geomorphic response to river flow regulation: Case studies and time scales. *Regulated Rivers: Research and Management* 11:3–22.
- Ciborowski J. J. H., P. J. Pointing & L. D. Corkum, (1977). The effect of current velocity and sediment on the drift of the mayfly *Ephemerella subvaria* McDunnough. *Freshwat. Biol.* 7: 567–572.
- Ciborowski, J. J. H. & D. A. Craig, (1989). Factors influencing dispersion of larval black flies (Diptera: Simuliidae): effects of current velocity and food concentration. *Can. J. Fish. aquat. Sci.* 46: 1329–1341.
- Ciborowski, J. J. H. & H. F. Clifford, (1983). Life histories, microdistribution and drift of two mayfly (Ephemeroptera) species in the Pembina River, Alberta, Canada. *Holarct. Ecol.* 6: 3–10.
- Ciborowski, J. J. H. (1987). Dynamics of drift and microdistribution of two mayfly populations: a predictive model. *Can. J. Fish. aquat. Sci.* 44: 832–845.
- Claret, C., P. Marmonier, M.-J. Dole-Olivier, M. Creuze´ des Chatelliers, A. J. Boulton & E. Castella, (1999). A functional classification of interstitial invertebrates: supplementing measures of biodiversity using species traits and habitat affinities. *Archiv fur Hydrobiologie* 145: 385–403.
- Clarke, K. R. & R. M. Warwick, (2001). *Change in Marine Communities: an Approach to Statistical Analysis and Interpretation*, 2nd edn. Plymouth Marine Laboratory, U.K.
- Clifford, H.F. (1982). 'Life cycles of mayflies (Ephemeroptera), with special reference to voltinism', *Quaest. Entomol.*, 18, 15–90.
- Collier, M. P., R. H. Webb, and E. D. Andrews. (1997). Experimental flooding in the Grand Canyon. *Scientific American* 276:82–89.
- Collier, M., R. J. Webb, and J. C. Schmidt. (1996). Dams and rivers: A primer on the downstream effects of dams. US Geological Survey, Tucson, Arizona, Circular 1126, 94 pp.
- Cooke, G. D., E. B. Welch, S. A. Peterson, and P. R. Newroth. (1993). Sediment removal. Pages 451–533 in *Restoration and Management of Lakes and Reservoirs*, 2nd ed. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida.
- Corkum, L. D., Pointing, P. J. & J. J. H. Ciborowski, (1977). The influence of current velocity and substrate on the distribution and drift of two species of mayflies (Ephemeroptera). *Can. J. Zool.* 55: 1970–1977.
- Corrarino C.A. & Brusven M.A. (1983). The effects of reduced stream discharge on insect drift and stranding of near shore insects. *Freshwater Invertebrate Biology*, 2, 88-98.

- Cortes, R. M. V., M. T. Ferreira, S. V. Oliveira & D. Oliveira, (2002). Macroinvertebrate community structure in a regulated river segment with different flow conditions. *River Research and Applications* 18: 367–382.
- Cowx LG. & Gould R.A. (1985). The effects of short-term regulation releases from an impoundment on downstream fish fauna. *Aquaculture and fisheries management*, 1,257-264.
- Crisp, D. T. & S. Robson, (1979). Some effects of discharge upon the transport of animals and peat in a north Pennine headstream. *J. appl. Ecol.* 16: 721–736.
- Cushman, R.M., (1985). Review of ecological effects of rapidly varying flows downstream from hydroelectric facilities. *North American Journal of Fisheries Management* 5, 330–339.
- Dadswell, M. J. (1996). The removal of Edwards Dam, Kennebec River, Maine: Its effects on the restoration of anadromous fishes. Draft environmental impact statement, Kennebec River, Maine, Appendices 1–3, 92 pp.
- Dai, Q. (1991). The Three Gorges project and free speech in China. *Chicago Review* 39(3):275–278. Devine, R. S. 1995. The trouble with dams. *The Atlantic Monthly* 276:64 –74.
- Death, R. G. & M. J. Winterbourn, (1994). Environmental stability and community persistence: a multivariate perspective. *Journal of the North American Benthological Society* 13: 125–139.
- Denslow, J. S., (1985). Disturbance-mediated coexistence of species. In Pickett, S. T. A. & P. S. White (eds), *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*. Academic Press, New York, 301–323.
- Doeg, T. J., and J. D. Koehn. (1994). Effects of draining and desilting a small weir on downstream fish and macroinvertebrates. *Regulated Rivers: Research and Management* 9:263– 277.
- Doisy, K. E. & C. F. Rabeni, (2001). Flow conditions, benthic food resources, and invertebrate community composition in a low-gradient stream in Missouri. *J.n. am. Benthol. Soc.* 20(1): 17–32.
- Dole-Olivier, M. -J., P. Marmonier & J. -L. Beffy, (1997). Response of invertebrates to lotic disturbance: is the hyporheic zone a patchy refugium? *Freshwater Biology* 37: 257–276.
- Doyle, M.W., Stanley, E.H., Harbor, J.M., Grant, G.S., (2003). Dam removal in the US: emerging needs for science and policy. *Eos* 84, 29– 33.
- Dynesius, M., and C. Nilsson. (1994). Fragmentation and flow regulation of river systems in the Northern third of the world. *Science* 266:753–762.
- Edington, J. M., (1968). Habitat preferences in net-spinning caddis larvae with special reference to the influence of water velocity. *Journal of Animal Ecology* 37: 675–692.
- Edmunds, R. L. (1991). The Three Gorges Project: the environmental argument surrounding China's super dam. *Global Ecology and Biogeography Letters* 1:105–125.
- Elliott, J. M., (1968). The daily activity patterns of mayfly nymphs (Ephemeroptera). *J. Zool., Lond.* 155: 201–221.
- Elliott, J. M., (1971). The distances traveled by drifting invertebrates in a Lake District stream. *Oecologia* 6: 350–379.
- Facey D.E. & Grossman G.D. (1992). The relationship between water velocity, energetic costs and microhabitat use in four North American stream fishes. *Hydrobiologia*, 239, 1-6.
- Finlayson, B.L., Gippel, C.J., and Brizga, S.O. (1994). 'Effects of reservoirs on downstream aquatic habitat', *J. Aust. Water Works Assoc.*, 21, 15–20.
- Flecker, A. S., (1992). Fish predation and the evolution of invertebrate drift periodicity: evidence from neotropical streams. *Ecology* 73: 438–448.
- Frutiger, A. (submitted): Effects of hydroelectric power production on the life history of a Benthic Invertebrate (*Allogamus auricollis*, Trichoptera). *Freshwater Biology*.

- Füreder, L., (1994). Drift patterns in Costa Rica streams. Ph.D. Thesis, Innsbruck University, Austria.
- Giller, P. S., N. Sangpradub & H. Twomey, (1991). Catastrophic flooding and macroinvertebrate community structure. *Verh. int. Ver. Limnol.* 24: 1724–1729.
- Gillilan, D. M., and T. C. Brown. (1997). Instream flow protection: Seeking a balance in western water use. Island Press, Washington, DC, 417 pp.
- Gippel, C.J. and Finlayson, B.L. (1993). 'Downstream environmental impacts on regulation of the Goulburn River, Victoria', in Hydrology and Water Resources Symposium. Institution of Engineers Australia. Canberra, Australia.
- Gislason, J.C. (1985): Aquatic insect abundance in a regulated stream under fluctuating and stable diel flow patterns. *N. Am. J. Fish. Man.* 5, 39 – 46.
- Gore, J. A., (1989). Models for predicting benthic macroinvertebrate habitat suitability under regulated flows. In Gore, J. A. & G. E. Petts (eds), *Alternatives in Regulated River Management*, CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida: 253–265.
- Gore, J. A., (1994). Hydrological change. In Calow, P. & G.E. Petts (eds), *The Rivers Handbook: Hydrological and Ecological Principles*, Blackwell Scientific Publications, London: 33–54.
- Gore, J.A., Nestler, J.M., Layzer, J.B. (1989): Instream flow predictions and management options for biota affected by peaking-power hydroelectric operations. *Regulated Rivers: Research & Management* 3, 35 – 48.
- Graf, W.L., (1980). The effect of dam closure on downstream rapids. *Water Resources*
- Gray, L. J. & S. G. Fisher, (1981). Postflood recolonization pathways of macroinvertebrates in a lowland sonoran desert stream. *Am. Midl. Nat.* 106: 249–257.
- Griffith, M. B. & S. A. Perry, (1993). The distribution of macroinvertebrates in the hyporheic zone of two small Appalachian headwater streams. *Arch. Hydrobiol.* 126(3): 373–384.
- Growns, I. O. & J. A. Davis, (1994). Longitudinal changes in near-bed flows and macroinvertebrate communities in a Western Australian stream. *J.n. am. Benthol. Soc.* 13(4): 417–438.
- Hadley, R.F., Emmett, W.W., (1998). Channel changes downstream from a dam. *Journal of the American Water Resources Association* 34 (3), 629–637.
- Halleraker, J.H., Alfredsen, K., Arnekleiv, J.V., Fjeldstad, H.P., Harby, A., Saltveit, S.J. (1999): Environmental impacts of hydro peaking — with emphasis on river Nidelva in Trondheim, Norway. *Travaux présentés lors du International Seminar «Optimum Use of Run-Of-River Hydropower Schemes»*, Trondheim, 5 p.
- Hancock, P. J. & A. J. Boulton, (2005). The effects of an environmental flow release on water quality in the hyporheic zone of the Hunter River, Australia. *Hydrobiologia* 552: 75– 85.
- Hancock, P. J., A. J. Boulton & W. F. Humphreys, (2005). Aquifers and hyporheic zones: towards an ecological understanding of groundwater. *Hydrogeology Journal* 13: 98–111.
- Harby, A., Alfredsen, K.T., Fjeldstad, H.P., Halleraker, J.H., Arnekleiv, J.V., Borsanyi, P., Flodmark, L.E.W., Saltveit, S.J., Johansen, S.W., Vehanen, T., Huusko, A., Clarke, K., Scruton, D.A. (2001): Ecological impacts of hydro peaking in rivers. *Proceedings of Hydropower 2001*, Bergen, 8 p.
- Harby, A., Halleraker, J.H., Alfredsen, K., Arnekleiv, J.V., Johansen, S., Saltveit, S.J. (1999): Impacts of hydropeaking on Norwegian riverine ecosystems. *Extended abstract, 3rd Symp. Ecohydraulics*, Salt Lake City, 4 p.
- Heggenes J. & Traaen T. (1988). Downstream migration and critical water velocities in stream channels for fry of four salmonid species. *Journal of Fish Biology*, 32, 717-727.

- Heiler, G., T. Hein, F. Schiemer, and G. Bornette. (1995). Hydrological connectivity and flood pulses as the central aspects for the integrity of a river-floodplain system. *Regulated Rivers: Research and Management* 11:351–361.
- Hering, D., M. Gerhard, R. Manderbach & M. Reich, (2004). Impact of a 100-year flood on vegetation, benthic invertebrates, riparian fauna and large woody debris standing stock in an alpine floodplain. *River Research and Applications* 20: 445–457.
- Hicks B.J. & Jowett LG. (1992). Impacts of Flows Modified by Hydroelectricity Generation on Angling and Trout Productivity in the Hinemaiaia River. *New Zealand Freshwater Fisheries*, 107, 66 p.
- Hill, M. J., E. A. Long, and S. Hardin. (1993). Effects of dam removal on Dead Lake, Chipola River, Florida. *Apalachicola River Watershed Investigations*, Florida Game and Fresh Water Fish Commission. A Wallop-Breaux Project F-39-R, 12 pp.
- Hunter, M.A. (1992): Hydropower flow fluctuations and salmonids: a review of the biological effects, mechanical causes, and options for mitigation. State of Washington, Department of Fisheries, Technical Report No. 119, 46 p.
- Hynes, J. D., (1975). Downstream drift of invertebrates in a river in southern Ghana. *Freshwat. Biol.* 5: 515–532.
- Imbert, J. B. & J. A. Perry, (1999). Invertebrate responses to stepwise and abrupt increases in non-scouring flow. The role of refugia. *Arch. Hydrobiol.* 146: 167–187.
- Irvine, J. R. & P. R. Henriques, (1984). A preliminary investigation on effects of fluctuating flows on invertebrates of the Hawea River, a large regulated river in New Zealand. *New Zealand. J. mar. Freshwat. Res.* 18: 283–290.
- Irvine, J. R., (1985). Effects of successive flow perturbations on stream invertebrates. *Can. J. Fish. aquat. Sci.* 42: 1922–1927.
- Irvine, J.R., Jowett, I.G. (1987): Flow control. In: HENRIQUES, P.R. (Ed.): *Aquatic biology and hydroelectric power development in New Zealand*. Oxford Univ. Press, Auckland, 94 – 112.
- Iversen, T. M., B. Kronvang, B. L. Madsen, P. Markmann, and M. B. Nielsen. (1993). Re-establishment of Danish streams: Restoration and maintenance measures. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 3:73–92.
- Jowett, I. G. & J. Richardson, (1990). Microhabitat preferences of benthic invertebrates in a New Zealand river and the development of in-stream flow-habitat models for *Deleatidium* spp. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 24: 19–30.
- Junk, W. J., P. B. Bayley, and R. E. Sparks. (1989). The flood pulse concept in river–floodplain systems. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences* 106:110–127.
- Kanehl, P. D., J. Lyons, and J. E. Nelson. (1997). Changes in the habitat and fish community of the Milwaukee River, Wisconsin, following removal of the Woolen Mills Dam. *North American Journal of Fisheries Management* 17:387–400.
- Koetsier, P. & C. F. Bryan, (1996). Is macroinvertebrate drift a density-dependent mechanism of the benthos in the lower Mississippi River? *J. Freshwat. Ecol.* 11: 1–10.
- Kohler, S. L., (1983). Positioning on substrate, positioning changes, and diel drift periodicities in mayflies. *Can. J. Zool.* 61: 1362– 1368.
- Kohler, S. L., (1985). Identification of stream drift mechanisms: an experimental and observational approach. *Ecology* 66: 1749– 1761.
- Kondolf, G. M. (1997). Hungry water: Effects of dams and gravel mining on river channels. *Environmental Management* 21(4): 533–551.
- Kondolf, G.M., Wilcock, P.R., (1996). The flushing flow problem: defining and evaluation objectives. *Water Resources Research* 32, 2589– 2599.

- Kovalak, W. P., (1979). Day-night changes in stream benthos density in relation to current velocity. Arch. Hydrobiol. 87: 1–18.
- Lancaster, J., A. G. Hildrew & C. Gjerlov, (1996). Invertebrate drift and longitudinal transport processes in streams. Can. J. Fish. aquat. Sci. 53: 572–582.
- Lauters F. (1993). La gestion par éclusées des ouvrages hydroélectriques d'Électricité de France. Enquête auprès des exploitants. EDF/DER, HE 31/ 92-19,102 p.
- Lauters F. (1995). Impacts sur l'écosystème aquatique de la gestion par éclusées des ouvrages hydroélectriques. Étude de quelques cours d'eau et analyse des phénomènes mis en jeu. Thèse de doctorat, université de Toulouse, EDF/DER Chatou, 189 p.
- Layzer, J. B., T. J. Nehus, W. Pennington, J. A Gore & J. M. Nestler, (1989). Seasonal variation in the composition of drift below a peaking hydroelectric project. Regul. Riv. 3: 29–34.
- Lehmkuhl, D. M. & N. H. Anderson, (1972). Microdistribution and density as factors affecting the downstream drift of mayflies. Ecology 53: 661–667.
- Lehmkuhl, D.M. (1972). 'Changes in thermal regime as a cause of reduction of benthic fauna downstream of a reservoir', J. Fish. Res. Bd Can., 29, 1329–1332.
- Ligon, F.K., Dietrich, W.E., Trush, W.J., (1995). Downstream ecological effects of dams. BioScience 45 (3), 183– 192.
- Lytle, D. A., (2002). Flash floods and aquatic insect life-history evolution: evaluation of multiple models. Ecology 83: 370– 385.
- Magilligan, F.J., Graber, B., (1996). Hydroclimatological and geomorphic controls on the timing and spatial variability of floods in New England, USA. Journal of Hydrology 178, 159– 180.
- Magilligan, F.J., Nislow, K.H., Graber, F.J., (2003). A scaleindependent assessment of discharge reduction and riparian dis-connectivity following flow regulation by dams. Geology 31 (7), 569– 572.
- Malard, F., D. Galassi, M. Lafont, S. Dole´dec & J. V. Ward, (2003). Longitudinal patterns of invertebrates in the hyporheic zone of a glacial river. Freshwater Biology 48: 1709–1725.
- Malavoi J.R. & Carrel G. (1986). Impacts biologiques du fonctionnement par éclusées des ouvrages hydroélectriques de la rivière d'Ain: étude préliminaire. ARALEBPB, 35 p.
- Malmqvist, B., and G. Englund. (1996). Effects of hydropower induced flow perturbations on mayfly (Ephemeroptera) richness and abundance in north Swedish river rapids). Hydrobiologia 341:145–158.
- Mann, R.H.K. (1988): Fish and fisheries of regulated rivers in the UK. Regulated Rivers: Research & Management 2, 411 – 424.
- March, J. G., J. P. Benstead, C. M. Pringle & F. N. Scatena, (1998). Migratory drift of larval freshwater shrimps in two tropical streams, Puerto Rico. Freshwat. Biol. 40: 261–273.
- Maridet L. (1994). La végétation rivulaire, facteur de contrôle du fonctionnement écologique des cours d'eau: influence sur les communautés benthiques et hyporhéiques et sur les peuplements de poissons dans trois cours d'eau du Massif Central. Thèse de doctorat, université Claude Bernard-Lyon-I, Cemagref Lyon BEA/LHQ, 295 p.
- Marmonier, P. & M. des Creuze Chatelliers, (1991). Effects of spates on interstitial assemblages of the Rhone River. Importance of spatial heterogeneity. Hydrobiologia 210: 243–251.
- Matter, W. J., P. L. Hudson, G. E. Saul, (1983). Invertebrate drift and particulate organic material transport in the Savannah River below Lake Hartwell during a peak power generation cycle. In Fontaine, T. D. & S. M. Bartell (eds), Dynamics of Lotic Ecosystems. Ann Arbor Press, Michigan: 357–369.

- Matthaei, C. D., K. A. Peacock & C. R. Townsend, (1999). Patchy surface stone movement during disturbance in a New Zealand stream and its potential significance for the fauna. *Limnol. Oceanogr.* 44: 1091–1102.
- Matthaei, C. D., K. A. Peacock & C. R. Townsend, (1999). Scour and fill patterns in a New Zealand stream and potential implications for invertebrate refugia. *Freshwater Biology* 42: 41–57.
- McCully, P. (1997). *Silenced rivers: The ecology and politics of large dams*. Zed Books, London, 350 pp.
- Milner A.M., Bishop D.M. & Smith L.A. (1985). The influence of water temperature and stream flow on sockeye salmon fry emergence and migration in Black Bear creek, Southern Alaska. in Olson E.W., White R.G. & Hamre R.H. (Eds), *Proceedings of the Symposium on Small Hydropower Fisheries*, may 1-3 1985, American Fisheries Society, Aurora, Colorado, 54-58.
- Milner, N.J., Scullion, J., Carling, P.A., Crisp, D.T. (1981): The effects of discharge on sediment dynamics and consequent effects on Invertebrates and Salmonids in Upland Rivers. *Adv. App. Biol.* 6, 153 – 220.
- Miyake, Y., T. Hiura & S. Nakano, (2005). Effects of frequent streambed disturbance on the diversity of stream invertebrates. *Archiv für Hydrobiologie* 162: 465–480.
- Moog O. (1993). Quantification of daily peak hydropower effects on aquatic fauna and management to minimize environmental impacts. *Regulated Rivers: Research & Management*, 8, 5-14.
- Moog, O., (1993). Quantification of daily peak hydropower effects on aquatic fauna and management to minimize environmental impacts. *Reg. River Res. and Manage.* 8: 5–14.
- Morgan, R. P. R. E. Jacobson, S. B. Weisberg, L. A. McDowell & H. T. Wilson, (1991). Effects of flow alteration to benthic macroinvertebrate communities below the Brighton hydroelectric dam. *J. Freshwater Ecology* 6(4): 419–429.
- Müller, K., (1982). The colonization cycle of freshwater insects. *Oecologia* 52: 202–207.
- Nelson, J. E., and P. Pajak. (1990). Fish habitat restoration following dam removal on a warmwater river. Pages 57–65 in *The restoration of Midwestern stream habitat*. American Fisheries Society, North Central Division, Rivers and Streams Technical Committee Symposium Proceedings at the 52nd Midwest Fish and Wildlife Conference, 4–5 December, 1990. Minneapolis, Minnesota.
- Nelson, S. M. & R. A. Roline, (1995). Aquatic macroinvertebrate communities and probable impacts of various discharges: Upper Arkansas River. Technical Memorandum No. 8220-95- 4. Technical Service Center, Bureau of Reclamation, Denver, Colorado.
- Newbury R.W. (1984). Hydrologic determinants of aquatic insect habitats. in Resh V.H. & Rosenberg D.M. (Eds), *The Ecology of Aquatic Insects*, Praeger, New York, 323-357.
- Niemela S.L. (1989). The Influence of Peaking Hydroelectric Discharges on Habitat Selection and Movement Patterns of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). MSc thesis, Tennessee Technological University, Cookeville, 118 p.
- O'Hop, J. & J. B. Wallace, (1983). Invertebrate drift, discharge, and sediment relations in a southern Appalachian headwater stream. *Hydrobiologia* 98: 71–84.
- Orth D.J. (1987). Ecological considerations in the development and application of instream flow habitat models. *Regulated Rivers: Research & Management*, 1, 171-181.
- Palmer, M. A. (1992). Incorporating lotic meiofauna into our understanding of faunal transport dynamics. *Limnol. Oceanogr.* 37: 329–341.
- Palmer, M. A., A. E. Bely & K. E. Berg, (1992). Response of invertebrates to lotic disturbance: a test of the hyporheic refuge hypothesis. *Oecologia* 89: 182–194.
- Palmer, M. A., P. Arensburger, A. P. Martin & D.W. Denman, (1996). Disturbance and patch-specific responses: the interactive effects of woody debris and floods on lotic invertebrates. *Oecologia* 105: 247–257.

- Parasiewicz, P., Schmutz, S., Moog, O. (1998): The effect of managed hydropower peaking on the physical habitat, benthos and fish fauna in the River Bregenzerach in Austria. *Fisheries Management and Ecology* 5, 403 – 417.
- Perry, S.A., Perry, W.B., and Stanford, J.A. (1985). 'Effects of stream regulation on density, growth, and emergence of two mayflies (Ephemeroptera: Ephemerellidae) and a caddiefly (Trichoptera: Hydropsychidae) in two Rocky Mountain rivers (USA)', *Can. J. Zool.*, 64, 656–666.
- Petts, G. E. (1984). *Impounded rivers: Perspectives for ecological management*. John Wiley & Sons. Chichester, England, 322 pp.
- Petts, G.E. (1984): *Impounded Rivers*. John Wiley & Sons, London, 302 p. POFF, N.L. (1992): Why disturbances can be predictable: a perspective on the definition of disturbance in streams. *J. N. Am. Benth. Soc.* 11, 86 – 92.
- Petts, G.E., Pratts, J.D., (1983). Channel changes following reservoir construction on a lowland river. *Catena* 10 (1–2), 77– 85.
- Phillips, J.D., (2001). Sedimentation in bottomland hardwoods downstream of an east Texas dam. *Environmental Geology* 40, 860– 868.
- Poff, N. L., J. D. Allan, M. B. Bain, J. R. Karr, K. L. Prestegard, B. D. Richter, R. E. Sparks, and J. C. Stromberg. (1997). The natural flow regime. *Bioscience* 47(11):769 –784.
- Poff, N. L., R. D. DeCino & J. V. Ward, (1991). Size-dependent responses of mayflies to experimental hydrologic variation: active predator avoidance or passive hydrodynamic displacement?. *Oecologia* 88: 577–586.
- Poff, N.L., Hart, D.D., (2002). How dams vary and why it matters for the emerging science of dam removal. *BioScience* 52, 659– 668.
- Powell G.c. (1958). Evaluation of the Effects of a Power Dam Water Release Pattern upon the Downstream Fishery. Colorado cooperative Fisheries Research Unit, Quarterly report, 31-37 p.
- Powell, K., (2002). Open the floodgates! *Nature* 420, 356– 358.
- Puckridge, J.T., Sheldon, F., Walker, K.F., Boulton, A.J., 1998. Flow variability and the ecology of large rivers. *Marine and Freshwater Research* 49 (1), 55– 72.
- Quinn, J. M., and C. W. Hickey. (1990). Magnitude of effects of substrate particle size, recent flooding, and catchment development on benthic invertebrates. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 24:411–427.
- Reice, S. R., R. C. Wissmar & R. J. Naiman, (1990). Disturbance regimes, resilience, and recovery of animal communities and habitats in lotic ecosystems. *Envir. Manage.* 14: 647–659.
- Rempel, L. L., J. S. Richardson & M. C. Healey, (1999). Flow refugia for benthic macroinvertebrates during flooding of a large river. *J. n. am. Benthol. Soc.* 18: 34–48.
- Rice, S. P., M. T. Greenwood & C. B. Joyce, (2001) Tributaries, sediment sources, and the longitudinal organization of macroinvertebrate fauna along river systems. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58: 824–840.
- Statzner, B., J. A. Gore & V. H. Resh, (1988). Hydraulic stream ecology: observed patterns and potential applications. *J.n. am. Benthol. Soc.* 7(4): 307–360.
- Rosemond, A. D., C. M. Pringle & A. Ramírez, (1998). Macroconsumer effects on insect detritivores and detritus processing in a tropical stream. *Freshwat. Biol.* 39: 515–523.
- Roxburgh, S. H., K. Shea & J. B. Wilson, (2004). The intermediate disturbance hypothesis: patch dynamics and mechanisms of species coexistence. *Ecology* 85: 359–371.
- Rykiel E.J. (1985). Towards a definition of ecological disturbance. *Australian Journal of Ecology*, 10, 361–365.
- Schlosser, I. J. & K. K. Ebel, (1989). Effects of flow regime and cyprinid predation on a headwater stream. *Ecol. Monogr.* 59: 41–57.

Scott D. & Shirvell C.S. (1987). A critique of the instream flow incremental methodology and observations on flow determination in New Zealand. in Craig J.F. & Kemper J.B. (Eds), Regulated streams: Advances in Ecology, Plenum Press, New York, 27-44.

Scrimgeour, G. J. & M. J. Winterbourn, (1989). Effects of floods on epilithon and benthic macroinvertebrate populations in an unstable New Zealand river. *Hydrobiologia* 171: 33–44.

Scrimgeour, G. J., R. J. Davidson & J.M. Davidson, (1988). Recovery of benthic macroinvertebrate and epilithic communities following a large flood, in an unstable, braided, New Zealand river. *New Zeal. J. mar. Freshwat. Res.* 22: 337–344.

Scullion, J. & A. Sinton, (1983). Effects of artificial freshets on substratum composition, benthic invertebrate fauna and invertebrate drift in two impounded rivers in mid-Wales. *Hydrobiologia* 107: 261–269.

Sear, D. A. (1995). Morphological and sedimentological changes in a gravel-bed river following 12 years of flow regulation for hydropower. *Regulated Rivers: Research and Management* 10:247–264.

Sedell R.J., Reeves G.H., Hauer ER, Stanford J.A. & Hawkins C.P. (1990). Role of refugia in recovery from disturbances : modern fragmented and disconnected river systems. *Environmental Management*, 14, 711-724.

Shuman, J. R. (1995). Environmental considerations for assessing dam removal alternatives for river restoration. *Regulated Rivers: Research and Management* 11:249 –261.

Simons, R. K., and D. B. Simons. (1991). Sediment problems associated with dam removal- Muskegon River, Michigan. Pages 680–685 in *Hydraulic engineering, Proceedings of the 1991 national conference of the American Society of Civil Engineers*, 29 July–2 August. American Society of Civil Engineers, Nashville, Tennessee.

Staggs, M., J. Lyons, and K. Visser. (1995). Habitat restoration following dam removal on the Milwaukee River at West Bend. Pages 202–203 in *Wisconsin's biodiversity as a management issue: A report to Department of Natural Resources managers*. Wisconsin Department of Natural Resources.

Stanford, J. A., and F. R. Hauer. (1991). Mitigating the impacts of stream and lake regulation in the Flathead River catchment, Montana, USA: An ecosystem perspective. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 2:35– 63.

Stanford, J. A., J. V. Ward, W. J. Liss, C. A. Frissell, R. N. Williams, J. A. Lichatowich, and C. C. Coutant. (1996). A general protocol for restoration of regulated rivers. *Regulated Rivers: Research and Management* 12:391–413.

Statzner B. & Müller R (1989). Standard hemispheres as indicators of flow characteristics in lotic benthos research. *Freshwater Biology*, 21, 445-459.

Statzner B., C. Dejoux & J.-M. Elouard, (1984). Field experiments on the relationship between drift and benthic densities of aquatic insects in tropical streams (Ivory Coast). 1. Introduction: review of drift literature, methods and experimental conditions. *Rev. Hydrobiol. Trop.* 17: 319–334.

Statzner B., Gore J.A. & Resh V.H. (1988). Hydraulic stream ecology: observed patterns and potential applications. *Journal of the North American Benthological Society.*, 7 (4),307-360.

Thorup, J., (1970). The influence of a short-termed flood on a springbrook community. *Arch. Hydrobiol.* 66: 447–457.

Townsend, C. R. & A. G. Hildrew, (1976). Field experiments on the drifting, colonization and continuous redistribution of stream benthos. *J. anim. Ecol.* 45: 759–772.

Townsend, C. R., M. R. Scarsbrook & S. Dolédec, (1997). Quantifying disturbance in streams: alternative measures of disturbance in relation to macroinvertebrate species traits and species richness. *J.n. am. Benthol. Soc.* 16(3): 531–544.

Townsend, C. R., S. Dolédec & M. R. Scarsbrooks, (1997). Species traits in relation to temporal and spatial heterogeneity in streams: a test of habitat templet theory. *Freshwat. Biol.* 37: 367–387.

Travnicek, V. H., M. B. Bain, and M. J. Maceina. (1995). Recovery of a warmwater fish assemblage after the initiation of a minimum flow-release downstream from a hydroelectric dam. *Transactions of the American Fisheries Society* 124: 836–844.

Trotzky H.M. & Gregory R.W. (1974). The effects of water flow manipulation below a hydroelectric power dam on the bottom fauna of the upper Kennebec River, Maine. *Transactions of the American Fisheries Society*, 103,318-324.

Tyus, H. M., and B. D. Winter. (1992). Hydropower development. *Fisheries* 17(1):30 –32.

Valentin S. (1995). Variabilité artificielle des conditions d'habitat et conséquences sur les peuplements aquatiques: effets écologiques des éclusées hydroélectriques en rivière. Etudes de cas (Aneé du Nord et Fontaulière) et approches expérimentales. Thèse de doctorat, université Claude Bernard- Lyon-I, Cemagref Lyon BEA/LHQ, 284 p.

Valentin S., Lauters E, Sabaton C., Breil P. & Souchon y. (1996). Temporal variations of physical habitat for brown trout (*Salmo trutta fario*, L. 1758) in hydropowering situations: methodological approach tested in two French streams. presented at the «First International Symposium on Habitat Hydraulics», Trondheim, Norway, 18-20 august 1994 (submitted to *Regulated Rivers: Research & Management*), Conference proceedings,277-293.

Valentin S., Souchon y. & Wasson J.G. (1994). Evaluation of hydropowering effects on fish community and habitat. in Cowx LG. (Eds), *Rehabilitation of Freshwater Fisheries*, Fishing News Books, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 138-151.

Valentin, S., Lauters, F., Sabaton, C., Breil, P., Souchon, Y. (1998): Modelling temporal variations of physical habitat for brown trout (*Salmo trutta*) in hydropowering conditions. *Regulated Rivers: Research & Management* 12, 317 – 330.

Vehanen, T., Bjerke, P.L., Heggenes, J., Huusko, A., Mäki-Petäys, A. (2000): Effect of fluctuating flow and temperature on cover type selection and behaviour by juvenile brown trout in artificial flumes. *J. Fish. Biol.* 56, 923 – 937.

Vinson, M. R., (2001). Long-term dynamics of an invertebrate assemblage downstream from a large dam. *Ecological Applications* 11(3): 711–730.

Ward and J. A. Stanford (eds.), *The ecology of regulated streams*. Plenum Press, New York.

Ward J.V & Stanford J.A. (1983). The intermediate-disturbance hypothesis : an explanation for biotic diversity patterns in lotic ecosystems. in Fontaine T.D. & Bartell S.M. (Eds), *Dynamics of lotic ecosystems*, Ann Arbor Science, Ann Arbor, Michigan, 347-356.

Ward, J. V., and J. A. Stanford. (1995). Ecological connectivity in alluvial river ecosystems and its disruption by flow regulation. *Regulated Rivers: Research and Management* 11:105–119.

Ward, J.V. and Stanford, J.A. (1983). 'The serial discontinuity concept of lotic ecosystems', in Fontaine, T.D. and Bartell, S.M., (Eds), *Dynamics of Lotic Ecosystems*. Ann Arbor Science Publishers Inc., Ann Arbor. pp. 29–42.

Winget, R. N., (1984). *Brachycentrus americanus* and *B. occidentalis* (Trichoptera) in a regulated stream. *Journal of Freshwater Ecology* 2(4): 373–381.

Wood, P. J., and P. D. Armitage. (1997). Biological effects of fine sediment in the lotic environment. *Environmental Management* 21(2):203–217.

Yeager, B. L. (1994). Impacts of reservoirs on the aquatic environment of regulated rivers. Tennessee Valley Authority, Water Resources, Aquatic Biology Department, Norris, Tennessee. TVA/WR/AB-93/1.

Annexes

Annexe 1.	Fiche d'échantillonnage MAG16.....	136
Annexe 2.	Liste taxinomique du MAG16 I2M1.....	137
Annexe 3.	Liste taxinomique du MAG16 I1M2.....	138
Annexe 4.	Liste taxinomique du MAG16 EM1pdt.....	139
Annexe 5.	Liste taxinomique du MAG16 EM1av.....	140
Annexe 6.	Liste taxinomique du MAG16 I1M1.....	141
Annexe 7.	Liste taxinomique du MAG16 EM1ap.....	142
Annexe 8.	Liste taxinomique du MAG16 I3M1.....	143
Annexe 9.	Liste taxinomique du MAG16 I3M2.....	144
Annexe 10.	Liste taxinomique du MAG16 EM2av.....	145
Annexe 11.	Liste taxinomique du MAG16 EM2pdt.....	146
Annexe 12.	Liste taxinomique du MAG16 EM2ap.....	147
Annexe 13.	Cartographie de la station M1.....	148
Annexe 14.	Cartographie de la station M2 à 40 m ³ /s.....	149
Annexe 15.	Abondances des taxons en fonction substrats et de leur inondation.....	150
Annexe 16.	Liste faunistique des dérives observées sur la Maronne.....	151
Annexe 17.	Liste taxinomique du MAG16 IS1D1.....	152
Annexe 18.	Liste taxinomique du MAG16 IS1D2.....	153
Annexe 19.	Liste taxinomique du MAG16 IS1D3.....	154
Annexe 20.	Liste taxinomique du MAG16 IS1D4.....	155
Annexe 21.	Liste taxinomique du MAG16 I2D1.....	156
Annexe 22.	Liste taxinomique du MAG16 I2D2.....	157
Annexe 23.	Liste taxinomique du MAG16 I2D3.....	158
Annexe 24.	Liste taxinomique du MAG16 I2D4.....	159
Annexe 25.	Liste taxinomique du MAG16 I3D1.....	160
Annexe 26.	Liste taxinomique du MAG16 I3D2.....	161
Annexe 27.	Liste taxinomique du MAG16 I3D3.....	162
Annexe 28.	Liste taxinomique du MAG16 I3D4.....	163
Annexe 29.	Liste taxinomique du MAG16 EM3D1.....	164
Annexe 30.	Liste taxinomique du MAG16 EM3D2.....	165
Annexe 31.	Liste taxinomique du MAG16 EM3D3.....	166
Annexe 32.	Liste taxinomique du MAG16 EM3D4.....	167
Annexe 33.	Liste taxinomique du MAG16 EM4av.....	168
Annexe 34.	Liste taxinomique du MAG16 EM4pdt.....	169
Annexe 35.	Liste taxinomique du MAG16 EM4ap.....	170
Annexe 36.	Liste taxinomique du MAG16 D1 aout 2010.....	171
Annexe 37.	Liste taxinomique du MAG16 D2 aout 2010.....	173
Annexe 38.	Liste taxinomique du MAG16 D3 aout 2010.....	174
Annexe 39.	Liste taxinomique du MAG16 D4 août 2010.....	176
Annexe 40.	Liste taxinomique du MAG16 D5 août 2010.....	178
Annexe 41.	Cartographie de la station D1.....	179
Annexe 42.	Cartographie de la station D2.....	180
Annexe 43.	Cartographie de la station D3.....	181

Annexe 44.	Cartographie de la station D4.....	182
Annexe 45.	Cartographie de la station D5.....	183

Annexe 1. Fiche d'échantillonnage MAG16

 Gestion des cours d'eau et des zones humides ETUDE - CONSEIL - INGENIERIE	FICHE D'ECHANTILLONNAGE « MAG 16 » Protocole MAG 16	
	Cours d'eau :	Référence de l'intervention :
Référence station :	Date :	Heure :

Hydrologie :

Hauteur moyenne de la lame d'eau (en cm) :

Physico-chimie (mesures in situ) :

Température extérieure (en°C)		Conductivité (en µs/cm)	
Température de l'eau (en°C)		Oxygène dissous (en mg/l)	
pH (en u.pH)		Saturation en oxygène dissous (en %)	
Turbidité (visibilité en mètres du disque de Secchi)			

		2	4	5	3	1
Vitesses superficielles (en cm/s)	V	V>150	150>V>75	75>V>25	25>V>5	V<5
Supports	S					
Bryophytes	11					
Spermaphytes immergés	10					
Eléments organiques grossiers (racines)	9					
Eléments organiques grossiers (litières)	8					
Sédiments minéraux de grandes taille (pierres, galets) 250 mm > Ø > 25 mm	7					
Granulats grossiers 25 mm > Ø > 2.5 mm	6					
Spermaphytes émergents	5					
Sédiments fins organiques « vases » Ø ≤ 0.1 mm	4					
Sables et limons Ø < 2.5 mm	3					
Surfaces naturelles et artificielles (roches, dalles, sols, parois) blocs > 25 mm	2					
Algues	1					
marne et argile	0					

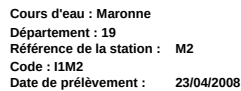
Référence de l'échantillon : 1 à 16

	Vitesse Préférentielle		Vitesse secondaire		Vitesse possible		Vitesse improbable compte tenu de la nature du substrat
---	------------------------	---	--------------------	---	------------------	---	---

				Numéros des échantillons																	
N° substrat				5	7	3	10	8	5	3	8	4	2	9	2	10	6	3	7		
N° vitesse				3	3	3	3	3	1	5	1	1	3	5	5	5	3	1	5		
% de recouvrement				0,1%	21,9%	7,2%	2,9%	0,3%	0,7%	1,3%	1,0%	0,2%	10,0%	0,3%	6,8%	6,9%	7,0%	0,4%	10,2%		
Taxons		BWBP	C3 2	C3e Ind	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	Effectif total famille
PLECOPTERES																					
Leuctridae	10	6	7	41		1	4	50	5	2	1	8	15		27		41	2	22	219	
<i>Euleuctra</i>				41			4	50	5		1	8	15				41	2	22		
<i>Leuctra</i>					1					2					27						
Nemouridae	7	6	6												7		29			36	
<i>Protonemura</i>															7		29				
Perlidae	10	8	9												1		9	1		13	
<i>Dinocras</i>															1		9	1			
Perlodidae	10	9	9												1				2	1	
<i>Isoperla</i>															1						
TRICHOPTERES																					
Brachycentridae	10	8	8				11			2					28		75			116	
<i>Brachycentrus</i>							11		2						26		75				
<i>Micrasema</i>															2						
Glossosomatidae		7	7	2												2		1		9	
<i>Glossosoma</i>				2												2		1			
Goeridae	10		7	4		1					1	1								4	
<i>Goeridae . nd</i>					1														1		
<i>Silo</i>				4							1								1	8	
Hydropsychidae	5	3	3					1			1				25	5				31	
<i>Hydropsyche</i>								1							25	5					
Leptoceridae	10	5	4								1	1	2		5					9	
<i>Adicella</i>															5						
<i>Oecetis</i>											1	1			5						
<i>Setodes</i>													2								
Limnephilidae	7		3	5	1		45	21	31	2	1	4	9	1	2	3		1		126	
<i>Limnephilidae . nd</i>				5	1			20	31	1	1	3	2								
<i>Allogamus</i>							45	1					2	1		1					
<i>Anabolia</i>													2								
<i>Halesus</i>										1		1	4	1				1			
Polycentropodidae	7	6	4												1	1	2			2	
<i>Polycentropus</i>															1	1					
Rhyacophilidae	7	6	4				1								26	5	4			36	
<i>Rhyacophilidae . nd</i>							1														
<i>Hyporhyacophila</i>															1						
<i>Pararhyacophila</i>															8		2				
<i>Rhyacophila</i>															17	5	2				
Sericostomatidae	10	7	6	2	1		12	44	1	3	1	8	1	1	2	1	1	1	10	4	
<i>Sericostomatidae . nd</i>							2								1						
<i>Sericostoma</i>				2	1		10	44	1	3	1	8	1		2	1	1	1	10	4	
EPHEMEROPTERES																					
Baetidae	4	2	2				10		1						14	38	107		1	171	
<i>Acentrella</i>																2					
<i>Baetis</i>							10		1						14	36	107		1		
Caenidae	7	3	2				1	1		1						1	2			6	
<i>Caenis</i>							1	1		1						1	2				
Ephemerellidae	10	4	3	7			8	2	12	1	1	1			73	8	86	1	1	201	
<i>Ephemerella (seratella)</i>				7			8	2	12	1	1	1			73	8	85	1	1		
<i>Torleya major</i>																					
Ephemeridae	10	7	6						1				2						2	5	
<i>Ephemera</i>									1				2						2		
Heptageniidae	10	7	5	5				2						3				2		13	
<i>Ecdyonurus</i>				5				2						3				2			
Leptophlebiidae	10	6	7					2				1							1	3	
<i>Habrophlebia</i>								2				1									
Polymitarcyidae		7	5								1									1	
<i>Ephoron virgo</i>											1										
COLEOPTERES																					
Elmidae	5	5	2	3	1	2		1		1				1	6	1	3	1		3	
<i>Dupophilus</i>				1																	
<i>Elmis</i>					1									1	5	1	2				
<i>Limnius</i>						2		1										1			
<i>Oulimnius</i>				2						1					1		1		3		
DIPTERES																					
Athericidae		6	5													1				1	
Ceratopogonidae						1				4								1		7	
Chironomidae	2	1	1	80	2	60	8	10	80	140	330	11	670	1	130	40	90	8	9	1678	
Empididae		7													7					7	
Simuliidae	5	4					195		4						17	100	1030			1346	
Tabanidae		4								1								2		3	
ODONATES																					
Cordulegasteridae	8	5				1				1										2	
<i>cordulegaster</i>						1				1											
MEGALOPTERES																					
Sialidae	4	5										5	7							12	
PLANIPENNES																					
HYMENOPTERES																					
CRUSTACES																					
AMPHIPODES																					
Gammaridae	6	3	2		1		2	3							2				4	12	
ISOPODES																					
Asellidae	3	1	1		2		1	1			1	2				1				8	
MOLLUSQUES																					
BIVALVES																					
Sphaeriidae	3	4	2		1	1		1			2	17								22	
GASTEROPODES																					
Ancylidae	6	2	2	2				2										1		8	
Lymnaeidae	3	3	2	2			1				1								1	5	
ACHETES																					
Erpobdellidae	3	1	1	1		1									1	1				4	
Glossiphoniidae	3	2	1	1	2			2			1									6	
OLIGOCHETES	1	1	1	60	13	55	6	6			70	1			4	2	19	2	23	318	
HYDRACARIENS																					
				1																3	
Variété				25	12	14	23	26	16	21	21	20	17	38	29	27	18	11	23	56	
Effectif total				286	27	129	397	273	190	239	355	113	736	542	346	1760	129	55	111	4565	



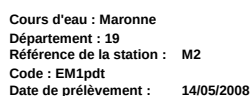
Annexe 3. Liste taxinomique du MAG16 I1M2



138



Annexe 4. Liste taxinomique du MAG16 EM1pdt

139

Annexe 5. Liste taxinomique du MAG16 EM1av



Cours d'eau : Maronne
Département :
Référence de la station : M2
Code : EM1av
Date de prélèvement : 27/06/2008

				Numéros des échantillons																Effectif total famille
N° substrat	N° vitesse	% de recouvrement		6	11	3	10	6	8	8	7	2	10	11	7	9	2	2	11	
				1,0%	0,1%	0,1%	1,0%	5,5%	0,0%	0,1%	54,7%	2,9%	0,7%	0,9%	0,5%	0,1%	18,7%	0,1%	3,4%	
Taxons	BWP	CB 2	Ope Ind	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
PLECOPTERES																				
Chloroperlidae	10	9	9									1					1			2
Chloroperla												1					1			
Leuctridae	10	6	7	5	1	3	1	10	8		5	19	1	10	20	2	26	7	1	119
Euleuctra				5		3	1	10	8								26			
Leuctra					1						5	19	1	10	20	2	26	7	1	
Nemouridae	7	6	6													3				5
Protonemura																2				
Perlodidae	10	9	9		1	35										3				
Isoperla					1	35										1	1	2	2	42
TRICHOPTERES																				
Brachycentridae	10	8	8		8			1	2				1	12		7		1	8	40
Brachycentrus					8			1	2					12		7		1	8	
Glossosomatidae	7	7	7								1	1		1			8	1		12
Glossosoma											1	1		1			8	1		
Goeridae	10	7	7								1							1		2
Goeridae . nd																		1		
Silo											1							1		
Hydropsychidae	5	3	3	1	6			4	1			9	45	14	6	37	23	35	25	206
Hydropsyche				1	6			4	1			9	45	14	6	37	23	35	25	
Lepidostomatidae	10	7	6						9		1			1	1		1	1	1	14
Lepidostoma									9		1			1	1		1	1	1	
Leptoceridae	10	5	4				2		1	1										4
Athripsodes							2		1	1										
Limnephilidae	7	3	3		1	2	27		42	169	14	1	2	1		25			13	297
Limnephilidae . nd					1	2	25		41	145		1				17			13	
Allogamus									1	18	13		2	1		8				
Anabolia							2													
Drusus											1									
Halesus										6										
Polycentropodidae	7	6	4															3		3
Polycentropus																		3		
Rhyacophilidae	7	6	4		1						3	9	6		5	3	21	7		55
Hyperhyacophila													1		1	1	21	3		
Parahyacophila					1							9	4		2	2		4		
Rhyacophila											3		1		2	2				
Sericostomatidae	10	7	6		1	14	2	1	1	23				2		1	1	1		46
Sericostoma					1	14	2	1	1	23				2		1	1	1		
EPHEMEROPTERES																				
Baetidae	4	2	2	20	8		8					31	28	22	14	8	76	14	42	271
Acentrella													2	4	1					
Baetis				20	8		8		3			31	26	18	13	8	76	14	42	
Caenidae	7	3	2		1			3				1			1		3			9
Caenis					1			3				1			1		3			
Ephemerellidae	10	4	3	40	128		103	34	9		3	28	28	51	35	79	92	29	185	844
Ephemerella (seratella)				40	128		103	34	9			28	28	50	35	79	92	29	185	
Torleya major														1						
Heptageniidae	10	7	5								2	35					10	4		53
Ecdyonurus											2									
Rhytrogena											2					1	10	4		
Leptophlebiidae	10	6	7					2				33				1				2
Habrophlebia								2												
COLEOPTERES																				
Elmidae	5	5	2	2	1		1	3			9	3	1	6		4	3	1	1	35
Dupophilus				1				1									1			
Elmis											3	1				3	1		1	
Esolus																1				
Limnius				1				2			6	2	1	5			1			
Oulimnius					1		1										1			
DIPTERES																				
Ceratopogonidae		5							1											1
Chironomidae	2	1	1	2	35	90		11	8	40	3		2	90	2	70	22	31	170	576
Empididae		7										1								1
Limoniidae		5															1	3		4
Simuliidae	5	4		6	120		1	1	2			3	15	16	8				30	202
Tabanidae		4									1									1
CRUSTACÉS																				
AMPHIPODES																				
Gammaridae	6	3	2			1	4			1						2				8
ISOPODES																				
Asellidae	3	1	1			2														2
MOLLUSQUES																				
GASTEROPODES																				
Ancylidae	6	2	2															1		1
Bythinellidae		5	2		1															1
Lymnaeidae	3	3	2				1													1
ACHETES																				
Erpobdellidae	3	1	1					1		2	2							4		9
Glossiphoniidae	3	2	1							1										1
TRICLADES																				
Planariidae	5							17						19		3				39
OLIGOCHETES																				
Hydracariens	1	1	1	80		160	5	7	13	80	28	11		7	21	1	28	3	2	445
Variété				14	25	12	19	22	21	13	22	27	19	31	21	28	32	31	24	51
Effectif total				224	470	361	299	153	170	510	106	279	247	384	193	418	547	282	772	3354

Annexe 6. Liste taxinomique du MAG16 I1M1



Cours d'eau : Maronne
Département : 19
Référence de la station : M1
Code : I1M1
Date de prélèvement : 22/04/2008

			Numéros des échantillons																Effectif total famille	
N° substrat			10	8	7	2	5	4	3	2	10	9	9	7	2	8	6	3		
N° vitesse			4	1	4	3	5	1	1	5	5	3	5	5	4	3	5	3		
% de recouvrement			12,2%	1,0%	13,0%	0,8%	0,1%	0,2%	0,4%	9,9%	3,2%	0,0%	0,1%	23,7%	11,3%	0,3%	6,9%	0,5%		
Taxons	BMWP	CBS 2	Epe ind	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	
PLECOPTERES																				
Chloroperlidae	10	9	9	4		2	1							1		2		3		13
Chloroperla				4		2	1							1		2		3		
Nemouridae	7	6	6	20		1								14		2				37
Protonemura				20		1								14		2				
Perlodidae	10	9	9	14							6	1	1	11		1				34
Isoperla				14							6	1	1	11		1				
TRICHOPTERES																				
Brachycentridae	10	8	8	9		1						2		5		7				24
Micrasema				9		1						2		5		7				
Glossosomatidae		7	7												1	1				2
Agpetus															1	1				
Goeridae	10		7			1	1													2
Goeridae . nd							1													
Silo						1														
Hydropsychidae	5	3	3	70		5	1				6	5		59				2		148
Hydropsyche				70		5	1				6	5		59				2		
Hydroptilidae	6	6	5	2								1		10						13
Hydroptila				2								1		10						
Lepidostomatidae	10	7	6	18		1						1		1		4	1			26
Lepidostomatidae . nd						1														
Lasiocephala				3								1		1		1				
Lepidostoma				15												3	1			
Leptoceridae	10	5	4		5		3	1	4	2			3	1		1	2			22
Adicella														1						
Athripsodes										1										
Mystacides					5		3	1	4	1			3			1	2			
Limnephilidae	7	3	5	16		15	5	2	2		4	3	29	5		2	13	2		101
Limnephilidae . nd				16		15	5	2			4	3	29	5		2	13	2		
Halesus				5																
Polycentropodidae	7	6	4			1					4	1		2	1		5	1		15
Polycentropodidae . nd											1									
Holocentropus						1					3	1		2	1		4	1		
Polycentropus																				
Rhyacophilidae	7	6	4	1		1						3		7			1			12
Rhyacophilidae . nd				1								1		2						
Rhyacophila						1						2		5						
Sericostomatidae	10	7	6	14			1	1		9	2					9	2			38
Sericostoma				14			1	1		9	2					9	2			
EPHEMEROPTERES																				
Baetidae	4	2	2	23	16	2		4	7		9	6	15	10		11		3	1	107
Baetis				23	1	2		2	1		9	6	15	10		11		3	1	
Centropilum					15			2	6											
Ephemerellidae	10	4	3	75		5					21	13	1	210	17	10	2	1		355
Ephemerella (seratella)				75		3					18	12	1	205	17	10	2	1		
Torleya major						2					3	1		5						
Ephemeridae	10	7	6													1	1			2
Ephemerella																1	1			
Heptageniidae	10	7	5													3		1		4
Ecdyonurus																2				
Rhitrogena																1			1	
Leptophlebiidae	10	6	7	1												1	3			5
Paraleptophlebia				1												1	3			
COLEOPTERES																				
Dryopidae	5	6																1		1
Elmidae	5	5	2	1							1	2		6			1	2		12
Elmis				1							1	2		6						
Oulimnius																	2			
Gyrinidae	5	4		1																1
Orectochilus				1																
DIPTERES																				
Ceratopogonidae		5			1														1	3
Chironomidae	2	1	1	110	18	8	100	52	71	10	33	205	26	1185	1	3	1	90	3	1940
Empididae		7		1																1
Limoniidae		5			2				1				1	3			2			9
Psychodidae		6			2															2
Simuliidae	5	4		12				15			2	32		2		1			1	65
Tabanidae		4			2				3											5
Tipulidae	5	5															3			3
ODONATES																				
Calopterygidae	8	4		1																1
Calopteryx				1																
MEGALOPTERES																				
Sialidae	4	5									1				1					2
CRUSTACÉS																				
AMPHIPODES																				
Gammaridae	6	3	2											1						1
ISOPODES																				
Asellidae	3	1	1										1				1			2
MOLLUSQUES																				
BIVALVES																				
Sphaeriidae	3	4	2		1			3	2										1	7
GASTEROPODES																				
Ancylidae	6	2	2			2										2				4
Lymnaeidae	3	3	2	3																3
ACHETES																				
Erpobdellidae	3	1	1		1	2								1						4
Glossiphoniidae	3	2	1														2			2
OLIGOCHETES	1	1	1		29	1	120	15	21	2	2		3	1		3	5	19		221
Variété				37	15	25	14	13	12	7	22	26	14	36	8	33	27	16	7	53
Effectif total				644	130	53	264	107	124	34	144	313	129	1877	40	116	165	34	49	3249

Annexe 7. Liste taxinomique du MAG16 EM1ap



Cours d'eau : Maronne
Département :
Référence de la station : M2
Code : EM1ap
Date de prélèvement : 01/07/2008

				Numéros des échantillons																
N° substrat				10	11	2	3	9	6	5	11	8	3	7	6	7	10	9	7	
N° vitesse				3	3	4	1	5	5	1	5	1	3	3	3	4	5	3	5	
% de recouvrement				0,7%	2,9%	1,9%	0,0%	0,6%	2,6%	0,1%	0,6%	0,1%	0,6%	41,7%	3,5%	0,3%	0,9%	0,4%	15,2%	
				41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	Effectif total famille
Taxons																				
PLECOPTERES																				
Leuctridae	10	6	7		2	3	3		5	3	1	49		31	4	33		9	21	164
Euleuctra					2	3	3		5	3	1	48						9	13	
Leuctra												1		31	4	33			8	
Nemouridae	7	6	6								1						1			2
Protonemura											1						1			
Perlodidae	10	9	9													1				1
Isoperla																1				
TRICHOPTERES																				
Brachycentridae	10	8	8	1	3	19		2							1	4	6		3	39
Brachycentrus				1	1	19		2							1	4	6		3	
Micrasema					2															
Glossosomatidae		7	7											6		1			1	8
Glossosoma														6		1			1	
Goeridae	10		7										1	2					1	4
Goeridae . nd																			1	
Silo													1	2					1	
Hydropsychidae	5	3	3		2	45	1	2		5	12				3	11	8	1	2	92
Hydropsyche					2	45	1	2		5	12				3	11	8	1	2	
Hydroptilidae	6	6	5											1						1
Hydroptilidae . nd														1						
Lepidostomatidae	10	7	6								1									1
Lepidostoma											1									
Leptoceridae	10	5	4			1								1	1			1		4
Athripsodes						1								1	1					
Limnephilidae	7	3		9		2	7	2		1		46	16	8			11	8		110
Limnephilidae . nd				9			5	2		1		23	3				9	6		
Allogamus						2	2					21	12	8			2	2		
Anabolia													1							
Halesus																				
Polycentropodidae	7	6	4									2				1				1
Holocentropus																1				
Psychomyidae		6	4			6			2			2		1						11
Lype												2								
Psychomyia																				
Rhyacophilidae	7	6	4		4	6		5		4	6	1			1	3	25		9	64
Rhyacophilidae . nd												1							3	
Hyperthyacophila						6				3	3				1				5	
Parathyacophila								2		1	3						24			
Rhyacophila					4			3								3	1		1	
Sericostomatidae	10	7	6			2						11		5	1			9		28
Sericostoma						2						11		5	1			9		
EPHEMEROPTERES																				
Baetidae	4	2	2	34	11	105	5	12	6	6	27	4		3	2	39	73		20	347
Acentrella																1				
Baetis				34	11	105	5	12	6	6	27	4		3	2	38	73		20	
Caenidae	7	3	2											1	2	5				8
Caenis														1	2	5				
Ephemerellidae	10	4	3	95	248	62	2	30	5	46	33	3		1	3	32	49	1	12	622
Ephemerella (seratella)				95	248	62	2	30	5	46	33	3		1	3	32	49	1	12	
Ephemeridae	10	7	6										2							2
Ephemera																				
Heptageniidae	10	7	5	1		1								1	1	4			5	13
Ecdyonurus				1		1									1					
Rhithrogena																4				
COLEOPTERES																				
Dryopidae	5	6							2											2
Elmidae	5	5	2		6	2	4		1		6	1		28	3	9	2		4	66
Dupophilus															2	6			3	
Elmis					2	1	4										1			
Esolus					3						6					1				
Limnius					1	1			1			1		28	1	2	1		1	
DIPTERES																				
Chironomidae	2	1	1	30	24	70	4	2	1	7	4	25	40	8	1	18	73	2	3	312
Limoniidae		5			1															1
Simuliidae	5	4		25	2	31	1	17	1	33						220	75		1	406
CRUSTACÉS																				
AMPHIPODES																				
Gammaridae	6	3	2				1					14								15
ISOPODES																				
Asellidae	3	1	1									16								16
MOLLUSQUES																				
BIVALVES																				
Sphaeriidae	3	4	2									2								2
GASTEROPODES																				
Ancylidae	6	2	2			2			1											3
ACHETES																				
Erpobdellidae	3	1	1			2			1			2	1	3	3	1			2	15
Glossiphoniidae	3	2	1									2			2					4
TRICLADES																				
Planariidae	5													5		11			2	18
OLIGOCHETES																				
	1	1	1				1		9			14	23	120	30	45	1	36	28	307
Variété				12	20	29	17	15	15	16	16	28	11	30	27	32	22	15	29	33
Effectif total				335	579	613	51	125	51	172	176	311	102	314	80	581	499	96	192	2689

Annexe 8. Liste taxinomique du MAG16 I3M1

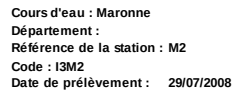


Cours d'eau : Maronne
Département :
Référence de la station : M1
Code : I3M1
Date de prélèvement : 29/07/2008

				Numéros des échantillons																		
N° substrat		N° vitesse				3	7	11	7	2	9	7	4	3	6	8	10	10	5	11	9	
						1	3	5	5	5	5	1	1	3	3	3	3	5	3	3	3	
% de recouvrement				0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
				326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	Effectif total famille		
Taxons				BNMP	Cat 2	Gne Ind																
PLECOPTERES																						
Leuctridae				10	6	7	1	3	4	17	9	7	17		1	49	6			4		1
Leuctridae . nd								2														
Euleuctra							1		3			12			6				2			
Leuctra							2		14	9	7	5		1	49				2		1	
Nemouridae				7	6	6		30	1	1	61		2							1		
Nemouridae . nd													2									
Protonemura								30	1	1	61									1		
Perlidae				10	8	9		3										1				
Perlidae . nd								3														
Dinocras								3														
Periodidae				10	9	9					13			1				2				
Periodidae . nd										12								1				
Isoperla										1				1				1				
TRICHOPTERES																						
Brachycentridae				10	8	8			101		1						16	14		10		
Brachycentrus																	16	14				
Micrasema								101		1									10			
Glossosomatidae				7	7	7			14	1												
Glossosoma								14	1													
Goeridae				10	7	7		9						4	4					1		
Goeridae . nd								9						4	4					1		
Helicopsychidae																						
Helicopsysche																						
Leptoceridae				10	5	4					2		3									
Adicella											2											
Mystacides													3									
Limnephilidae				7	3	1	1			2	6	61	5			2	3	5	3		2	
Limnephilidae . nd						1	1			2	6	61	5			2	3	4	3		2	
Anabolia																		1				
Polycentropodidae				7	6	4		2		1		2				2			1		2	
Polycentropodidae . nd										1												
Holocentropus																2						
Polycentropus								2											1		2	
Rhyacophilidae				7	6	4			11	4	11	23			2				18		15	
Rhyacophilidae . nd									4	3	5	22			1				8		4	
Hyperthyacophila									3		2	1			1						3	
Rhyacophila									4	1	4							10			8	
Sericostomatidae				10	7	6	14	1		1		21	6	3		4			3			
Sericostoma							14	1		1		21	6	3		4			3			
EPHEMEROPTERES																						
Baetidae				4	2	2	3	7	82	19	120	14	1	1	4	48	1	3	71	8	37	
Baetis							6	82	19	120	14	1			3	48	1	3	71	8	37	
Procladius							2							1								
Pseudocentropilum								1														
Ephemerellidae				10	4	3		10	53	10	20	38		92	20		87	22	8	50	7	
Ephemerella (seratella)								10	53	10	20	38		92	20		87	22	8	50	7	
Ephemeridae				10	7	6		1				1		3								
Ephemera								1				1		3								
Heptageniidae				10	7	5		2			1	1				2				1	1	
Ecdyonurus											1	1			1				1	1		
Epeorus							2							1								
HETEROPTERES																						
Corixidae				5	3												1					
Corixidae . nd																	1					
Gerridae				5			1															
Naucoridae				5																		
COLEOPTERES																						
Dryopidae				5	6							1									6	
Dystiscidae				5	4																	
Elmidae				5	5	2		2	19	1		3	1		10	7			1			
Elmis								1	18						1							
Esolus															1							
Limnius									1					7								
Oulimnius								1						1					1			
Hydraenidae							5								1	2						
Hydrophilidae																						
Scirtidae (=Helodidae)											6									1	6	
DIPTERES																						
Athericidae				6	5					1	1			5					1			
Ceratopogonidae																						
Chironomidae				2	1	1	11	80	170	40	19	1365	696	47	35	31	9	570	285	150	1	90
Empididae				7								2									235	
Limoniidae				5					5	3										5		
Psychodidae				6								1										
Rhagionidae																						
Simuliidae				5	4				80	1	27	20				4		185	1100	10	34	
Tabanidae				4			1							1								
Tipulidae				5	5							3										
MEGALOPTERES																						
Sialidae				4	5							7	6									
CRUSTACÉS																						
AMPHIPODES																						
Gammaridae				6	3	2			1		17					1					13	
ISOPODES																						
Asellidae				3	1	1	2						9			3						
MOLLUSQUES																						
BIVALVES																						
Sphaeriidae				3	4	2						1										
GASTEROPODES																						
Ancylidae				6	2	2		3	3	22	1				5							
Lymnaeidae				3	3	2	1					1	1									
ACHETES																						
Erpobdellidae				3	1	1			1		2	8			3						1	
Glossiphoniidae				3	2	1		1														
OLIGOCHETES				1	1	1	24		2	25	21	100	145	5	30	29	1			1		
Variété							16	26	29	25	30	36	20	13	23	28	15	12	18	25	20	
Effectif total							79	160	958	239	429	1989	1064	90	308	381	45	975	1649	226	376	
																					294	
																					56	
																					7558	



Annexe 9. Liste taxinomique du MAG16 I3M2



144

Annexe 10. Liste taxinomique du MAG16 EM2av



Cours d'eau : Maronne
Département : 19
Référence de la station : M2
Code : EM2av
Date de prélèvement : 10/10/2008

				Numéros des échantillons															
N° substrat				3	6	7	10	11	11	7	5	6	8	9	7	2	10	2	7
N° vitesse				1	3	1	5	3	5	3	1	1	1	3	4	5	3	4	5
% de recouvrement				0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Taxons	BMF	CF 2	CF 10																
PLECOPTERES				270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285
Chloroperlidae	10	9	9			4			1	7	1	36					3		2
Chloroperla						4			1	7	1	36							54
Leuctridae	10	6	7	1	5		8	5	2	10	2	1	43	25	1	15	24	7	17
Leuctra				1	5			5	2	10	2	1	43	25	1	15	24	7	17
Nemouridae	7	6	6			1	2	2	2				1			1	1		10
Nemoura						1													
Nemurella																			
Protoneurina							2	2	2						1		1		
Perlidae	10	9	9				6	4							5	1	1	1	18
Perlodes . nd							6	4							5	1			
Perlodes																			
Taeniopterygidae	10	8	9					7	7		1					3	4		1
Taeniopteryx								7	7		1					3	4		22
TRICHOPTERES																			
Brachycentridae	10	8	8				9	10		1				5		14		19	
Brachycentrus										1				5		1			58
Micrasema	7	7				4		9	10		1					13		19	
Glossosomatidae																			6
Glossosoma											1						1		
Goeridae	10	7			2	4	1					4							15
Goera						1													
Silo					2	3	1		30	334	118	295	2	3		26	88	225	100
Hydropsychidae	5	3	3						30	334	118	295	2	3		26	88	225	100
Hydropsyche						2													131
Hydroptilidae	6	6	5																1
atryphella																			
Lepidostomatidae	10	7	6	8			57	191		2	1	225	15	5	83	92	3	33	715
Lepidostomatidae . nd								57	190		1								
Lasiocephala					5														
Lepidostoma					3			1			1	1	80	7	2	6	20	2	1
Leptoceridae	10	5	4																13
Athyrids					1														
Mystacides																			
Oecetis																			
Limnephilidae	7	3	1		2														11
Limnephilidae . nd					1	2													
Polycentropodidae	7	6	4							2				1					6
Polycentropodidae . nd														1					
Psychomyiidae	6	4	1					1								2			4
Lype					1														
Psychomyia								1											
Rhyacophiliidae	7	6	4		1		3	9	11	1	2			5	8	6	18		72
Rhyacophiliidae . nd					1		1	6	5		2			1	5	2	4	10	
Hyperhyacophila								1											
Parahyachophila																			
Rhyacophila							2	2	6	1				4	3	6	1	8	
Sericostomatidae	10	7	6	2		5	1							47		4	9		72
Sericostoma				2		5	1							47		4	9		
EPHEMEROPTERES																			
Baetidae	4	2	2	1	4		62	110	35	30	62	4		2	51	80	100	64	23
Baetis					1	4	62	110	35	30	62	4		2	51	80	100	64	23
Caenidae	7	3	2								3								4
Caenis											3								1
Ephemerellidae	10	4	3	1		2	6	18		7	2	5	3	7	18	1	1		71
Ephemerella (seratella)				1		2	6	18		7	2	5	3	6	17	1	1		
Tortleya major															1				
Ephemeridae	10	7	6	5								2							7
Ephemerella				5								2							
Heptageniidae	10	7	5	1	1	3	2	12	6	27			1	13	21	1	11	30	129
Heptageniidae . nd								1		23				3	15	1	3		
Ecdyonurus					1	3	1	6		1			1	1	3			1	25
Epeorus								5	4						9	2		8	
Heptagenia									2	1						1			
Rhytrogena							1			2									4
Leptophlebiidae	10	6	7	1						1			13						17
Leptophlebiidae . nd																			
Paraleptophlebia					1					1			13						2
HETEROPTERES																			
Gerridae	5										1								1
COLEOPTERES																			
Dryopidae	5	6												1					1
Dystiscidae	5	4																	6
Elmidae	5	5	2			2	34	21	55	44	123	5	18	2	9	1	24	29	4
Dupophilus												7	1	6					376
Elmis							9	52	43	31	3	5		1	7	1	22	23	1
Esolus																			
Limnius							31	6	2	1	85	1	6		1		2	2	3
Oulimnius																			
Gyrinidae	5	4				1	1	2						1	5	2			13
Orectochilus							1	1	2					1	5	2			1
Hydraenidae	5						1												1
DIPTERES																			
Athericidae	6									3									5
Chironomidae	2	1	1	16	5	3	6	88	9	53	9	3	46	18	15	26	83	94	2
Empididae	7			1	1	1		2	1						4				12
Limoniidae	5													1	1				2
Simuliidae	5	4			2		8	55	30	63	40			1	13	1	42	47	302
Tabanidae	4																		11
Tipulidae	5	5									1			4					3
ODONATES																			
Cordulegasteridae	8	5																	
Cordulegaster				3	1									2					6
LEPIDOPTERES																			
Pyralidae																			
CRUSTACÉS																			
AMPHIPODES																			
Gammaridae	6	3	2	4		1													5
ISOPODES																			
Asellidae	3	1	1	2	1								8			1			12
MOLLUSQUES																			
BIVALVES																			
Sphaeriidae	3	4	2	2						5			5						12
GASTROPODES																			
Ancylidae	6	2	2		6		8		1		9	1			10	15	7	3	73
Bythinellidae	5	2							15			1					1		19
Lymnaeidae	3	3	2	1		2	2	7				6				7			27
Valvatidae	3	2	2					1		5									6
ACHETES																			
Erpobdellidae	3	1	1	1						5	2	9	5				1	1	1
Glossiphoniidae	3	2	1							2			1						25
TRICLADES																			5
Planariidae	5			1		1	20	226	9		1	1	4		3	6	7	6	286
OLIGOCHETES																			
NEMATHELMINTES																			

Annexe 11.

Liste taxinomique du MAG16 EM2pdt



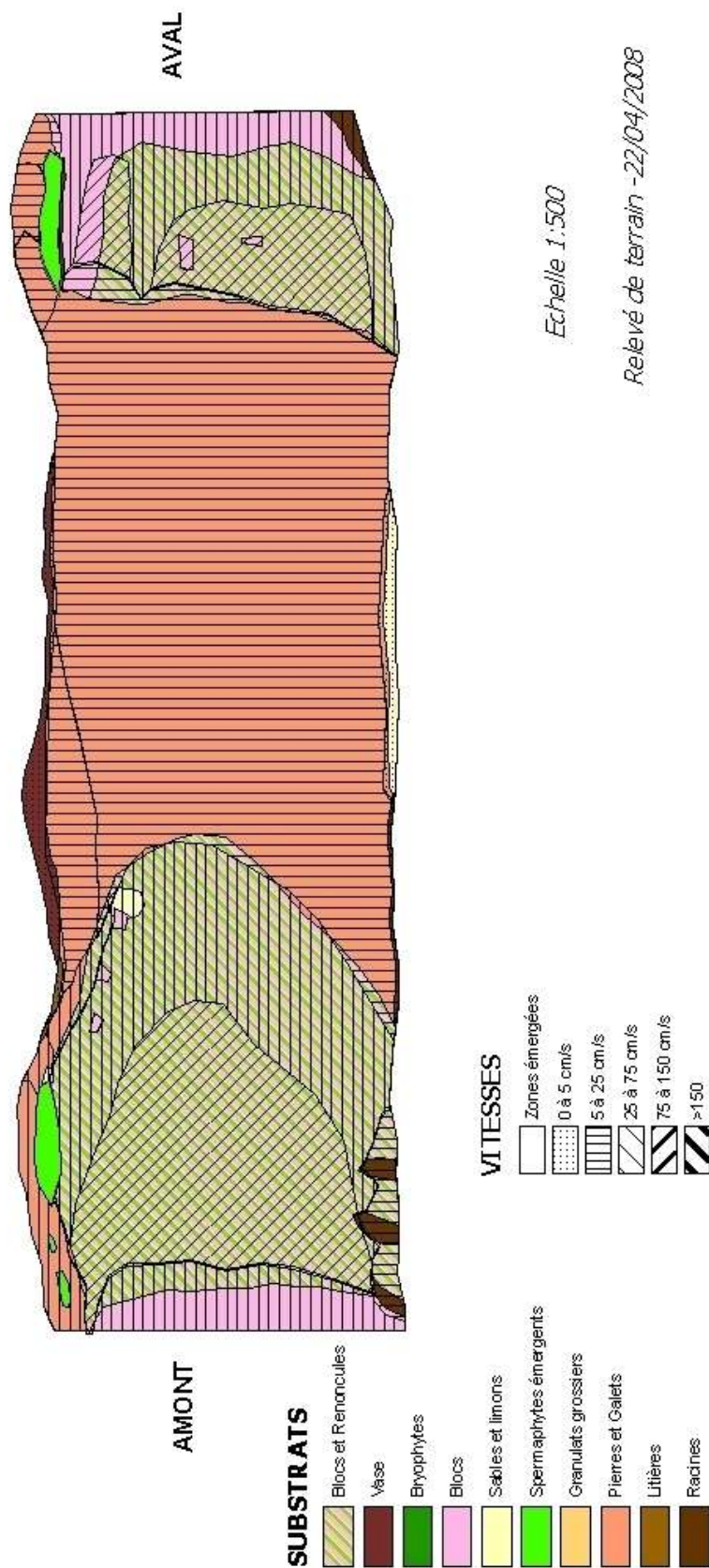
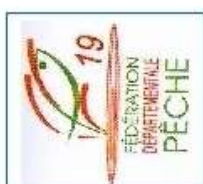
Cours d'eau : Maronne
Département : 19
Référence de la station : M2
Code : EM2pdt
Date de prélèvement : 15/10/2008

			Numéros des échantillons																Effectif total famille	
N° substrat			11	10	6	7	2	11	10	8	5	7	7	9	2	5	2	6		
N° vitesse			4	5	3	5	4	5	4	1	1	4	3	3	1	5	3	5		
% de recouvrement			0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%		
Taxons	BNVP	CS 2	Spe ind	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	
PLECOPTERES																				
Chloroperlidae	10	9	9			26	5						11					4		46
Chloroperla						26	5						11					4		
Leuctridae	10	6	7	1	8	13	12	18	1	2	1		24				2		1	83
Leuctra				1	8	13	12	18	1	2	1		24				2		1	
Nemouridae	7	6	6	5																5
Protonemura				5																
Perlodidae	10	9	9	5																5
Perlodidae . nd				4																
Perlodes				1																
Taeniopterygidae	10	8	9	3	5															8
Taeniopteryx				3	5															
TRICHOPTERES																				
Brachycentridae	10	8	8	39	4		4	1												48
Brachycentrus				1	2		4	1												
Micrasema				38	2															
Glossosomatidae		7	7			5				1	1									7
Glossosoma						5				1	1									
Goeridae	10		7			1	1	3					14				1			20
Goeridae . nd						1														
Silo							1	3					14							
Hydropsychidae	5	3	3	179	277		5	52	2	2							3		2	522
Hydropsyche				179	277		5	52	2	2							3		2	
Lepidostomatidae	10	7	6	41	228	48	30	49	3	7	4		31	1			7			449
Lepidostomatidae . nd				9	124	48	10	33	2				26							
Lasiocephala				1	10		10	4		1			1				1			
Lepidostoma				31	94		10	12	1	6	4		4	1			6			
Leptoceridae	10	5	4			1														1
Athripsodes						1														
Limnephilidae	7		3					6						1			2			9
Limnephilidae . nd								6												
Polycentropodidae	7	6	4		1	5	3	2						1						11
Polycentropus					1	5	3	2												
Psychomyidae		6	4				2													2
Psychomyia							2													
Rhyacophilidae	7	6	4	10	9		1	2		1			2				1			26
Rhyacophilidae . nd				8	9		1			1			1				1			
Rhyacophila				2				2					1							
Sericostomatidae	10	7	6	1	11	1	10	12					2							37
Sericostoma				1	11	1	10	12					2							
EPHEMEROPTERES																				
Baetidae	4	2	2	120	111		5	18	4				4				14	5		281
Baetis				119	110		5	18	4				4				14	5		
Labiobaetis				1	1															
Caenidae	7	3	2			2		1					1							4
Caenis						2		1					1							
Ephemerellidae	10	4	3	21	14	3	4	6	1	3	2		1							55
Ephemerella (seratella)				21	12	3	4	5	1	3	2		1							
Torleya major				2				1												
Heptageniidae	10	7	5	1	2	3	3	9						1						19
Ecdyonurus				1	2	3	3	6						1						
Heptagenia								3												
Leptophlebiidae	10	6	7		2		1	4		1										8
Leptophlebiidae . nd					1		1	2		1										
Choroterpes					1			2												
COLEOPTERES																				
Dystiscidae	5	4																	3	3
Elmidae	5	5	2	48	30	26	5	15					25					4		153
Dupophilus					5	3		8					2					2		
Elmis				48	18	3	2	1					2							
Esolus						1														
Limnius					2	17	2	6					18					2		
Macronychus					5	2	1						3							
Gyrinidae	5	4		3				1												4
Orectochilus				3				1												
Hydrochidae					1															1
DIPTERES																				
Athericidae		6					1	1												2
Chironomidae	2	1	1	32	41		6	12	8		3			1	4		5	1	4	117
Simuliidae	5	4		25	58				1	3										87
Tipulidae	5	5							2	1										3
CRUSTACÉS																				
AMPHIPODES																				
Gammaridae	6	3	2	1	1	13	4													19
ISOPODES																				
Asellidae	3	1	1			74	1						1							76
MOLLUSQUES																				
GASTEROPODES																				
Ancylidae	6	2	2	5	22	22	26	14					49	1			1	1		141
Bythinellidae		5	2				1	4						1						6
Lymnaeidae	3	3	2	3	7	3	2										1			16
Planorbidae	3	2	2						1						2					3
ACHETES																				
Erpobdellidae	3	1	1		3	3	4	6			1		4	1				2		24
Glossiphoniidae	3	2	1			1												1		2
TRICLADES																				
Planariidae	5						3	9												12
OLIGOCHETES	1	1	1		23	117	10	3	8		7	12	60		7	67	3	150	114	581
Variété				39	43	35	44	46	16	17	11	1	30	10	3	1	19	12	7	39
Effectif total				1020	1560	501	240	447	42	38	27	12	344	10	13	67	70	181	127	2896



Carte n°6

Inventaires macrobenthiques Maronne ; Station M1



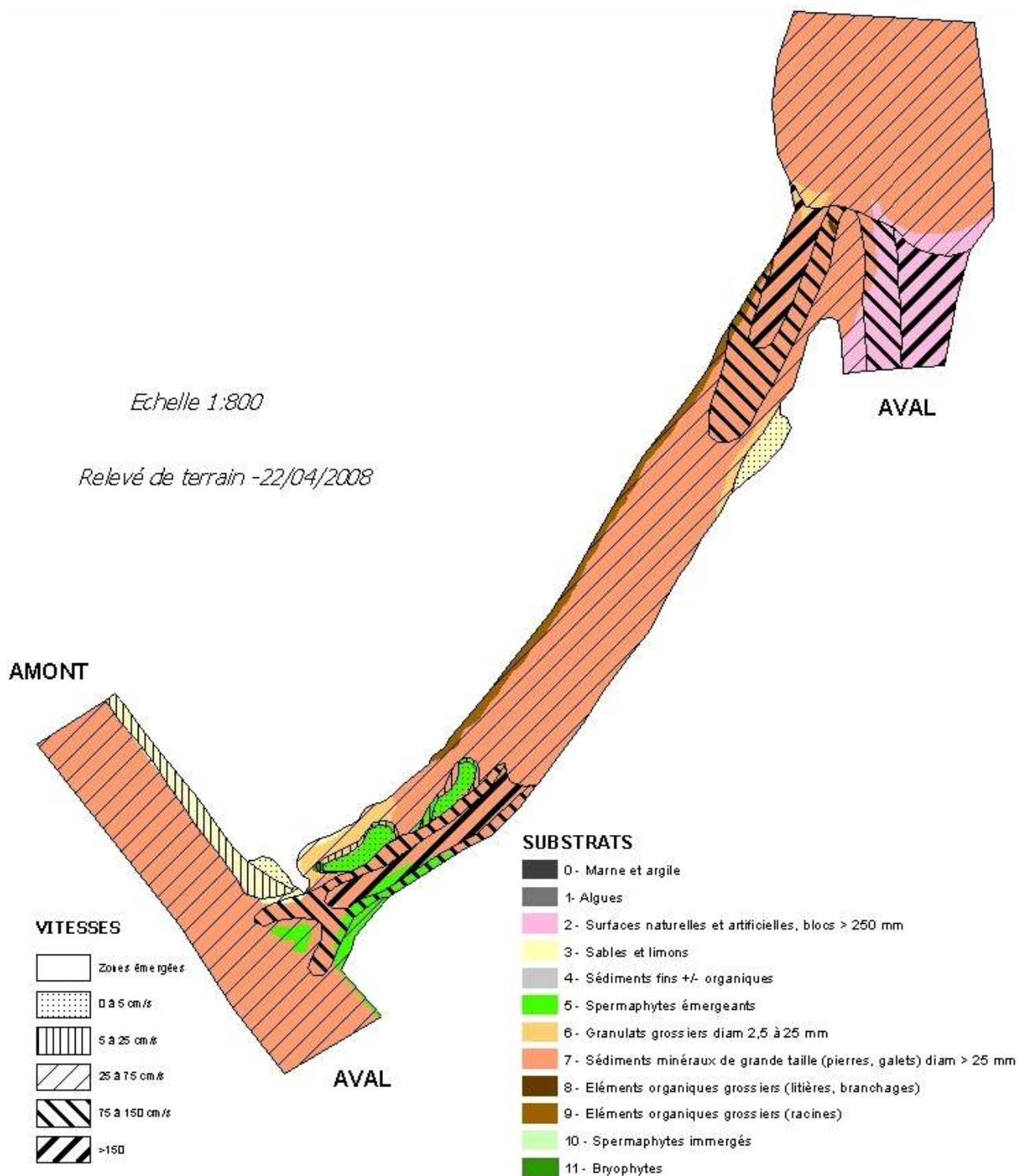
STATION M1 - Cartographie des couples Substrat / Vitesse

MARONNE





Inventaires macrobenthiques de la Maronne ; Station M2 - 40 m³/s



LA MARONNE

Cartographie des couples Substrat / Vitesse

Annexe 15. Abondances des taxons en fonction substrats et de leur inondation

	Abondances moyennes issues des échouages								Abondances moyennes issues des MAG 16									
N° substrat	11	10	9	8	7	6	5	3	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
Chloroperla									0,94	1,50	1,38	2,61	3,27	1,00	1,67		0,17	1,33
Leuctridae . nd			0,25	0,17	0,20	1,40	0,20	0,60	0,25	0,33		0,20						
Euleuctra	0,50	0,33	2,00	3,83	18,80	29,80	0,60	4,60	0,53	0,96	3,25	9,88	5,83	6,25	22,50	4,00	1,08	2,78
Leuctra	0,25	0,33	1,25	0,67	4,60			0,20	3,17	1,91	15,16	0,33	15,03	1,00	2,33		1,54	4,71
Protonemura	0,13	0,33		0,33					0,63	7,62	2,40	0,17	0,33		0,33			0,40
Dinocras										1,80	0,20		0,33	0,20				
Isoperla									3,87	4,12	1,43	0,28	1,83	0,20	1,67		5,83	1,39
Brachyptera									1,50	1,00								0,25
Brachycentrus	11,38	0,33	2,50		0,20	0,20	0,40		4,00	4,97	3,03	0,33	1,06	0,30	1,00			3,28
Micrasema	0,63	0,33					0,20		5,97	2,32	2,20		0,50	0,20				1,75
Glossomatidae . nd										0,33			0,33					0,20
Agpetus										0,67				0,17				0,25
Glossosoma					1,80	2,00	0,20		0,50				0,93	0,20	2,00			0,71
Goeridae . nd					0,40	0,60							3,50			0,50	0,17	0,67
Goera													0,17					
Silo							0,20			2,50		0,17	4,13		4,00		0,17	1,50
Hydropsyche	3,38	18,00	2,75	0,50	2,80	3,40	2,60	0,20	31,12	61,88	18,26	1,78	11,57	2,36	7,38		0,25	18,16
Hydroptilidae . nd													0,25					
Hydroptila									2,67	0,71	2,20	0,20	0,33	0,40				2,63
Lepidostomatidae . nd							0,20						0,67					
Lasiocephala									1,00	0,96	0,73	0,17	0,17				0,83	0,25
Lepidostoma	0,25	0,33	0,25	0,17	0,20				3,68	4,73	3,74	0,72	1,83	0,70	2,00		0,17	1,13
Adicella											1,20							
Athripsodes		0,33		1,00	0,20	0,20		0,20	0,33	0,52	0,25	0,43	0,61	0,40			0,33	0,50
Mystacides											0,75	0,51			0,33	2,00	0,33	0,50
Oecetis												0,17				0,50		
Setodes																		0,67
Limnephilidae . nd	1,75	1,00	0,25	56,17	1,40	2,20	1,40	4,00	13,32	4,47	95,24	56,88	11,39	0,65	8,80	11,13	3,53	2,19
Allogamus		0,33		8,67	0,20	1,00		0,20	1,13	6,39	2,20	24,93	2,06	3,60	2,67	3,00	1,58	0,56
Anabolia				2,50		0,60			1,00	0,40	0,20					0,50	0,73	1,33
Drusus													0,17					
Halesus				1,00					0,25	1,24	3,25	3,98		10,00		1,00		0,37
Polycentropodidae . nd					0,20				0,25		1,00							0,40
Holocentropus										0,20	0,80	1,00	0,56	0,33				0,70
Plectrocnemia				0,17														
Polycentropus											0,20	0,20						0,73
Lype												0,33						
Metalype				0,50	0,20									0,20				
Psychomyia					0,40								0,40	0,67				1,05
Rhyacophilidae . nd	0,63	0,33			0,20		0,20		7,22	1,15	2,20	0,17	0,50	0,20	11,67		3,00	0,47
Hyperhyacophila	0,50								2,50	1,00	0,25	0,50	1,17	0,20	1,50			2,55
Hyporhyacophila											0,20							
Pararhyacophila	0,25			0,17			0,20		1,78	4,13	1,00				0,38			
Rhyacophila	0,38	0,67			0,40		0,20		1,25	0,91	2,07		0,80					1,03
Sericostomatidae . nd	0,13									0,51	0,20							
Sericostoma	0,13		2,50	28,83		1,00	1,00	2,40	0,33	4,41	8,25	11,39	2,03	0,40	1,10	4,00	4,10	2,30
Acentrella									1,17	0,67			0,29					0,40
Baetis	8,38	18,00	4,25	1,33	6,00	2,60	1,20	0,40	13,90	24,24	4,54	1,67	9,63	3,50	8,88	0,50	0,92	26,84
Centroptilum			0,25								2,50				0,67	3,00		
Caenis						0,20			0,58	0,36	1,00	0,20	1,10	0,85			1,00	0,43
Ephemerella (seratella)	23,75	87,33	13,00	8,00	21,20	13,00	7,00	2,60	148,30	51,19	104,96	18,48	29,57	35,92	103,20	0,88	0,83	22,55
Torleya major				0,17					0,50	0,88	1,20	0,67	0,97	1,00				2,30
Ephemera								0,20			1,00	0,20			0,50	1,00	0,50	0,25
Ecdyonurus		0,33	0,25	0,17	0,40					1,00		0,40	0,40	0,60	5,00			2,39
Rhitrogena					0,40				0,50				0,90	0,33				8,50
Habrophlebia				0,33								0,34		0,67				
Paraleptophlebia									1,50	0,33		0,79	0,33					0,25
Ephoron virgo																	1,00	
Gerridae				0,33														
Nepa			0,25															
Dryopidae			0,75		0,20		0,40		0,25		2,00	0,23	0,33		1,00	3,00	0,33	
Dupophilus			0,25									1,50		0,40	1,00			0,20
Elmis	0,88		0,75	0,33	0,40	0,40	0,40		1,60	1,80	1,62	1,30	0,83	0,20	5,00	0,50	1,33	1,31
Esolus	2,50			0,17	0,40	0,60			0,90		2,63		0,50					0,58
Limnius			0,25	0,33	0,20	1,00		0,20	1,42	1,67	1,00	0,28	3,60	0,90			0,33	0,68
Oulimnius							0,20		0,70	1,15	1,92	1,18	0,39	0,20	3,25		0,96	0,63
Orectochilus										0,33								
Scirtidae (=Helodidae)												0,20						
Hydraenidae				0,17			0,20											
Athericidae				0,17							2,00	0,23			2,00			0,20
Ceratopogonidae	0,13				0,20	4,00	0,20	0,80			0,20	0,23	0,83	0,20			3,08	0,60
Chironomidae	168,00	62,00	23,50	7,50	16,20	4,80	22,20	6,20	192,48	70,01	87,38	117,61	34,57	21,16	61,10	14,38	92,83	130,50
Empididae										0,83	1,40							0,25
Limoniidae	0,75		0,25		0,20	0,80			0,33		0,37	0,53				0,50		0,80
Psychodidae												0,33		0,20				
Simuliidae	1,13	8,00	1,00		3,20	0,40	5,20		25,42	81,51	3,60	0,33	30,17	0,80	9,38		0,25	13,53
Tabanidae												0,33	0,17			1,50	0,92	
Tipulidae											1,00	0,80		1,00				1,00
Calopteryx cordulegaster				0,17						0,33								
Sialidae												0,83	0,17			3,50		0,20
HYMENOPTERES															1,00		0,17	
Gammaridae	0,38	0,33	1,75	1,00	0,40	0,40			0,69	0,71	0,70	3,89	0,39				0,25	
Asellidae			1,50				0,20	0,20	0,50	0,33	0,63	1,13	0,50	0,20		0,63	0,50	0,20
Sphaeriidae				0,17		0,40	0,20	1,60			6,00	0,36	0,61	0,20	1,00	3,13	0,33	
Ancylidae					1,00	0,20	0,40	0,60		1,50	2,00	0,40	1,37	0,30	2,00			1,13
Bythinellidae																		

Annexe 16.

Liste faunistique des dérives observées sur la Maronne

				Numéro des échantillons											
Bras :				Amont	Amont	Amont	Amont	Aval	Aval	Aval	Aval	Médian	Médian	Médian	Médian
Heure de pose :				23h30	00h30	01h30	02h30	23h30	00h30	01h30	02h30	23h30	00h30	00h30	01h30
Taxons	BMP	CB 2	Spe Ind	D54	D58	D61	D62	D51	D65	D55	D68	D57	D59	D52	D53
PLECOPTERES															
Chloroperlidae	10	9	9									1			
Chloroperla												1			
Leuctridae	10	6	7	12	5	8	7	4	1		1	2		5	
Euleuctra				12		8	2	4	1			2		5	
Leuctra					5		5				1				
Nemouridae	7	6	6												1
Protonemura															1
Perlodidae	10	9	9	7				1					7	2	1
Isoperla				7				1					7	2	1
TRICHOPTERES															
Brachycentridae	10	8	8	3	3	5	10	1	1		3	1	2	1	
Brachycentrus				3	3	5	10	1	1		3	1	2	1	
Glossosomatidae		7	7	1									2		
Glossosoma				1									2		
Hydropsychidae	5	3	3	2			2	1			1			2	1
Hydropsyche				2			2	1			1			2	1
Lepidostomatidae	10	7	6		1								1	1	
Lepidostoma					1								1	1	
Leptoceridae	10	5	4										8		
Athripsodes													8		
Limnephilidae	7	3					1						2		
Limnephilidae . nd													1		
Allogamus							1						1		
Polycentropodidae	7	6	4	2		2		1		1			4		
Holocentropus						1		1					1		
Polycentropus				2		1				1			3		
Psychomyidae		6	4			1	1	1				2	1	1	1
Psychomyidae . nd												1			
Psychomyia						1		1				1	1	1	1
Tinodes							1								
Rhyacophilidae	7	6	4	6		3	2	2	2	2	2	2	8		
Rhyacophilidae . nd				2		1	2	2		1	2	2			
Pararhyacophila				1											
Rhyacophila				3		2			2	1			8		
Sericostomatidae	10	7	6		1										
Sericostoma				1	1										
EPHEMEROPTERES															
Baetidae	4	2	2	53	35	42	51	6	4	21	17	11	39	9	6
Baetis				53	35	42	51	6	4	21	17	11	39	9	6
Caenidae	7	3	2		2	3	2						1		
Caenis					2	3	2						1		
Ephemerellidae	10	4	3	42	49	56	42	4	3	9	14	16	53	11	11
Ephemerella (seratella)				42	49	56	42	4	3	9	14	16	53	11	11
Heptageniidae	10	7	5	5		9	11	1	1	1	6	6	5	1	
Ecdyonurus				4		4		1	1		4		4	1	
Epeorus											1	1			
Rhitrogena				1		5	11			1	1	5	1		
Leptophlebiidae	10	6	7	5		2	3		1			1	1		1
Habrophlebia				5		2	3		1			1	1		1
COLEOPTERES															
Dystiscidae	5	4													1
Elmidae	5	5	2	6		3	2	2	2				4	2	2
Dupophilus				5									1		
Elmis						3	1								
Esolus									2				2	1	
Limnius				1			1	2					1	1	2
Gyrinidae	5	4													1
Orectochilus															1
DIPTERES															
Athericidae		6					1								
Blephariceridae		5					1					1			
Chironomidae	2	1	1	6	2		4	3	1			31	3		
Limoniidae		5								1					
Simuliidae	5	4		8	11	36	22	2	3	6	22	12	12	6	9
CRUSTACÉS															
AMPHIPODES															
Gammaridae	6	3	2				1								
ISOPODES															
Asellidae	3	1	1			1	1	1							
MOLLUSQUES															
GASTEROPODES															
Ancylidae	6	2	2		1			1					1		
ACHETES															
Erpobdellidae	3	1	1				1								
Glossiphoniidae	3	2	1			1									
TRICLADES															
Planariidae	5											1			
OLIGOCHETES															
HYDRACARIENS															
Variété				20	11	18	23	16	10	8	10	23	12	11	15
Effectif total				160	116	182	174	32	19	41	66	154	41	35	87

Annexe 17. Liste taxinomique du MAG16 IS1D1



Cours d'eau : Dordogne
Département : 19
Référence de la station : D1
Code : IS1D1
Date de prélèvement : 01/07/2008

			Numéros des échantillons																	
N° substrat			2	7	7	3	5	6	8	9	11	6	3	5	9	8	10	11		
N° vitesse			3	5	3	3	3	5	3	3	3	3	1	1	5	1	5	5		
% de recouvrement			0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%		
Taxons	BMWP	CB 2	Gpe ind	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	Effectif total
PLECOPTERES																				
Leuctridae	10	6	7	3	4	8		4		7		2		1		3	1	1		34
<i>Leuctra</i>				3	4	8		4		7		2		1		3	1	1		
Nemouridae	7	6														1		1		2
<i>Protonemura</i>																1		1		
TRICHOPTERES																				
Brachycentridae	10	8	8	79	25			40	11	9	2	34	1	4	9	155	39	350	280	1038
<i>Brachycentrus</i>				79	25			40	11	9	2	34	1	4	9	155	39	350	280	
Goeridae	10		7			1							1							2
<i>Goera</i>						1							1							
Hydropsychidae				2				1	1					1		3			2	10
<i>Hydropsyche</i>				2				1	1					1		3			2	
Hydroptilidae	6	6								1		1			2				2	6
<i>Hydroptilidae . nd</i>												1			2				1	
<i>Hydroptila</i>										1										
<i>Ptilocoleptus</i>																			1	
Lepidostomatidae	10	7	5	4	3			4	3	59		3		1	3	10	30	5	34	159
<i>Lasiocephala</i>																	1		1	
<i>Lepidostoma</i>				4	3			4	3	59		3		1	3	10	29	5	33	
Leptoceridae	10	5	4	4		2		3	1	2		1		7	1	1		4	20	46
<i>Athripsodes</i>				4		2		2	1			1		6		1		4	15	
<i>Oecetis</i>								1		1				1	1				5	
Limnephilidae	7		3			7	1	2		6	4	2	1					1	1	25
<i>Limnephilidae . nd</i>						6		1				2							1	
<i>Limnephilinae</i>						1	1	1		6	4		1					1		
Polycentropodidae	7	6	4	2		2		1			1	1	2		1	1	1	1	2	15
<i>Polycentropodidae . nd</i>				1		1		1								1				
<i>Neureclipsis</i>				1		1					1	1			1		1	1	2	
<i>Polycentropus</i>													1							
Psychomyidae			4			1														1
<i>Psychomyia</i>						1														
Rhyacophilidae	7	6	4		1	1			1				1			1		4		9
<i>Rhyacophilidae . nd</i>									1									1		
<i>Hyperrhyacophila</i>																1		1		
<i>Pararhyacophila</i>					1	1							1					2		
Sericostomatidae	10	7	5	12	3	2		3	14	13	6			2			3	1	7	66
<i>Sericostoma</i>				12	3	2		3	14	13	6			2			3	1	7	
EPHEMEROPTERES																				
Baetidae	4	2	2	11	15				1	1		1	1			13		6	6	55
<i>Baetis</i>				11	15				1	1		1	1			13		6	6	
Caenidae	7	3	2	5	2	2		16	3	3	3	6		2	9		3		12	66
<i>Caenis</i>				5	2	2		16	3	3	3	6		2	9		3		12	
Ephemerellidae	10	4	3	126	73	50	1	117	45	10	2	164	34	4	27	164	25	90	184	1116
<i>Ephemerella (seratella)</i>				126	73	50	1	117	45	10	2	164	34	4	27	164	25	90	184	
HETEROPTERES																				
Corixidae	5	3												1						1
<i>Sigara</i>														1						
COLEOPTERES																				
Dryopidae	5	6												2						2
<i>Dryops</i>														2						
Elmidae	5	5	2						2											2
<i>Oulimnius</i>									2											
Ceratopogonidae			5						1											
Chironomidae	2	1	1	13	15	11	3	8	24	15	5	150		6	7	39	8	19	32	
Limoniidae			5																1	
Simuliidae	5	4		29	9	1						1			1	11	3	45	4	
BRANCHIOPODES																				
AMPHIPODES																				
Gammaridae	6	3	2	12	9	1		8	5	15	1	3			2	4	2	3	22	87
<i>Gammarus</i>				12	9	1		8	5	15	1	3			2	4	2	3	22	
ISOPODES																				
Asellidae	3	1	1	2	1			2		11	2	2	3	1	2		5	1	18	50
<i>Proasellus</i>				2	1			2		11	2	2	3	1	2		5	1	18	
MOLLUSQUES																				
BIVALVES																				
Sphaeriidae	3	4	2	2															1	3
<i>Pisidium</i>				2															1	
GASTEROPODES																				
Ancylidae	6	2	2			26			7				25							58
<i>Ancylus</i>						26			7				25							
ACHETES																				
Erpobdellidae	3	1	1	2	1					1			2							6
Glossiphoniidae	3	2	1	1	1	1								1					1	5
TRICLADES																				
Planariidae	5			8	1	15		3			1	4	3				3	2	8	48
OLIGOCHETES	1	1	1	14	13	9	31	21	140	24	7			85	12		2			358

Annexe 18.

Liste taxinomique du MAG16 IS1D2



Cours d'eau : Dordogne
Département : 19
Référence de la station : D2
Code : IS1D2
Date de prélèvement : 03/07/2008

				Numéros des échantillons																Effectif total
N° substrat	N° vitesse	% de recouvrement		10	7	11	3	7	2	11	3	9	4	5	6	7	8	9	11	
				1	3	3	3	5	4	4	1	1	1	1	3	4	1	5	5	
				0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
Taxons	BNWP	CS 2	Epe Ind	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	
PLECOPTERES																				
Chloroperlidae	10	9	9			1														1
Chloroperla						1														
Leuctridae	10	6	7					3	3											6
Leuctra								3	3											
Nemouridae	7	6								1										1
Protonemura										1										
Perlidae	10	8	9									1				1				2
Dinocras												1								
Perla																	1			
Perlodidae	10	9	9		2															2
Isoperla				2																
TRICHOPTERES																				
Brachycentridae	10	8	8	9		194	1	19	11	58				2		3	1	2	75	375
Brachycentrus				9		191	1	19	11	58				2		3	1	2	70	
Micrasema						3													5	
Glossosomatidae		7	7		7			1												8
Glossosoma				7				1												
Hydropsychidae				7	1	1	2	2	15							5			30	63
Hydropsyche				7	1	1	2	2	15							5			30	
Lepidostomatidae	10	7	5	8		10			1			17		3			23			62
Lasiocephala									1			2								
Lepidostoma				8		10						15		3			23			
Leptoceridae	10	5	4										2				2			4
Leptoceridae . nd																	1			
Oecetis													2				1			
Limnephilidae	7	3	8				1					14	2				2	3		30
Limnephilinae			8				1					14	2				2	3		
Psychomyidae			4		2															2
Psychomyia				2																
Rhyacophilidae	7	6	4	2		2		2		9									3	18
Rhyacophila				2		2		1		1										
Hyperhyacophila										1										
Parahyacophila								1		7									3	
Sericostomatidae	10	7	5								6	6	4				13			29
Sericostomatidae . nd											3	3								
Sericostoma											3	3	4				13			
EPHEMEROPTERES																				
Baetidae	4	2	2	10	2	4		1		25				2	2	21		2	2	71
Baetis				10	2	4		1		25				2	2	21		2	2	
Caenidae	7	3	2	7				1	1			1	5		1		1			17
Caenis				7				1	1			1	5		1					
Ephemerellidae	10	4	3	77	6	14	1	1		28	8	77		62	2	3	23	5	18	325
Ephemerella (seratella)				77	6	14	1	1		28	8	77		62	2	3	23	5	18	
Ephemeridae	10	7	5				4				1									5
Ephemera							4				1									
Heptageniidae	10	7	5	1	3			1	3							7				15
Heptageniidae . nd				1																
Ecdyonurus					3															
Heptagenia								3								4				
Rhitrogena							1									3				
COLEOPTERES																				
Dryopidae	5	6		1																1
Dryops				1																
Dytiscidae						1						1								2
Dytiscidae . nd						1						1								
Elmidae	5	5	2	1		3		1	4	8	1	1			2					21
Dupophilus									2											
Elmis				1		3			1	7		1								
Limnius								1	1	1	1				2					
Hydrophilidae	5			1																1
Hydrophilidae . nd				1																
Blephariceridae	5				1											12				
Ceratopogonidae	5										1									
Chironomidae	2	1	1	5		5	32		3	16	5	2		3	2	2	1		17	
Simuliidae	5	4		8						3							16			
Tipulidae	5	5													1					
ODONATES																				
Cordulegasteridae	8	5		1																1
Cordulegaster				1																
Gomphidae	8	5															1			1
Onychogomphus																	1			
BRANCHIOPODES																				
AMPHIPODES																				
Gammaridae	6	3	2	100		15		40	4	4		1		3	2		2		100	271
Gammarus				100		15		40	4	4		1		3	2		2		100	
ASTEROPODES																				
Limnidae	3	3	2														1			1
Radix																	1			
ACHETES																				
Erpobdellidae	3	1	1					1			3	2			1					7
Glossiphoniidae	3	2	1						1											1
TRICLADES																				
Planariidae	5			6						1	7	2							3	19
OLIGOCHETES	1	1	27				9	14	7				3		1	3	1		1	66
GORDICES																				
								1												1



Annexe 20.

Liste taxinomique du MAG16 IS1D4



Cours d'eau : Dordogne
Département : 19
Référence de la station : D4
Code : IS1D4
Date de prélèvement : 02/07/2008

				Numéros des échantillons																Effectif total
N° substrat				2	9	8	7	6	5	3	10	9	7	7	6	3	1	10	6	
N° vitesse				4	5	1	5	3	1	1	5	3	4	3	5	3	3	4	1	
% de recouvrement				0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
Taxons	BMWP	CB 2	Gpe Ind	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	
PLECOPTERES																				
Leuctridae	10	6	7	5				5				2			2			1		15
Leuctra				5				5				2			2			1		
Perlidae	10	8	9	1																1
Perlidae . nd				1																
TRICHOPTERES																				
Brachycentridae	10	8	8			1					255	189	4				21	845		1315
Brachycentrus						1					255	189	4				21	845		
Glossosomatidae	7	7	7	2	3		17		2			6	5	2	1	1				39
Glossosoma				2	3		17		2			6	5	2	1	1				
Hydropsychidae				7			1	2			2	35	19					2		68
Cheumatopsyche												5								
Hydropsyche				7			1	2			2	35	14					2		
Hydroptilidae	6	6							1							1				2
Hydroptilidae . nd																1				
Hydroptilia									1											
Lepidostomatidae	10	7	5		1	2		1	4			1								9
Lepidostoma					1	2		1	4			1								
Leptoceridae	10	5	4			3		1	2			4			3			2		15
Athripsodes						3			2			3						2		
Oecetes								1				1								
Setodes															3					
Limnephilidae	7	3			2													1		3
Limnephilidae . nd					2													1		
Psychomyiidae			4									7	2				8			17
Psychomyia												7	2				8			
Rhyacophilidae	7	6	4	3							1	3					1	4		12
Rhyacophilidae . nd				2							1						1			
Hyperhyacophila				1								3						2		
Pararhyacophila																		2		
Sericostomatidae	10	7	5					2				1	1			1		2		7
Sericostoma								2				1	1			1		2		
EPHEMEROPTERES																				
Baetidae	4	2	2	6			1			1	5	18	3	2	16	1	26	26		105
Baetis				6			1				5	18	3	2	16	1	26	26		
Procladius										1										
Caenidae	7	3	2					2												2
Caenis								2												
Ephemerellidae	10	4	3	20	12	60	1	6	12	1	46	267	9		12	1	39	272		758
Ephemerella (seratella)				20	12	60	1	6	12	1	46	267	9		12	1	39	272		
Heptageniidae	10	7	5	14		1	2						10		9				1	37
Ecdyonurus						1							2						1	
Electrogena															1					
Epeorus				11			1						7							
Heptagenia													1							
Rhytrogena				3			1								8					
Oligoneuriidae				18							6	5			1			2		32
Oligoneuriella rhenana				18							6	5			1			2		
COLEOPTERES																				
Dryopidae	5	6										2								2
Dryops												2								
Elmidae	5	5	2			1	1	1	4		2	14	1			1		5		30
Dupophilus											1	6								
Elmis												3	1							
Esolus									2		1					1		2		
Limnius						1	1	1	2			2						2		
Oulimnius												3						1		
Helophoridae	7								1											1
Helophorus									1											
Athericidae	6					1														
Blephariceridae	5		27				61					1	38	15			1			
Ceratopogonidae	5									2										
Chironomidae	2	1	1	16	2	4	3	2	8	2	24	20	32	6	2	2	26	25	5	
Limoniidae	5														1			3		
Simuliidae	5	4		830		2	245	1	3		165	730	220	8	19	5	5	8400	5	
BRANCHIOPODES																				
AMPHIPODES																				
Gammaridae	6	3	2	1	70	185		2	24		1	14	10		159	1		21		488
Gammarus				1	70	185		2	24		1	14	10		159	1		21		
ISOPODES																				
Asellidae	3	1	1		1							1								2
Proasellus					1							1								
MOLLUSQUES																				
BIVALVES																				
Sphaeriidae	3	4	2			2						2				1		1		6
Pisidium						2						2				1		1		
GASTEROPODES																				
Ancylidae	6	2	2								1						3		3	7
Ancylus											1						3		3	
ACHETES																				
Erpobdellidae	3	1	1	1		2						1			1			5		10
Glossiphoniidae	3	2	1			1														1
TRICLADES																				
Planariidae	5							1	3			6								10
OLIGOCHETES																				
Planariidae	1	1		2	3	26	1	6		8		30	140			22		46	11	295
HYDRACARIENS																				
				1							5	15								21

Annexe 21.

Liste taxinomique du MAG16 I2D1

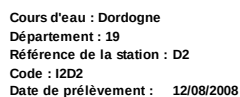


Cours d'eau : Dordogne
Département : 19
Référence de la station : D1
Code : I2D1
Date de prélèvement : 13/08/2008

			Numéros des échantillons																Effectif total
N° substrat			11	10	10	9	8	7	6	4	3	2	7	7	6	11	9	8	
N° vitesse			3	3	5	3	1	5	3	1	1	3	3	1	1	1	1	3	
% de recouvrement			0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
Taxons	BWP	CB 2	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	
PLECOPTERES																			
Leuctridae	10	6	7	10	2	3	1		8	8	1		22	7	5	22	9	13	111
Euleuctra																			
Leuctra				10	2	3	1		8	7	1		8	7	5	19	9	11	
Nemouridae	7	6		1	1		1	1											4
Nemura							1	1											
Protonemura				1	1														
Perlodidae	10	9	9			1													1
Isoperla						1													
TRICHOPTERES																			
Brachycentridae	10	8	8	58	64	126	36		3	10		1	63		3	13	30	45	452
Brachycentrus				58	64	126	36		3	10		1	63		3	13	30	45	
Glossosomatidae		7	7									5						1	6
Agapetus												5						1	
Goeridae	10		7									1		3					4
Goeridae . nd												1		3					
Hydropsychidae													1						1
Hydropsychidae . nd													1						
Hydroptilidae	6	6		1	1														2
Hydroptila				1	1														
Lepidostomatidae	10	7	5	36	3	3	1	2									1	1	47
Lepidostoma				36	3	3	1	2									1	1	
Leptoceridae	10	5	4	2	2	1			3			1			3	3		2	17
Athripsodes					1				2			1			3	3			
Ceraclea				2		1			1									2	
Oecetis					1														
Limnephilidae	7		3	2		1	2		1	14		1	1	3	1		3		29
Limnephilinae				2		1	2		1	14		1	1	3	1		3		
Polycentropodidae	7	6	4	3	1		1		3			2	1	1		1			13
Polycentropodidae . nd												1							
Holocentropus												1							
Neureclipsis				3					3				1						
Plectrocnemia					1														
Polycentropus							1								1	1			
Psychomyidae			4												1	1			1
Tinodes															1	1			
Rhyacophilidae	7	6	4			1							1						2
Rhyacophilidae . nd						1							1						
Pararhyacophila					1														
Sericostomatidae	10	7	5		1		1	27	1	21		6	3		3	8		11	82
Sericostoma					1		1	27	1	21		6	3		3	8		11	
EPHEMEROPTERES																			
Baetidae	4	2	2	3	38	27	1					4	12				4		89
Baetis				3	38	27	1					4	12				4		
Caenidae	7	3	2																1
Caenis																			
Ephemerellidae	10	4	3	63	101	59	32	29	3	3	2	13	49	13	28	13	23	18	449
Ephemerella (seratella)				63	101	59	32	29	3	3	2	13	49	13	28	13	23	18	
Heptageniidae	10	7	5	1								1							2
Ecdyonurus												1							
Epeorus				1								1							
Leptophlebiidae	10	6						1									1		2
Leptophlebiidae . nd																	1		
Habrophlebia								1											
HETEROPTERES																			
Corixidae	5	3								23									23
Micronecta										23									
COLEOPTERES																			
Dytiscidae										1				1	1				3
Hydroporinae										1				1	1				
Elmidae	5	5	2			1							1						2
Elmis						1							1						
Helophoridae		7															1		1
Helophorus																	1		
Anthomyiidae				1	2														
Chironomidae	2	1	1	86	106	138	14	31	15	16	54	6	9	41	16	18	7	13	8
Limoniidae		5												1					
Simuliidae	5	4		1	14	67				25				1			3		
Tabanidae		4										1							
Tipulidae	5	5			1														
BRANCHIOPODES																			
AMPHIPODES																			
Gammaridae	6	3	2	36	18	17	34	61	40	78	1	39	3	42	10	8	19	48	454
Gammarus				36	18	17	34	61	40	78	1	39	3	42	10	8	19	48	
ISOPODES																			
Asellidae	3	1	1		9		14	193	6	2	11		24	3	5	6	26	29	328
Proasellus					9		14	193	6	2	11		24	3	5	6	26	29	
MOLLUSQUES																			
BIVALVES																			
Sphaeriidae	3	4	2				4	1	5	1				6					17
Pisidium							4	1	5	1				6					
GASTEROPODES																			
Ancylidae	6	2	2								1	4	23	24	4	5			61
Ancylus											1	4	23	24	4	5			
Hydrobiidae	3	3	2								2								2
Potamopyrgus											2								
ACHETES																			
Erpobdellidae	3	1	1		1			7	3	11		1	1	1	1			1	27
Glossiphoniidae	3	2	1		4		1	2	1	5	1		1	1	1		1	1	19
TRICLADES																			
Planariidae	5			12	37		38	36	2	9	1		2	23	5	2	32	3	224
OLIGOCHETES	1	1	1				8	17	2	19	3	26	28		17	2		7	130
HYDRACARIENS				5								6		5			4		20

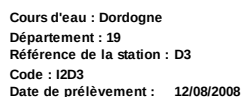


Annexe 22. Liste taxinomique du MAG16 I2D2

157



Annexe 23. Liste taxinomique du MAG16 I2D3

158

Annexe 24.

Liste taxinomique du MAG16 I2D4



Cours d'eau : Dordogne
Département : 19
Référence de la station : D4
Code : I2D4
Date de prélèvement : 12/08/2008

		Numéros des échantillons																			
N° substrat			10	9	9	8	7	7	6	6	5	5	3	3	2	8	7	10			
N° vitesse			5	5	3	1	4	5	5	3	3	1	3	1	4	3	3	3			
% de recouvrement			0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%			
Taxons	BWMP	CB 2	Gpe	Ind	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	Effectif total
PLECOPTERES																					
Leuctridae	10	6	7		24	3	1		2	1	5	1		1			1	1	1		41
Leuctra					24	3	1		2	1	5	1		1			1	1	1		
Nemouridae	7	6				1									1						2
Nemura															1						
Protonemura																					
Perlidae	10	8	9		1	2			2	2											7
Perlidae . nd					1																
Dinocras						2			2												
Perla										2											
Perlodidae	10	9	9						1												1
Perlodidae . nd									1												
TRICHOPTERES																					
Brachycentridae	10	8	8		320	53	160		4			5		75	5		2	3	2	3	632
Brachycentrus					320	53	160		3			5		75	5		2	3	2	3	
Micrasema									1												
Glossosomatidae	7	7			1				4	1							20	4	3	2	35
Agapetus					1													4	2	2	
Glossosoma									4	1							20		1		
Goeridae	10	7			11					3								1		8	23
Silo										3								1		8	
Hydropsychidae					27	52			22	15	4			2			7		8	1550	1687
Hydropsyche					27	52			22	15	4			2			7		8	1550	
Hydroptilidae	6	6			11	1	3													1	16
Hydroptila					11	1	3													1	
Lepidostomatidae	10	7	5				2														2
Lepidostoma							2														
Leptoceridae	10	5	4		2		18	1									2			1	24
Leptoceridae . nd								1												1	
Athripsodes																					
Oecetis					2		18											1			
Limnephilidae	7	3				1												1			1
Limnephilidae . nd						1															
Polycentropodidae	7	6	4		1																1
Polycentropus					1																
Psychomyiidae			4						6					1			3				10
Psychomyia									6					1			3				
Rhyacophilidae	7	6	4											1							1
Rhyacophila														1							
Sericostomatidae	10	7	5		1	1	7	2										2		2	15
Sericostoma					1	1	7	2										2		2	
EPHEMEROPTERES																					
Baetidae	4	2	2		135	112			34	34	20	12	1	68			82	4	120	134	785
Baetis					135	112			34	63	20	12	1	68			82	4	120	134	
Pseudocentropilum																		1			
Ephemerellidae	10	4	3		168	59	73			1	3	3	3	56	2		2		8	98	476
Ephemerella (seratella)					168	59	73			1	3	3	3	56	2		2		8	98	
Heptageniidae	10	7	5		10	1			11	38	60	2	1				3			10	136
Heptageniidae . nd											21	2								1	
Ecdyonurus					5								1								
Electrogena																					
Epeorus									1								2			1	
Heptagenia					5	1			10												
Rhytrogena																				8	
Oligoneuridae						1			9	38	39						1				12
Oligoneuriella rhenana						1			9	2											
HETEROPTERES																					
Corixidae	5	3										14				1					15
Micronecta												14				1					
Nepidae	5				2									2							4
Nepa					2																
COLEOPTERES																					
Dryopidae	5	6			8	1															9
Dryops					8	1															
Elmidae	5	5	2		7	18	19			5	3	1	8	2	6		1	3	1	11	85
Dupophilus					4						1									2	
Elmis					2	16	11						2		6					6	
Esolus																					
Limnius					1	2	5			1	1	1	5	2					1		
Oulimnius							3													3	
Hydraenidae			5											1							1
Hydraena														1							
Hydrophilidae	5											2	1	5							8
Hydrophilidae . nd												1	1								
Hydrophilinae												1									
Sphaeridiinae															5						
Anthomyiidae					1																
Blephariceridae		5						2			1						23		2		
Ceratopogonidae																					
Chironomidae	2	1	1		645	395	27	140	63	21	16	24	6	140	4		26	13	13	495	
Limoniidae		5			3	5	1						1	4							
Simuliidae	5	4			3	45			40	1	5	1		6			5		13	69	
ODONATES																					
Calopterygidae	8	4					1														1
Calopteryx							1														
Coenagrionidae	6	4			1																1
Coenagrionidae . nd					1																
BRANCHIOPODES																					
AMPHIPODES																					
Gammaridae	6	3	2		55	2940	2490	21	7	3	1	9	51	85	3	1	5	14	80	53	5818
Gammarus					55	2940	2490	21	7	3	1	9	51	85	3	1	5	14	80	53	
ISOPODES																					
Asellidae	3	1	1			10						1									11
Proasellus						10						1									
GASTEROPODES																					
Lymnaeidae	3	3	2									1									1
Radix												1									
ACHETES																					
Erpobdellidae	3	1	1		3	1		5	1	2	1		10						2		25
Glossiphoniidae	3	2	1		1		9	3	1				1	1				1			17
TRICLADES																					
Planariidae	5				1	50	8		1												60
OLIGOCHETES	1	1			8	13	860			40	26	115	20	7	220	450		9		7	1775
HYDRACARIENS					32	2						2	1	1						13	51
MEMERTIENS						1					1									2	4

Annexe 25.

Liste taxinomique du MAG16 I3D1



Cours d'eau : Dordogne

Département :

Référence de la station : D1

Code : I3D1

Date de prélèvement : 00/01/1900

				Numéros des échantillons																				
N° substrat				11	6	10	3	8	6	11	7	7	7	10	7	8	11	3						
N° vitesse				1	1	1	1	3	3	3	3	1	5	5	5	4	1	5	3					
% de recouvrement				0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	#REF!	#REF!	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%					
Taxons				BWP	CB 2	Gpe ind	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	Effectif total	
PLECOPTERES																								
Nemouridae				7	6										1								1	
Nemura														1										
Perlidae				10	8	9													1				1	
Dinocras																		1						
Perlodidae				10	9	9									1				1				2	
Perloides															1				1					
TRICHOPTERES																								
Brachycentridae				10	8	8	1		1	2		2	2	26		149	160	3	35	8			389	
Brachycentrus									2	2		2	26		149	160	3	27	1					
Micrasema						1		1				2					8	7						
Glossosomatidae					7	7				1	1							2					4	
Synagapetus									1	1								2						
Goeridae				10		7		3															3	
Silo								3																
Hydropsychidae								2	7	1			2	2		7	4	7	4	2			38	
Hydropsyche								2	7	1			2	2		7	4	7	4	2				
Lepidostomatidae				10	7	5	2		9		2	4	9	5	10	7		5	8	17			78	
Lasiocephala									3			2		1										
Lepidostoma							2		6		2	2	9	4	10	7		5	8	17				
Leptoceridae				10	5	4		2					1			4	2			1			10	
Athripsodes								2					1											
Ceraclea																4	2			1				
Limnephilidae				7		3	68	40	25					4			1		1	2			141	
Limnephilinae							68	40	25					4			1		1	2				
Polycentropodidae				7	6	4		1	1				2			7	4	3	5				23	
Polycentropodidae . nd																2								
Holocentropus													2											
Neureclipsis								1								5	4	3	5					
Polycentropus							1																	
Psychomyidae						4		1															1	
Metalype								1																
Rhyacophilidae				7	6	4									1	1			5	1			8	
Rhyacophilidae . nd																				1				
Hyperrhyacophila															1	1			5					
Sericostomatidae				10	7	5	1	2	12	2		12		5	2	7	5		1	1	1	6	57	
Sericostoma							1	2	12	2				5	2	7	5		1	1	1	6		
EPHEMEROPTERES																								
Baetidae				4	2	2							3					2	3	2			10	
Baetis												3						2	3	2				
Heptageniidae				10	7	5									3	1			4				8	
Heptagenia															3	1			4					
DIPTERES																								
Chironomidae				2	1	1	35	15	4	3	7	19		31	30	10	203	200	7	190	110		6	870
Simuliidae				5	4				3					4						2	9			18
Tabanidae					4														1				1	
BRANCHIOPODES																								
AMPHIPODES																								
Gammaridae				6	3	2	18	3	95					2		1	13	5	60	13	8		1	219
Gammarus							18	3	95					2		1	13	5	60	13	8		1	
ISOPODES																								
Asellidae				3	1	1	2	4	1															7
Proasellus							2	4	1															
MOLLUSQUES																								
BIVALVES																								
Sphaeriidae				3	4	2		2	3			9						2			1	3	20	
Sphaerium								2	3			9						2			1	3		
GASTEROPODES																								
Ancylidae				6	2	2		10						1					1				12	
Ancylus								10						1					1					
Lymnaeidae				3	3	2													1				1	
Radix																			1					
ACHETES																								
Erpobdellidae				3	1	1		1		2	3		2	1	3	7	1	4				5	29	
Glossiphoniidae				3	2	1			1			1			1	1		1			1	1	8	
TRICLADES																								
Planariidae				5			7	3	8		7	2	5	4	1	12	7	1	7	8	3	4	79	
OLIGOCHETES																								
				1	1			45	7	390		20		5	4	45		9	6	4	22	21	573	



Annexe 27.

Liste taxinomique du MAG16 I3D3



Cours d'eau : Dordogne

Département :

Référence de la station : D3

Code : I3D3

Date de prélèvement : 00/01/1900

				Numéros des échantillons																Effectif total			
N° substrat				6	7	6	7	11	9	11	2	8	7	3	10	6	10	7	9				
N° vitesse				3	1	5	3	5	3	3	5	1	5	1	5	1	3	4	5				
% de recouvrement				0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%		0.0%		
Taxons				BMWP	CB 2	Gpe ind	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	
PLECOPTERES																							
Perlidae				10	8	9	1				9		3		1								14
<i>Dinocras</i>															1								
<i>Marthamea</i>											9		3										
<i>Perla</i>							1																
Perlodidae				10	9	9	2		1		3	1		2	1			2	2		1	1	16
<i>Diura</i>							1																
<i>Isoperla</i>									1		3	1		2				2			1	1	
<i>Perlodes</i>							1								1			2					
TRICHOPTERES																							
Brachycentridae				10	8	8	1	15			43	4	40	13	32				3	3		2	156
<i>Brachycentrus</i>							1	15				1		8	31				3				
<i>Micrasema</i>										43	3	40	5	1						3		2	
Glossosomatidae					7	7						1	3	1								5	
<i>Glossosomatidae . nd</i>												1	3	1									
Goeridae				10		7							16	1					1			18	
<i>Silo</i>													16	1				1					
Hydropsychidae							1			5	2	12	3	5				2				30	
<i>Cheumatopsyche</i>											2												
<i>Hydropsyche</i>							1			5	2	10	3	5				2					
Hydroptilidae				6	6					1		2										3	
<i>Hydroptila</i>									1		2												
Lepidostomatidae				10	7	5	1		2		49	12	43	2			15	7	1	2		16	
<i>Lasiocephala</i>																	2						
<i>Lepidostoma</i>							1		2		49	12	43	2			15	5	1	2		16	
Leptoceridae				10	5	4			2	1		3	3		6	4	6	6		2		27	
<i>Athripsodes</i>									2			3	3		6	4	6	6		2			
<i>Mystacides</i>										1		3	3			4							
Limnephilidae				7		3	2				3					33					1	39	
<i>Limnephilidae . nd</i>											3												
<i>Limnephilinae</i>							2									33					1		
Rhyacophilidae				7	6	4				5		8	1							1		15	
<i>Rhyacophilidae . nd</i>												1								1			
<i>Pararhyacophila</i>												1											
<i>Prosrhyacophila</i>									5		7												
Sericostomatidae				10	7	5	2						3	1	25	54			2			87	
<i>Sericostoma</i>							2						3	1	25	54			2				
EPHEMEROPTERES																							
Baetidae				4	2	2			5		2	5	5	7	7	1	12	7	8	3		2	64
<i>Baetis</i>								5		2	5	5	7	7	1	12	7	8	3		2		
Ephemerellidae				10	4	3	1					1								1		3	
<i>Torleya major</i>							1					1								1			
Ephemeridae				10	7	5									2							2	
<i>Ephemer</i>															2								
Heptageniidae				10	7	5	2		5	1			12	7					11			38	
<i>Electrogena</i>													6										
<i>Epeorus</i>													5					1					
<i>Heptagenia</i>													1										
<i>Rhitrogena</i>							2		5	1				7				10					
COLEOPTERES																							
Elmidae				5	5	2	1		4		13	1	46	6		2	5	2	2			82	
<i>Dupophilus</i>										1													
<i>Elmis</i>								1		12	1	42	2			2	2		2				
<i>Limnius</i>								2				2	3										
<i>Oulimnius</i>							1					2	1			1	1						
Gyrinidae				5	4			1				3	1	1							1	7	
<i>Orectochilus</i>							1					3	1	1							1		
DIPTERES																							
Athericidae					6										1	1						2	
Chironomidae				2	1	1	35	30	190	9	35	23	110	235	44	50	115	95	55	52	85	17	1180
Simuliidae				5	4					80	1	60	6					22	1	35		205	
BRANCHIOPODES																							
AMPHIPODES																							
Gammaridae				6	3	2	55		10	3	50	64	1080	33	14		31	15	80	2		80	1517
<i>Gammarus</i>							55		10	3	50	64	1080	33	14		31	15	80	2		80	
ISOPODES																							
Asellidae				3	1	1											4					4	
<i>Proasellus</i>																	4						
MOLLUSQUES																							
BIVALVES																							
Sphaeriidae				3	4	2									1							1	
<i>Sphaerium</i>															1								
ACHETES																							
Erpobdellidae				3	1	1						3		1			4		2		1	11	
Glossiphoniidae				3	2	1		2				1				3						6	
TRICLADES																							
Planariidae				5					2				5		1		4					3	
OLIGOCHETES																							
				1		1	1	2	3				1	5	4	13	115	2	4			15	

Annexe 28.

Liste taxinomique du MAG16 I3D4



Cours d'eau : Dordogne
Département :
Référence de la station : D4
Code : I3D4
Date de prélèvement : 00/01/1900

				Numéros des échantillons																				
N° substrat				6	6	3	8	8	2	7	2	6	9	11	9	7	7	5	7					
N° vitesse				1	5	1	1	3	5	5	4	3	3	5	1	1	3	1	4					
% de recouvrement				0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%					
				518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	Effectif total				
Taxons																								
PLECOPTERES																								
Chloroperlidae				10	9	9						1								1				
Chloroperla											1													
Leuctridae				10	6	7		1												1				
Leuctra							1																	
Nemouridae				7	6										1					1				
Protonemura														1										
Perlidae				10	8	9		1	1				1							3				
Dinocras													1											
Perla								1	1															
Perlodidae				10	9	9		1				2	3	3						9				
Isoperla												2	3	3										
Perlodes								1																
Taeniopterygidae				10	8	9							2							2				
Taeniopteryx													2											
TRICHOPTERES																								
Brachycentridae				10	8	8									4	1				5				
Brachycentrus														4	1									
Glossosomatidae				7	7		25			20	9		2			1			1	58				
Glossosomatidae . nd							4						2			1								
Glossosoma							5			8	9													
Synagapetus							16			12														
Goeridae				10	7		6	9	1		18	31	1		3					69				
Silo							6	9	1		18	31	1		3									
Hydropsychidae							1	5		26	2		1	380	11	20	1		23	470				
Hydropsyche							1	5		26	2		1	380	11	20	1		23					
Hydroptilidae				6	6		1						1		1					3				
Hydroptila							1						1		1									
Lepidostomatidae				10	7	5	3	2		10	1	1		27	11	9				64				
Lasiocephala									2						5									
Lepidostoma							3	2		8	1	1		27	11	4								
Leptoceridae				10	5	4		4	6	1	4			2	1					18				
Athripsodes								3	4		4				2	1								
Mystacides							1	2	1															
Limnephilidae				7	3		8		19	16	10				17					71				
Limnephilinae							8		19	16	10			1	17									
Psychomyiidae					4			1												1				
Psychomyia								1																
Rhyacophilidae				7	6	4				2	1	2			4					9				
Rhyacophilidae . nd									1					3										
Hyperhyacophila									1	1	2			1										
Sericostomatidae				10	7	5	2		1					3	3					9				
Sericostoma							2		1					3	3									
EPHEMEROPTERES																								
Baetidae				4	2	2	1	5	2		1	1	4		10	30	28		4	7	3	96		
Baetis							1	5	2		1	1	4		10	30	28		4	7	3			
Ephemeridae				10	7	5	1		4												5			
Ephemera							1		4															
Heptageniidae				10	7	5	2	6			1	8	4	15	4				1	1	15	57		
Heptageniidae . nd																								
Ecdyonurus										1														
Epeorus											8	2	15					1		5				
Rhytrogena												2		4						9				
HETEROPTERES																								
Corixidae				5	3			1													1			
Micronecta								1																
COLEOPTERES																								
Dryopidae				5	6			1						1							2			
Dryops								1						1										
Elmidae				5	5	2	2	11	2	2	1	2	1		14	7	19				61			
Dupophilus								1						11	3	4								
Elmis															3	5								
Esolus								4	1						2	2								
Limnius											1	1				2								
Oulimnius							2	6	1	2				1										
Stenelmis											1			2	2	4								
Gyrinidae				5	4						2	1			3					1	7			
Orectochilus											2	1		3						1				
DIPTERES																								
Athericidae				6			1		3	2	1					2					9			
Blephariceridae				5				1													1			
Ceratopogonidae				5								1									1			
Chironomidae				2	1	1	15	25	15	9	13	120	35	40	40	45	34	19	55	115	80	225	885	
Limoniidae				5					1	1					1	1	1					5		
Simuliidae				5	4			7				85	30	145	12	95	515	25	1		6	41	26	988
Tipulidae				5	5												1						1	
ODONATES																								
Calopterygidae				8	4												1						1	
Calopteryx																	1							
BRANCHIOPODES																								
AMPHIPODES																								
Gammaridae				6	3	2	19	12	35	26	285	9	27	5	14	2090	36	485	34	6	6	17	3106	
Gammarus							19	12	35	26	285	9	27	5	14	2090	36	485	34	6	6	17		
ISOPODES																								
Asellidae				3	1	1				1	1				2							4		
Proasellus															2									
GASTEROPODES																								
Ancylidae				6	2	2						1									1	2		
Ancylus												1									1			
ACHETES																								
Erpobdellidae				3	1	1		3	1	1	3	6	1	2		3		3		1	1		25	
Glossiphoniidae				3	2	1					2						1						4	
TRICLADES																								
Dugesidae				5						17													17	
Planariidae				5											17		11						29	
OLIGOCHETES				1	1		9	45	30	165		1	2	7	6	3	90	11	2				371	

Annexe 29.

Liste taxinomique du MAG16 EM3D1



Cours d'eau : Dordogne

Département : 19

Référence de la station : D1

Code : EM3 D1

Date de prélèvement : 09/04/2009

				Numéros des échantillons																	Effectif total
N° substrat				7	7	7	7	11	11	10	10	9	6	6	2	5	3	3	6		
N° vitesse				1	3	5	4	3	5	3	5	3	1	3	5	1	1	3	5		
% de recouvrement				0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
Taxons	BMWP	CB 2	Gpe Ind	534	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550		
PLECOPTERES																					
Leuctridae	10	6	7			1														1	
Leuctridae . nd					1																
Nemouridae	7	6							1											1	
Protonemura									1												
Perlodidae	10	9	9				2	1	6		1									10	
Isoperla							2	1	6		1										
Taeniopterygidae	10	8	9			1			1	1										3	
Brachyptera					1				1	1											
TRICHOPTERES																					
Brachycentridae	10	8	8	1		124	29	3	32	23	5			2	201	4				424	
Brachycentrus				1		124	27	3	5	23	5			2	197	3					
Micrasema							2		27						4	1					
Glossosomatidae		7	7				1							1	1				1	4	
Agapetus							1							1	1				1		
Goeridae	10		7		1								1							2	
Silo					1								1								
Hydropsychidae					1	12	29	1	10	44	1	2			17	2				119	
Hydropsyche					1	12	29	1	10	44	1	2			17	2					
Hydroptilidae	6	6							1						1					2	
Hydroptila									1						1						
Lepidostomatidae	10	7	5		1	4	6	4	14	16	7	3	6	6	6	46	9			128	
Crunoecia													1								
Lasiocephala													1			5	1				
Lepidostoma					1	4	6	4	14	16	7	3	4	6	6	41	8				
Leptoceridae	10	5	4			4	1							3	1					9	
Athripsodes						3								2							
Ceraclea						1	1							1	1						
Limnephilidae	7		3		1					1			6	3		21	3			35	
Limnephilinae					1					1			6	3		21	3				
Odontoceridae	10	7			1															1	
Odontocerum					1																
Polycentropodidae	7	6	4			27	1		1		11	1	1		6					48	
Neureclipsis						27	1		1		11	1	1		6						
Psychomyidae			4											1						1	
Metatype														1							
Rhyacophilidae	7	6	4				1		8	1	1	1			4					16	
Rhyacophilidae . nd									5		1	1									
Hyperhyacophila							1		3	1					4						
Sericostomatidae	10	7	5	1	5	5	2		4					3		4		3		27	
Sericostoma				1	5	5	2		4					3		4		3			
EPHEMEROPTERES																					
Baetidae	4	2	2	1	1	2	1	3	14	8	2	1			3					36	
Baetis				1	1	2	1	3	14	8	2	1			3						
Ephemerellidae	10	4	3						2											2	
Ephemerella (seratella)									1												
Torleya major									1												
Heptageniidae	10	7	5		2	4	3		1						2				1	13	
Heptagenia					2	4	3		1						1				1		
Rhitrogena															1						
COLEOPTERES																					
Dryopidae	5	6		1	1											1				3	
Dryops				1	1											1					
Elmidae	5	5	2			1			1											2	
Elmis									1												
Oulimnius						1															
DIPTERES																					
Anthomyiidae									6						1					7	
Chironomidae	2	1	1	40	30	205	255	45	175	75	12	30	12	18	185	25	5	4	40	1156	
Simuliidae	5	4				2	1	4	3	19	5				1					35	
BRANCHIOPODES																					
AMPHIPODES																					
Gammaridae	6	3	2		1	8	10		36	34	70	1		1		34				195	
Gammarus					1	8	10		36	34	70	1		1		34					
ISOPODES																					
Asellidae	3	1	1													3				3	
Proasellus																3					
MOLLUSQUES																					
BIVALVES																					
Sphaeriidae	3	4	2		1	1				1		1								4	
Pisidium					1	1				1		1									
GASTEROPODES																					
Ancylidae	6	2	2		2		1					1	1	2				1		8	
Ancylus					2		1					1	1	2				1			
Lymnaeidae	3	3	2						1					2						3	
Radix									1					2							
ACHETES																					
Erpobdellidae	3	1	1		1	2	13						1	7			1			25	
Glossiphoniidae	3	2	1		2	2								5				1		10	
TRICLADES																					
Planariidae	5			3	3	16	2	4	16				7	4		7	1		1	64	
OLIGOCHETES	1	1		9	21	8	3	4				40	27	21	2	3	105	65	5	313	

Annexe 30.

Liste taxinomique du MAG16 EM3D2



Cours d'eau : Dordogne
Département : 19
Référence de la station : D2
Code : EM3 D2
Date de prélèvement : 09/04/2009

				Numéros des échantillons																	
N° substrat				6	6	6	7	7	7	9	9	11	10	3	3	7	9	5	2		
N° vitesse				1	3	5	3	5	4	3	5	3	5	1	3	1	4	1	5		
% de recouvrement				0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%		
Taxons		BWMP	CB 2	Gpe Ind	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	Effectif total
PLECOPTERES																					
Chloroperlidae		10	9	9		1		4	2	6	1					1					15
Chloroperla						1		4	2	6	1					1					
Nemouridae		7	6							1	1			1							3
Protonemura										1	1			1							
Perlidae		10	8	9										1			1	2			4
Dinocras														1							
Perla														1							
Perlodidae		10	9	9	1		1	1					1	8							12
Isoperla					1		1	1					1	8							
Taeniopterygidae		10	8	9														1			1
Taeniopteryx																		1			
TRICHOPTERES																					
Brachycentridae		10	8	8		1			1	6			1	75				4	1	23	112
Brachycentrus						1															
Micrasema									1	6			1	75				4	1	23	
Glossosomatidae			7	7										1							1
Synagapetus														1							
Goeridae		10		7		2	1	2						1		2					8
Silo						2	1	2						1		2					
Hydropsychidae							4	6		7			1	53		2			29	1	103
Hydropsyche							4	6		7			1	53		2			29	1	
Lepidostomatidae		10	7	5	1						7		17	11			1	9	4		50
Lasiocephala											3							1			
Lepidostoma					1						4		17	11			1	8	4		
Leptoceridae		10	5	4	1									3							4
Athripsodes														3							
Oecetis					1									3							
Limnephilidae		7		3	2						14		19	2		1		5	38		81
Limnephilinae					2						14		19	2		1		5	38		
Odontoceridae		10	7			1					1										2
Odontocerum						1					1										
Psychomyiidae				4				1													1
Psychomyia								1													
Rhyacophilidae		7	6	4						4			9	8	1			8			30
Rhyacophila										4			9	8	1			8			
Sericostomatidae		10	7	5	1						3		2								6
Sericostoma					1						3		2								
EPHEMEROPTERES																					
Baetidae		4	2	2		1		16	4	10	17		2	29				44	1		124
Baetis						1		16	4	10	17		2	29				44	1		
Ephemerellidae		10	4	3										1							1
Ephemerella (seratella)														1							
Ephemeridae		10	7	5							2					4			1		7
Ephemera											2					4			1		
Heptageniidae		10	7	5			3	5	2	7	4					1	2				24
Ecdyonurus						1					3						1				
Epeorus											5										
Heptagenia							3				1						1				
Rhitrogena						2	2		2	2						1					
Leptophlebiidae		10	6			1															1
Paraleptophlebia						1															
COLEOPTERES																					
Elmidae		5	5	2		4	3	1	6	2	2		2	11							31
Dupophilus									1				2	3							
Elmis											2			8							
Esolus						2	1	1		1											
Limnius						2	2		5												
Helodidae		5	6								1										1
Elodes											1										
Hydraenidae			5							1											1
Hydraena										1											
DIPTERES																					
Anthomyiidae															1						1
Athericidae			6						1	1						2		1		1	6
Ceratopogonidae			5														1				2
Chironomidae		2	1	1	14	75	50	60	110	120	55	1	165	225	10	20	75	50	45		1075
Simuliidae		5	4				4			2	60			25				8			99
ODONATES																					
Cordulegasteridae		8	5		2																2
cordulegaster					2																
BRANCHIOPODES																					
AMPHIPODES																					
Gammaridae		6	3	2		1		2			45		60	35	3			31	21		198
Gammarus						1		2			45		60	35	3			31	21		
ISOPODES																					
Asellidae		3	1	1							1		1								2
Proasellus											1		1								
MOLLUSQUES																					
BIVALVES																					
Sphaeriidae		3	4	2		1					1					3					5
Pisidium						1					1					3					
GASTEROPODES																					
Ancylidae		6	2	2													1				1
Ancylus																	1				
Bythinellidae			5	2			1							1							
ACHETES																					
Erpobdellidae		3	1	1			4	3	4	3						1	1				16
TRICLADES																					
Planariidae		5				1					8			1				9	1		20
Planaria						1					8			1				9	1		
OLIGOCHETES																					
		1		1	21	55	70	115	55	25	16				70	105	10	2	2		546

Annexe 31.

Liste taxinomique du MAG16 EM3D3



Cours d'eau : Dordogne
Département :
Référence de la station : D3
Code : EM3 D3
Date de prélèvement : 09/04/2009

				Numéros des échantillons																
N° substrat				11	11	10	10	9	9	7	7	8	7	6	6	6	3	2	7	
N° vitesse				5	3	5	3	5	3	4	5	1	1	5	3	1	1	5	3	
% de recouvrement				0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
Taxons	BNMP	CE 2	Spe ind	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	Effectif total
PLECOPTERES																				
Chloroperlidae	10	9	9																1	1
Chloroperla																			1	
Nemouridae	7	6		1	1															2
Protonemura				1	1															
Perlidae	10	8	9	3	12			2					1					2		20
Perlidae . nd				2	7			2										1		
Dinocras				1	5															
Marthamea													1					1		
Perlodidae	10	9	9		8			2		2					1					14
Perlodidae . nd					1								1							
Isoperla					7			2			1									
Perlodes										1				1		1				
TRICHOPTERES																				
Brachycentridae	10	8	8	3	50	37	9	8	1	1	41		55	3				12	22	242
Brachycentrus					6	31	8	1		1	40		55	3				8	18	
Micrasema				3	44	6	1	7	1		1							4	4	
Glossosomatidae		7	7								7		10	2	1			2	12	34
Glossosomatidae . nd											7		7	2	1			2	11	
Glossosoma											3		3					1		
Goeridae	10	7					1				4		2					3	2	12
Silo							1				4		2					3	2	
Hydropsychidae				10	45	9		11	14	7	8		1					12	2	119
Hydropsyche				10	45	9		11	14	7	8		1					12	2	
Hydroptilidae	6	6			1															1
Hydroptila					1															
Lepidostomatidae	10	7	5	7	11	8	3	1	11	5	1	1	2			1		1	1	53
Lepidostomatidae . nd													1							
Lepidostoma				7	11	8	3	1	11	5	1	1	1			1		1	1	
Leptoceridae	10	5	4		1					3	2	17		4	10	4	1	3		45
Athripsodes					1						3			4	10	4	1			
Mystacides											2	17								
Limnephilidae	7	3						1	2	5		49		1		2	1			61
Limnephilidae . nd												28				2				
Limnephilinae								1	2	5		21		1			1			
Psychomyiidae			4							1									1	2
Psychomyia										1								1		
Rhyacophilidae	7	6	4	14	33		1	13	4				1	2				1		69
Rhyacophilidae . nd				13	33		1	13	4									1		
Pararhyacophila				1																
Rhyacophila													1	2						
Sericostomatidae	10	7	5	1						1		42		1		3	1	5		54
Sericostoma				1						1		42		1		3	1	5		
EPHEMEROPTERES																				
Baetidae	4	2	2	14	7	37	7	62	3	10	2	18	5	4				5	7	181
Baetis				14	7	37	7	62	3	10	2		5	4				5	7	
Centroptilum												18								
Caenidae	7	3	2									1								1
Caenis												1								
Ephemerellidae	10	4	3				1		1											2
Ephemerella (seratella)							1		1											
Ephemeridae	10	7	5									1					1			2
Ephemerella												1					1			
Heptageniidae	10	7	5					1		6	4		9	2				2	17	41
Heptageniidae . nd								1						1						
Ecdyonurus																		1		
Epeorus										1	1								4	
Heptagenia										1	1								1	
Rhytrogena										4	2		9	1				1	12	
COLEOPTERES																				
Dytiscidae												1								1
Copelatinae												1								
Elmidae	5	5	2	7	28	2	1	6	39	8	9	8	2	3	4	7		7	3	134
Dupophilus													1						1	
Elmis				6	26	2	1	5	38	4		1						2	1	
Esolus					1							1			1			1		
Limnius				1	1			1			8	3	1	2	3	3		3		
Oulimnius									1	2	1	3						1		
Gytinidae	5	4																1	1	2
Orectochilus																		1	1	
DIPTERES																				
Athericidae		6									1	1	1	1				1		5
Chironomidae	2	1	1	120	200	178	226	115	188	146	34	69	308	191	23	101	8	181	181	2269
Simuliidae	5	4		1	324	218	112	32			1		1					1	2	692
Tabanidae		4										1								1
Tipulidae	5	5											1				1			2
ODONATES																				
Calopterygidae	8	4							1											1
Calopteryx									1											
BRANCHIOPODES																				
AMPHIPODES																				
Gammaridae	6	3	2	195	358	14	6	33	524	316	55	22	54	6	4	47	3	116	113	1866
Gammarus				195	358	14	6	33	524	316	55	22	54	6	4	47	3	116	113	
ISOPODES																				
Asellidae	3	1	1						2			2								4
Proasellus									2			2								
MOLLUSQUES																				
BIVALVES																				
Sphaeriidae	3	4	2									1		1						2
Pisidium												1		1						
GASTEROPODES																				
Ancylidae	6	2	2								4		2							6
Ancylus											4		2							
Planorbidae	3	2	2									1								
ACHETES																				
Erpobdellidae	3	1	1			1				1	4	1				2	1		1	11
Glossiphoniidae	3	2	1									5				1				6
TRICLADES																				
Planariidae	5			10	3				16			5				3				37
OLIGOCHETES	1	1		2	3				5	4	6	32	2	2	1	31	17	12		117
HYDRACARIENS				1	4			2					1							8

Annexe 32.

Liste taxinomique du MAG16 EM3D4

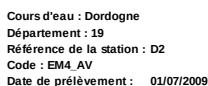


Cours d'eau : Dordogne
Département : 19
Référence de la station : D4
Code : EM3 D4
Date de prélèvement : 09/04/2009

				Numéros des échantillons																
N° substrat				6	6	3	8	8	2	7	2	6	9	10	9	7	7	5	7	
N° vitesse				1	5	1	1	3	5	5	4	3	3	5	1	1	3	1	4	
% de recouvrement				0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
Taxons	BWMP	CB 2	Gpe Ind	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	Effectif total
PLECOPTERES																				
Leuctridae	10	6	7											1						1
Leuctra														1						
Perlidae	10	8	9	2	3						1	1								7
Perlidae . nd				2																
Dinocras					3							1								
Perla											1									
Taeniopterygidae	10	8	9			1														1
Brachyptera						1														
TRICHOPTERES																				
Brachycentridae	10	8	8	14	6							1	1							22
Brachycentrus												1								
Micrasema				14	6							1								
Glossosomatidae		7	7		3				2	3	3		4	2	36	37		13	54	157
Glossosomatidae . nd													1		7	13				
Agapetus					3					3			2		15	12				
Glossosoma									2		3		1	2	14	12		13	54	
Goeridae	10		7	1						1			3		10	3		58	27	103
Silo				1						1			3		10	3		58	27	
Hydropsychidae				160	51	5			8	1	2	8	11		2			41	16	305
Cheumatopsyche											1	1								
Hydropsyche				160	51	5			8	1	1	7	11		2			41	16	
Lepidostomatidae	10	7	5	9	30	37			32		2	3			2			1		116
Lasiocephala												1								
Lepidostoma				9	30	37			32		2	2			2			1		
Leptoceridae	10	5	4			1	3		6				2		2					14
Athripsodes									4						1					
Mystacides									2						2					
Setodes						1	3						1							
Limnephilidae	7		3			6	2		27								1			36
Limnephilinae						6	2		27								1			
Psychomyiidae			4										1					1	1	3
Psychomyia													1							
Rhyacophilidae	7	6	4	11	3															14
Rhyacophilidae . nd				10	3															
Pararhyacophila				1																
Sericostomatidae	10	7	5	1	1	1			22			2			1		2	1		31
Sericostoma				1	1	1			22			2			1		2	1		
EPHEMEROPTERES																				
Baetidae	4	2	2	24	14	12			4	4	4	6	10	1	2		1	5		87
Baetis				24	14	12			4	4	4	6	10	1	2		1	5		
Ephemerellidae	10	4	3	3																3
Ephemerella (seratella)				3																
Ephemeridae	10	7	5				2													2
Ephemera							2													
Heptageniidae	10	7	5	3					2	3	9	8	1	4	6		5	6		47
Electrogena																				
Epeorus				2								1	2				5			
Heptagenia												2	1	1	1	1				
Rhitrogena				1								6	5		3	5				
HETEROPTERES																				
Aphelocheiridae	10	4	3					1												1
Aphelocheirus aestivalis								1												
COLEOPTERES																				
Elmidae	5	5	2	3	1	6	2		6	7		3	5	2	7	8	2	2		56
Dupophilus				1									1				1			
Elmis				2		4			2					1				1		
Esolus									1			2	1		6	1				
Limnius					1	1	2		2	7		1	3	1		7		1	2	
Oulimnius						1			1						1		1			
Gyrinidae	5	4		4									1	1						6
Orectochilus				4									1	1						
DIPTERES																				
Athericidae		6				1			1											2
Blephariceridae		5														2			3	5
Chironomidae	2	1	1	285	75	28	35		36	28	100	125	405	36	9	27	6	275	138	1608
Limoniidae		5													1					1
Simuliidae	5	4		190	590	8				2	3		64			13		290	345	1505
Tabanidae		4							1											1
BRANCHIOPODES																				
AMPHIPODES																				
Gammaridae	6	3	2	44	20	170	395	75	885	18		11		7	9	3	2	6	3	1648
Gammarus				44	20	170	395	75	885	18		11		7	9	3	2	6	3	
ISOPODES																				
Asellidae	3	1	1						6											6
Proasellus									6											
MOLLUSQUES																				
BIVALVES																				
Sphaeriidae	3	4	2			1			3								2			6
Pisidium						1			3								2			
GASTEROPODES																				
Ancylidae	6	2	2															1	1	2
Ancylus																		1	1	
Lymnaeidae	3	3	2						2											2
Radix									2											
ACHETES																				
Erpobdellidae	3	1	1	1					5	2	3	3	1	1	6	7		12	4	45
Glossiphoniidae	3	2	1						1	1					1	1				4
TRICLADES																				
Planariidae	5			1	1										3					109
OLIGOCHETES	1	1	1	2	2	13		280	14	17				1	47	19	51	3		449

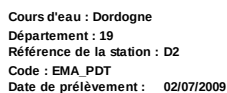


Annexe 33. Liste taxinomique du MAG16 EM4av

168



Annexe 34. Liste taxinomique du MAG16 EM4pdt

169

Annexe 35.

Liste taxinomique du MAG16 EM4ap



Cours d'eau : Dordogne
Département : 19
Référence de la station : D2
Code : EM4_AP
Date de prélèvement : 02/07/2009

			Numéros des échantillons																	
N° substrat			11	11	10	10	9	7	7	7	6	6	6	1	3	3	2	8		
N° vitesse			5	3	3	5	3	4	5	3	3	1	5	1	1	3	4	1		
% de recouvrement			0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%		
Taxons	BMP	CB 2	Gpe Ind	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	Effectif total
PLECOPTERES																				
Leuctridae	10	6	7									4	2	8	6					20
Leuctra											4	2	8	6						
Perlidae	10	8	9	2										2	2			1		5
Perlidae . nd																		1		
TRICHOPTERES																				
Brachycentridae	10	8	8	137	96	41	64	11		6	19	2						8		384
Brachycentrus				120	91	38	63	11		6	19	2								
Micrasema				17	5	3	1											8		
Glossosomatidae		7	7				1		3	2	10	1								17
Glossosoma							1		3	2	10	1								
Goeridae	10		7												2	2				2
Silo																				
Hydropsychidae				25	1	9			20	9	2	1		1						68
Hydropsyche				25	1	9			20	9	2	1		1						
Lepidostomatidae	10	7	5		1				1				1							3
Lepidostoma					1				1				1							
Leptoceridae	10	5	4								2		1	1	1				3	8
Athripsodes											2		1		1					
Ceraclea																			2	
Mystacides																			1	
Setodes														1						
Limnephilidae	7		3					5			3		1						7	16
Limnephilinae								5			3		1						7	
Odontoceridae	10	7														9				9
Odontocerum																9				
Rhyacophilidae	7	6	4	16	4	5	7	1	3	1	2						2			41
Rhyacophilidae . nd				9	2	1	1	1		1	1									
Hyperhyacophila				1					3								2			
Parahyacophila					1	4	5													
Rhyacophila				6	1		1				1									
Sericostomatidae	10	7	5									2	1		1	8			3	15
Sericostoma												2	1		1	8			3	
EPHEMEROPTERES																				
Baetidae	4	2	2	20	1	10	4	1	6	6	4	2		2	3			2	2	63
Baetis				20	1	10	4	1	6	6	4	2		2	3			2	2	
Proclon																			2	
Caenidae	7	3	2												1				1	2
Caenis															1				1	
Ephemerellidae	10	4	3	51	23	23	10	11	16	12	18	5	3	5	11				4	192
Ephemerella (seratella)				51	23	23	10	11	16	12	18	5	3	5	11				4	
Ephemeridae	10	7	5										1			16				17
Ephemer													1			16				
Heptageniidae	10	7	5						13	4	14	1		1	2					35
Ecdyonurus									1	2	10				2					
Epeorus									8											
Heptagenia									1	2	4	1								
Rhitrogena									3					1						
Leptophlebiidae	10	6											1						2	3
Habrophlebia													1						2	
Hydrometridae	5							13												
COLEOPTERES																				
Dryopidae	5	6			1			5												6
Dryops					1			5												
Elmidae	5	5	2	6	8		1	1	4	1	5	9	5	12		8		28		88
Dupophilus									2	1		1	1	1		2				
Elmis				5	8			1			3		1	1		2		28		
Esolus							1					3	1	9		1				
Limnius									1		2	5	3	1		3				
Oulimnius				1					1											
DIPTERES																				
Blephariceridae	5		1			3	2	1	30	20	24		1							82
Ceratopogonidae	5										1			2		7		2		12
Chironomidae	2	1	1	415	60	45	25	22	55	22	45	35	7	13	782	13		45	195	1779
Limoniidae	5								1			1				1				3
Psychodidae	6							1												1
Simuliidae	5	4		9	2	21	80		1				1							114
Tipulidae	5	5			1									1					4	5
ODONATES																				
Calopterygidae	8	4																	1	1
Calopteryx																			1	
Cordulegasteridae	8	5														1			1	2
Cordulegaster																1			1	
MEGALOPTERES																				
Sialidae	4	5																	19	19
Sialis																			19	
BRANCHIOPODES																				
AMPHIPODES																				
Gammaridae	6	3	2		1			17	4	2	3		3		1	15			146	192
Gammarus				1				17	4	2	3		3		1	15			146	
ISOPODES																				
Asellidae	3	1	1																20	20
Proasellus																			20	
MOLLUSQUES																				
BIVALVES																				
Sphaeriidae	3	4	2																5	5
Psidium																			5	
GASTEROPODES																				
Lymnaeidae	3	3	2																1	1
Radix																			1	
ACHETES																				
Erpobdellidae	3	1	1								8	4		4	2				6	24
Glossiphoniidae	3	2	1																4	4
TRICLADES																				
Planariidae	5			6	4				1			1			1	7			1	21
OLIGOCHETES																				
	1		1					1	20		35	50	49	40	10	27	420		6	658



Cours d'eau : Dordogne
Département : Corrèze
Référence de la station : D1
Code :
Date de prélèvement : 02/08/2010

				Numéros des échantillons																Effectif total
N° substrat				7	7	11	10	5	3	6	9									
N° vitesse				3	5	3	5	3	1	3	1									
% de recouvrement				0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%									
Taxons	BWMP	CB 2	Gpe Ind	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
PLECOPTERES																				
Nemouridae	7	6		10	27		3	7		10	1									58
Nemura				10	27		3	7		10	1									
Taeniopterygidae	10	8	9				1	3		5										9
Taeniopterygidae . nd							1	3		5										
TRICHOPTERES																				
Brachycentridae	10	8	8	500	80	1150	54	440	12	72										2308
Brachycentrus				500	80	1150	54	440	11	72										
Micrasema									1											
Glossosomatidae		7	7					3		4										7
Synagapetus								3		4										
Hydropsychidae				18	10	5	2	13		4										52
Hydropsyche				18	10	5	2	13		4										
Lepidostomatidae	10	7	5						1	2										3
Lepidostoma									1	2										
Leptoceridae	10	5	4							1	1									2
Leptoceridae . nd											1									
Athripsodes										1										
Limnephilidae	7		3	4	1	2		6	2	2	1									18
Limnephilinae				4	1	2		6	2	2	1									
Polycentropodidae	7	6	4	1	2					1										4
Polycentropodidae . nd				1	2															
Holocentropus										1										
Rhyacophilidae	7	6	4	3	2		2													7
Rhyacophilidae . nd				1																
Pararhyacophila				1	1		1													
Rhyacophila				1	1		1													
EPHEMEROPTERES																				
Baetidae	4	2	2	3	11		8	3	2		1									28
Baetidae . nd							1													
Baetis				3	11		7	3	2		1									
Ephemerellidae	10	4	3	66	320	74	120	140	123	102	110									1055
Ephemerella (seratella)				66	320	74	120	140	123	102	110									
Heptageniidae	10	7	5	2	6			1												9
Ecdyonurus				2	6			1												
HETÉROPTÈRES																				
Corixidae	5	3					530	8			1									539
Micronecta							530	8			1									
Hydrometridae	5								1											
COLEOPTÈRES																				
Dryopidae	5	6							2		1									3
Dryops									2		1									
Dytiscidae											1									1
Hydroporinae											1									
DIPTÈRES																				
Anthomyiidae							3	1												4
Ceratopogonidae		5						1	20											21
Chironomidae	2	1	1	70	30	100	180	160	30	40	130									740
Culicidae							1													1
Limoniidae		5				1	1													2
Simuliidae	5	4		1																1
Tabanidae		4								1										1
BRANCHIOPODES																				
AMPHIPODES																				
Gammaridae	6	3	2	3					20	20	40									83
Gammarus				3					20	20	40									
ISOPODES																				
Asellidae	3	1	1	3	1				2	1	80									87
Asellidae . nd				3	1				2	1	80									
GASTEROPODES																				
Ancylidae	6	2	2	16	54				1	49	2									122
Ancylus				16	54				1	49	2									
Lymnaeidae	3	3	2								2									2
Lymnaea											2									
ACHETES																				
Glossiphoniidae	3	2	1	5	5			1		8	3									22
TRICLADES																				
Dugesidae	5									1	11									12
Planariidae	5				12	4														16
OLIGOCHETES	1	1		50	20	10			25	50	270									425

Annexe 37.

Liste taxinomique du MAG16 D2 aout 2010



Cours d'eau : Dordogne
Département : Corrèze
Référence de la station : D2
Code : D2
Date de prélèvement : 03/08/2010

		Numéros des échantillons																Effectif total
N° substrat	N° vitesse	7	7	7	7	6	11	11	3	10	10	6	9	9	2	7	7	
		1	3	5	4	1	1	3	1	5	3	3	4	5	4	5	5	
Taxons	BMP	CB 2	CB 2	CB 2	CB 2	CB 2	CB 2	CB 2	CB 2	CB 2	CB 2	CB 2	CB 2	CB 2	CB 2	CB 2	CB 2	
PLECOPTERES																		
Leuctridae	10	6	7															11
Leuctra																		
Nemouridae	7	6		23	2		12	22		1			5	2		3		70
Nemura				23	2		12	22		1			5	2		3		
Protonemura																		
Perlidae . nd	10	8	9			1	2	1		2		1	1	5	5		8	27
Perlidae . nd																		
Dinocras						1				2							3	
Marthamea							2	1				1		5	5			
Perla																	5	
Taeniopterygidae	10	8	9	4		1	2	1										8
Taeniopterygidae . nd				4		1	2	1										
TRICHOPTERES																		
Brachycentridae	10	8	8	8	15	27	6	4	19	620		300	150	3	161	38	115	41
Brachycentrus				7	2	23	6	4	19	620		300	150	2	160	38	115	41
Micrasema				1	13	4								1		71	3	5
Glossosomatidae	7	7			2		4	1	3			4	3					5
Agapetus																		
Glossosoma					2		4	1	3			4	2					5
Goeridae	10	7																8
Goera																		
Hydropsychidae					26	99			20	1		2		38	11	5	17	27
Hydropsyche					26	99			20	1		2		38	11	5	17	27
Hydroptilidae	6	6																2
Hydroptila																		
Leptoceridae	10	5	4						45		5	3		6				59
Setodes									45		5	3		6				
Limnephilidae	7	3	3	1				4						6				14
Limnephilinae			3	1				4						6				
Rhyacophilidae	7	6	4		19	16	1		22		23	19		44	12	13	44	39
Rhyacophilidae . nd																		
Hyperhyacophila																	5	
Hyperhyacophila																		
Parahyacophila																		
Parahyacophila																		
Rhyacophila					19	16	1		17		18	17		35	12	13	39	39
Sericostomatidae	10	7	5														1	1
Sericostoma																		
EPHEMEROPTERES																		
Baetidae	4	2	2		1	68	69		11		7	18	6	15		40	24	80
Baetidae . nd						6	10											
Acentrella						11	11											
Baetis					1	51	48		11		7	12	5	7		40	24	80
Centropilum																		
Ephemerellidae	10	4	3		3	37	7	10		51		4	11	1	48	36	15	30
Ephemerella (seratella)					3	37	7	10		51		4	11	1	48	36	15	30
Ephemeridae	10	7	5					1		9								10
Ephemerella								1		9								
Heptageniidae	10	7	5	3	12	10	10	5			2	2			3	8	34	89
Ecdyonurus				3	12	1	5	5			2	2			1	2	8	
Epeorus						9	3				2	2			2	6	24	
Heptagenia																		
Rhitrogena							2										2	
Leptophlebiidae	10	6						1										1
Leptophlebia								1										
Oligoneuridae					1													1
Oligoneuriella rhenana					1													
Gerridae	5						1											
COLEOPTERES																		
Dryopidae	5	6												1				1
Dryops														1				
Dytiscidae						1												1
Dytiscidae . nd						1												
Elmidae	5	5	2	8	7	6	45	7	19	97	4	8	17	46	47	36	19	36
Dupophilus							12	1					5	3				
Elmis				6	7	5	6	1	19	94	4	8	6	2	47	34	19	23
Esolus				1		1				2		1	36		1		4	2
Limnius				1			4	1		1			5	5		1	9	8
Oulimnius							23											1
Hydraenidae	5													3				3
Hydraena														3				
DIPTERES																		
Athericidae	6																1	6
Blephariceridae	5				1	5										1		2
Chironomidae	2	1	10	10		80	220	15	20	250	30	210	190	30	700	9	1	1781
Dolichopodidae					1													1
Empididae	7					1			3			1		3	1	1		17
Limonidae	5					1	2			1				3				7
Ptychopteridae											1			1				2
Scatophagidae														2				2
Simuliidae	5	4			20	90					30	15		75			18	248
Tabanidae	4					3							1					4
ODONATES																		
Calopterygidae	8	4					1											1
Calopteryx							1											
Cordulegasteridae	8	5								3							2	5
Cordulegaster										3							2	
Gomphidae	8	5	2				1	2		1								6
Gomphidae . nd			2				1	2		1								
PLANIPENNES																		
Osmylidae	6													1				1
Osmylus														1				
BRANCHIOPODES																		
AMPHIPODES																		
Gammaridae	6	3	2	90	3		7	20	430	20	340	1	1	100	7		5	1024
Gammarus				90	3		7	20	430	20	340	1	1	100	7		5	
GASTEROPODES																		
Ancylidae	6	2	2	9	12	5	3	12		3			6	1	1	5	32	89
Ancylus				9	12	5	3	12		3			6	1	1	5	32	
Lymnaeidae	3	3	2						2									2
Radix									2									
ACHETES																		
Enpodaellidae	3	1	1														19	19
Glossiphoniidae	3	2	1	3		10	12	1										50
TRICLADES																		
Dugesidae	5						2	47		2		1		7				59
Planariidae	5													21		3	2	26
OLIGOCHETES	1	1	60	14	10	200	35		40	60			220	10		2	3	654



Cours d'eau : Dordogne
Département : Corréze
Référence de la station : D3
Code : D3
Date de prélèvement : 02/08/2010

				Numéros des échantillons																
N° substrat				11	6	7	7	3	11	7	11	8	8	10	10	7	7	3	11	
N° vitesse				3	3	5	1	1	5	3	1	1	3	5	4	4	5	3	5	
				A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Effectif total
TAXONS																				
PLECOPTERES																				
Leuctridae	10	6	7		10	29	15	22	19	6	1	10	19			4	3	2	2	142
Leuctra					10	29	15	22	19	6	1	10	19			4	3	2	2	
Nemouridae	7	6														2				2
Protonemura																2				
Perlidae	10	8	9	10		12	4				19	1		11	5	7	13	1	22	105
Perlidae . nd						4											4		4	
Dinocras				10		6	4				19	1		11	5	7	4	1	15	
Marthamea																	4		3	
Perla						2											1			
Perlodidae	10	9	9												1				1	2
Isoperla															1				1	
TRICHOPTERES																				
Brachycentridae	10	8	8	58	1	2	3			178	101		2	310	34	4	28	14	33	768
Brachycentrus				21	1	2	3			178	52		2	210	29	2	25	14	21	
Micrasema				37							49			100	5	2	3	12	12	
Glossosomatidae		7	7		12	5	2		5								6			30
Glossosomatidae . nd																				
Glossosoma					12		2										6			
Hydropsychidae				5	8	472	20	2		4	45	1		83	34	88	181	4	7	954
Cheumatopsyche				5													1			
Hydropsyche				#REF!	8	472	20	2		4	45	1		83	34	88	180	4	7	
Hydroptilidae	6	6														1				1
Hydroptila																1				
Lepidostomatidae	10	7	5						2	1	1	2								6
Lepidostoma									2	1	1	2								
Leptoceridae	10	5	4	3	2						1			1	1	1	2		4	15
Athripsodes				1	2															
Oecetis											1									
Setodes				2											1	1	1	2	4	
Limnephilidae	7	3							1		3	5			1					10
Limnephilidae . nd																				
Limnephilinae									1		3	5								
Rhyacophilidae	7	6	4	3		6	1		3	11			18	13	19	17			26	117
Rhyacophilidae . nd													12	10	12	9			22	
Paratyacophila																3			2	
Rhyacophila				3		6	1		3	11			2	4	3	7	5		2	
Sericoatomidae	10	7	5				3		17	5	12	2						3		42
Sericoatoma							3		17	5	12	2						3		
EPHEMEROPTERES																				
Baetidae	4	2	2		2	1							1	26	16	40	30	1	17	134
Baetidae . nd														12			20			
Acentrella														1	4	27			13	
Baetis					2	1						1	13	12	1	10	1	4		
Caenidae	7	3	2				1				9	1								11
Caenis							1				9	1								
Ephemerellidae	10	4	3	45	5	33	3	5	5	21	34	5	7	41	29	2	45	6	55	341
Ephemerella (seratella)				45	5	33	3	5	5	21	34	5	7	41	29	2	45	6	55	
Ephemeridae	10	7	5								1	1					7	7		8
Ephemera																				
Heptageniidae	10	7	5		10	26	11		5	5	3		4	1		30	9		3	107
Heptageniidae . nd					3	6					1		1				3		2	
Ecdyonurus					5	4	6		5	4	2		3						1	
Epeorus						15	2	3		1						30	5			
Heptagenia							3							1						
Rhitrogena					2												1			
Oligoneuridae						39	15				1	1				4	12			71
Oligoneuriella rhenana																4	4			
COLEOPTERES																				
Elmidae	5	5	2	15	9	7	3	29		28	49	11	18	43	15	31	121	5	187	571
Elmidae . nd																				
Elmis					15	3	3	2	1	22	41	1	3	41	15	25	78	2	140	
Esolus						1	2	1	21			4	11			1	3		22	
Limnius						5	2		5	5	1	5	4	2		5	40	3	24	
Oulimnius								2		1	7								1	
Riolus																				
Hydraenidae		5					1										1			2
Hydraena							1										1			
DIPTERES																				
Athericidae		6														1	3		5	9
Blephariceridae		5														21				21
Chironomidae	2	1	1	620	10	80	60	10	40	120	860	60	100	440	36	210	150	45	530	3371
Empididae		7		9	2	14	5			20	21	2				2	1			76
Simuliidae		5	4											9	7000	4960	60	10	60	12099
ODONATES																				
Calopterygidae	8	4								1										1
Calopteryx										1										
Cordulegasteridae	8	5																4		4
cordulegaster																		4		
Gomphidae	8	5																	1	1
Ophiogomphus																			1	
BRANCHIOPODES																				
AMPHIPODES																				
Gammaridae	6	3	2	290	5	33		220	30	2170	190	230	25	57	45	15	110	95	80	3595
Gammarus				290	5	33		220	30	2170	190	230	25	57	45	15	110	95	80	
ISOPODES																				
Asellidae	3	1	1								1	2						2		5
Proasellus												1	2					2		
MOLLUSQUES																				
BIVALVES																				
Sphaeriidae	3	4	2														1			1
Pisidium																	1			
GASTEROPODES																				
Ancylidae	6	2	2							1						2	3		2	8
Ancylus										1						2	3		2	
Lymnaeidae	3	3	2					1												1
Radix								1												
ACHETES																				
Erpobdellidae	3	1	1												2	1	3		2	8
Glossiphoniidae	3	2	1			3	4	1	2	2	1	5	1					1		20
TRICLADES																				
Planariidae	5			11			2			33	7	8						2		63
OLIGOCHETES																				
HYDRACARIENS	1	1			10	20		310	50	15	15	50	40		1	2	60	55	225	866
																		1		4



				Numéros des échantillons																
N° substrat				7	9	3	6	8	7	7	7	11	7	7	10	5	4	9	11	
N° vésisse				3	1	1	3	5	1	5	3	5	5	4	5	3	1	5	3	
% de recouvrement				#REF!	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	#REF!	#REF!	0,0%	#REF!	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
Taxons	BWPP	Cd 2	Gpe Ind	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Effectif total
PLECOPTÈRES																				
Leuctridae	10	6	7	30	10		28	7	60	8	33	3	3			4	1		1	188
Euleuctra				1	1				2											
Leuctra				30	9		28	7	58	8	29	3	3			4	1		1	
Nemouridae	7	6																	1	1
Protonemura																			1	
Perlidae	10	8	9	1					3	4			7	8				3	8	34
Perlidæ . nd				1					3	4			1	5						
Dinocras													2	2				3	8	
Perla													6	1						
TRICHOPTÈRES																				
Brachycentridae	10	8	8		1		2	1	4		2	255	325	4	36	24		80	119	853
Brachycentrus					1		2	1	4		3	252	325	2	36	24		80	70	
Micrasema														2				49		
Glossosomatidae		7	7	46			35		38	10	31			2				1		163
Glossosoma				46			35		38	10	31			2				1		
Goeridae	10	7		2			6				1			2				1		9
Goeridia . nd				2							1									
Hydropsychidae				42			18	1	6	53	11	361	609	31	1078	4	2	117	1480	3813
Hydropsychidæ . nd												340	600		500					
Hydropsyche				42			18	1	6	53	11	21	9	31	578	4	2	117	1480	
Hydroptilidae	6	6		2			1		1		1	2	1	2	2					11
Hydroptilidæ . nd				2								2	1							
Hydroptila							1		1		1				2					
Lepidostomatidae	10	7	5											35		3	2	1	1	42
Lasiocephala														35						
Lepidostoma																3	2	1	1	
Leptoceridae	10	5	4						3		2		1			22		14	5	47
Atripisodes																1				
Setodes									3		2			1		21		14	5	
Polycentropodidae	7	6	4		1				2		4									7
Polycentropodidæ . nd					1				2		3									
Polycentropus											1									
Psychomyiidae			4									2								2
Psychomyia																				

Annexe 40.

Liste taxinomique du MAG16 D5 août 2010



Cours d'eau : Dordogne
Département : Corrèze
Référence de la station : D5
Code : D5
Date de prélèvement : 02/08/2010

				Numéros des échantillons																	
N° substrat				7	7	10	10	1	11	9	3										
N° vitesse				1	3	1	3	1	1	1	1										
% de recouvrement				0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%										
Taxons	BMWP	CB 2	Gpe Ind	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Effectif total	
TRICHOPTERES																					
Brachycentridae	10	8	8	4	8	155	307	2	27	2										505	
Brachycentrus				4	8	155	307	2	27	2											
Hydropsychidae									1											1	
Hydropsyche									1												
Hydroptilidae	6	6							1											1	
Hydroptilidae . nd									1												
Lepidostomatidae	10	7	5	1		7	13	2	3											26	
Lepidostoma				1		7	13	2	3												
Leptoceridae	10	5	4	1	2	12	9	8	15	15	7									69	
Athripsodes					2	9	8	8	6	8	1										
Mystacides				1					3	1	6										
Setodes						3	1		6	6											
Limnephilidae	7		3						1											1	
Limnephiliinae									1												
Polycentropodidae	7	6	4					1		2										3	
Polycentropodidae . nd										1											
Cyrnus								1		1											
Psychomyiidae			4	1	1	2	2		1											7	
Psychomyia				1	1	2	2		1												
Sericostomatidae	10	7	5							13										13	
Sericostoma										13											
EPHEMEROPTERES																					
Baetidae	4	2	2	5	3	24	32	22	14	17										117	
Baetidae . nd						3				3											
Centroptilum						4	2	11		8											
Procloeon						17	30	11	14	6											
Pseudocentropilum				5	3																
Caenidae	7	3	2	4	3	7	2		2	3										21	
Caenis				4	3	7	2		2	3											
Ephemerellidae	10	4	3	3	4	26	45	3	115	21	2									219	
Ephemerella (seratella)				3	4	26	45	3	115	21	2										
Heptageniidae	10	7	5	11	5	1		2	11											30	
Ecdyonurus				11	5	1		2	11												
Potamanthidae	10	7	5							2										2	
Potamanthus luteus										2											
HÉTÉROPTÈRES																					
Aphelocheiridae	10	4	3						1											1	
Aphelocheirus aestivalis									1												
Corixidae	5	3								3										3	
Micronecta										3											
COLEOPTÈRES																					
Dytiscidae					1		1			3										5	
Hydrophilinae					1		1			3											
Elmidae	5	5	2	1		2	1		1	27	9									41	
Elmis							1		1	2											
Esolus				1		2															
Limnius										18	8										
Oulimnius										7	1										
DIPTÈRES																					
Athericidae		6								2	1									3	
Ceratopogonidae		5		1																1	
Chironomidae	2	1	1	110	150	1030	740	530	440	175	170									3345	
Empididae		7								1										1	
Tabanidae		4							1		2									3	
Tipulidae	5	5								7										7	
ODONATES																					
Aeschnidae	8	5									1									1	
Boyeria											1										
MEGALOPTERES																					
Sialidae	4	5								4										4	
Sialis										4											
BRANCHIOPODES																					
AMPHIPODES																					
Gammaridae	6	3	2	90	110	10	15	15	105	35	1									381	
Gammarus				90	110	10	15	15	105	35	1										
ISOPODES																					
Asellidae	3	1	1		1	5	1		1	55	8									71	
Proasellus					1	5	1		1	55	8										
MOLLUSQUES																					
BIVALVES																					
Sphaeriidae	3	4	2							16	9									25	
Pisidium										16	9										
ACHETES																					
Erpobdellidae	3	1	1				1			3										4	
Glossiphoniidae	3	2	1	11	10		3		1	14	3									42	
TRICLADES																					
Planariidae	5									1										1	
OLIGOCHETES																					
	1	1	1	140	100				1	80	960									1281	



**INVENTAIRES MACROBENTHIQUES SUR LA DORDOGNE,
DU BARRAGE DU SABLIER AU PONT DE MOLS (19)**

Carte N° 1

SUBSTRATS

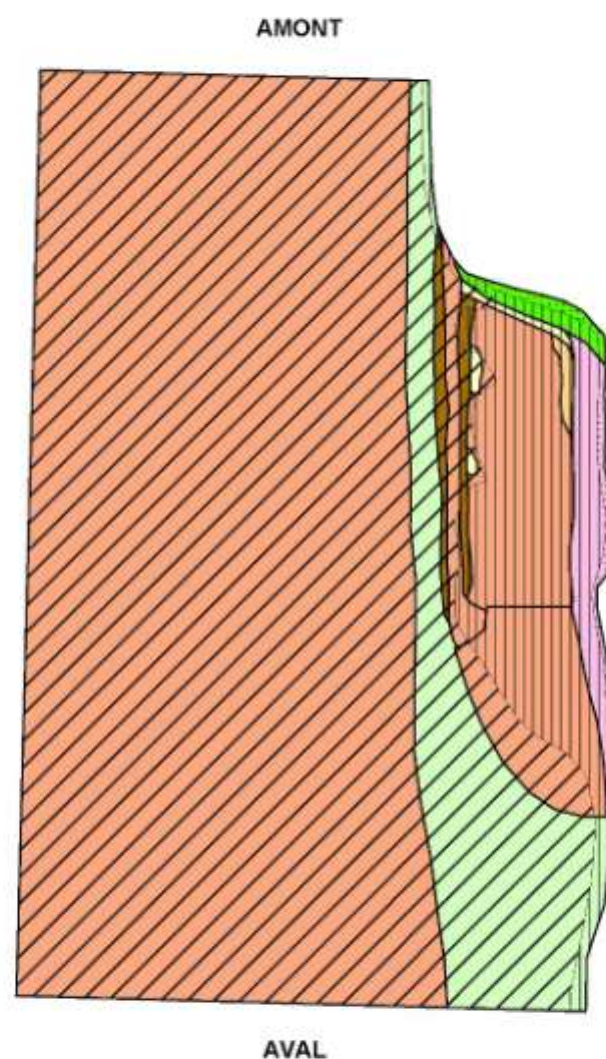
- 0 - Mame et argile
- 1 - Algues
- 2 - Surfaces naturelles et artificielles, blocs > 250 mm
- 3 - Sables et limons
- 4 - Sédiments fins +/- organiques
- 5 - Spermaphytes émergents
- 6 - Granulats grossiers diam 2,5 à 25 mm
- 7 - Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) diam > 25 mm
- 8 - Eléments organiques grossiers (litières, branchages)
- 9 - Eléments organiques grossiers (racines)
- 10 - Spermaphytes immergés
- 11 - Bryophytes

VITESSES

- Zones émergées
- 0 à 5 cm/s
- 5 à 25 cm/s
- 25 à 75 cm/s
- 75 à 150 cm/s
- >150

Echelle 1:500

10 5 0 10 Mètres



Localisation de la station à l'aval du barrage du Sablier



Vue vers l'amont de la station, depuis la rive gauche



Vue vers l'amont de la station, depuis la passerelle



Vue vers l'aval de la station, depuis la passerelle



INVENTAIRES MACROBENTHIQUES SUR LA DORDOGNE, DU BARRAGE DU SABLIER AU PONT DE MOLS (19)

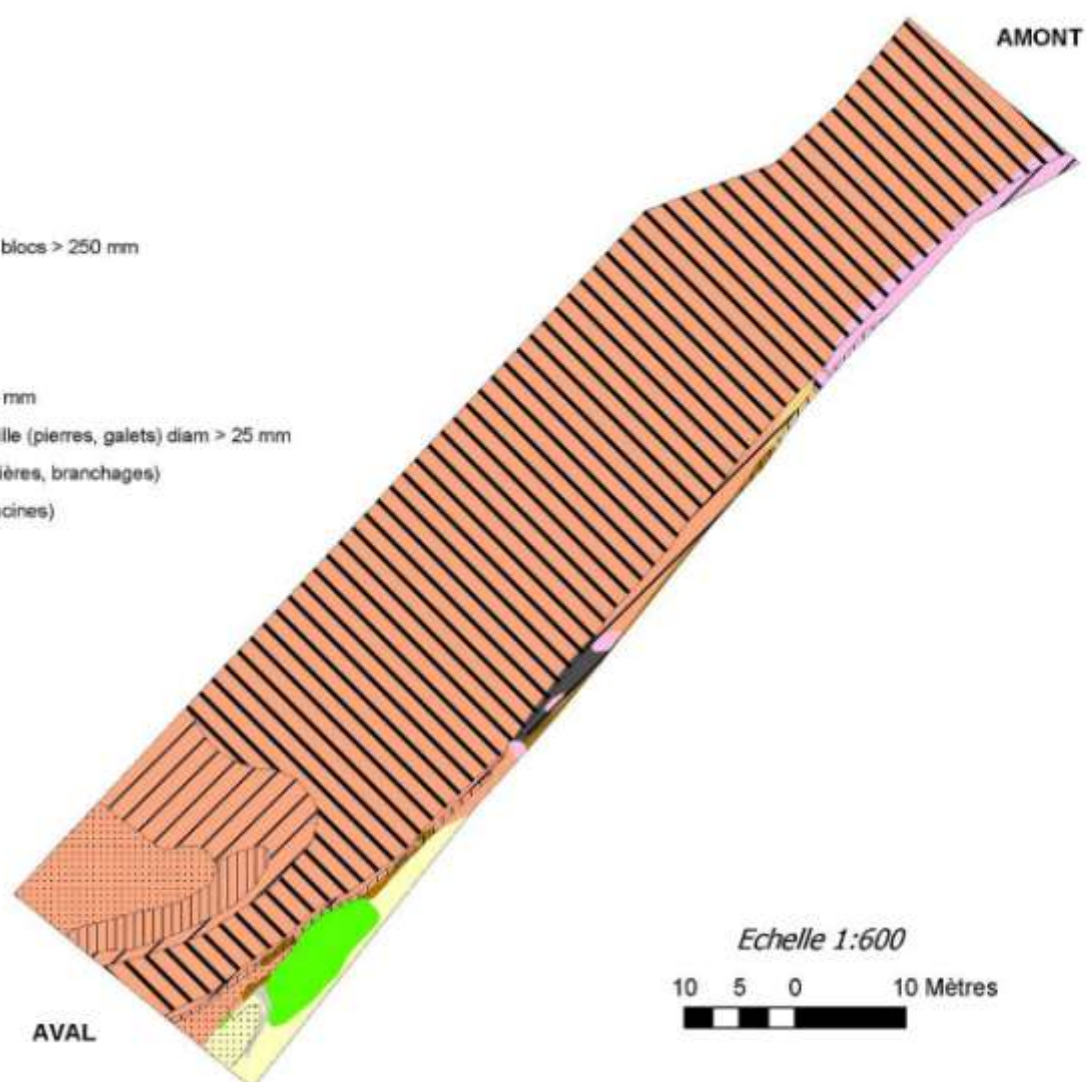
Carte N° 2

SUBSTRATS

- 0 - Marnes et argiles
- 1 - Algues
- 2 - Surfaces naturelles et artificielles, blocs > 250 mm
- 3 - Sables et limons
- 4 - Sédiments fins +/- organiques
- 5 - Spermaphytes émergents
- 6 - Granulats grossiers diam 2,5 à 25 mm
- 7 - Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) diam > 25 mm
- 8 - Eléments organiques grossiers (litières, branchages)
- 9 - Eléments organiques grossiers (racines)
- 10 - Spermaphytes immergés
- 11 - Bryophytes

VITESSES

- Zones émergées
- 0 à 5 cm/s
- 5 à 25 cm/s
- 25 à 75 cm/s
- 75 à 150 cm/s
- >150



Localisation de la station, en rive gauche, à l'aval du lieu dit "le Temple"



Vue vers l'amont de la station, depuis la rive gauche



Vue vers l'amont de la station, depuis la rive gauche



Vue vers l'aval de la station, depuis la rive gauche



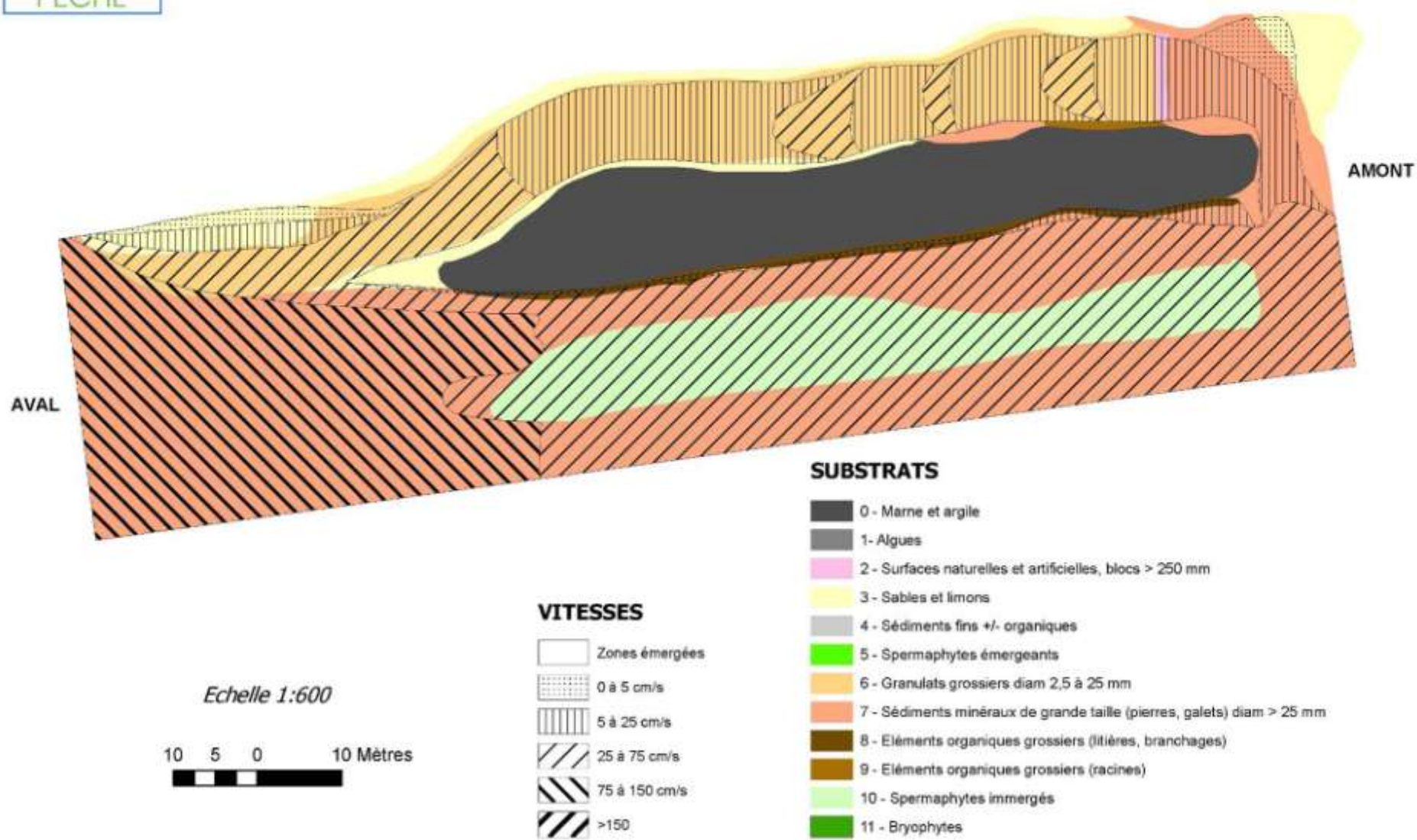
Dordogne

STATION D2 ; Le Temple - Cartographie des couples Substrat / Vitesse



**INVENTAIRES MACROBENTHIQUES SUR LA DORDOGNE,
DU BARRAGE DU SABLIER AU PONT DE MOLS (19)**

Carte N° 3



Localisation de la station, en rive droite, au niveau du lieu dit "le Peyriget"



Vue vers l'aval du bras rive droite



Vue vers l'aval de la station, défluence du bras rive droite



Vue du bras principal de la Dordogne, depuis la rive droite



Dordogne

STATION D3 ; Le Peyriget - Cartographie des couples Substrat / Vitesse



**INVENTAIRES MACROBENTHIQUES SUR LA DORDOGNE,
DU BARRAGE DU SABLIER AU PONT DE MOLS (19)**

Carte N° 4

SUBSTRATS

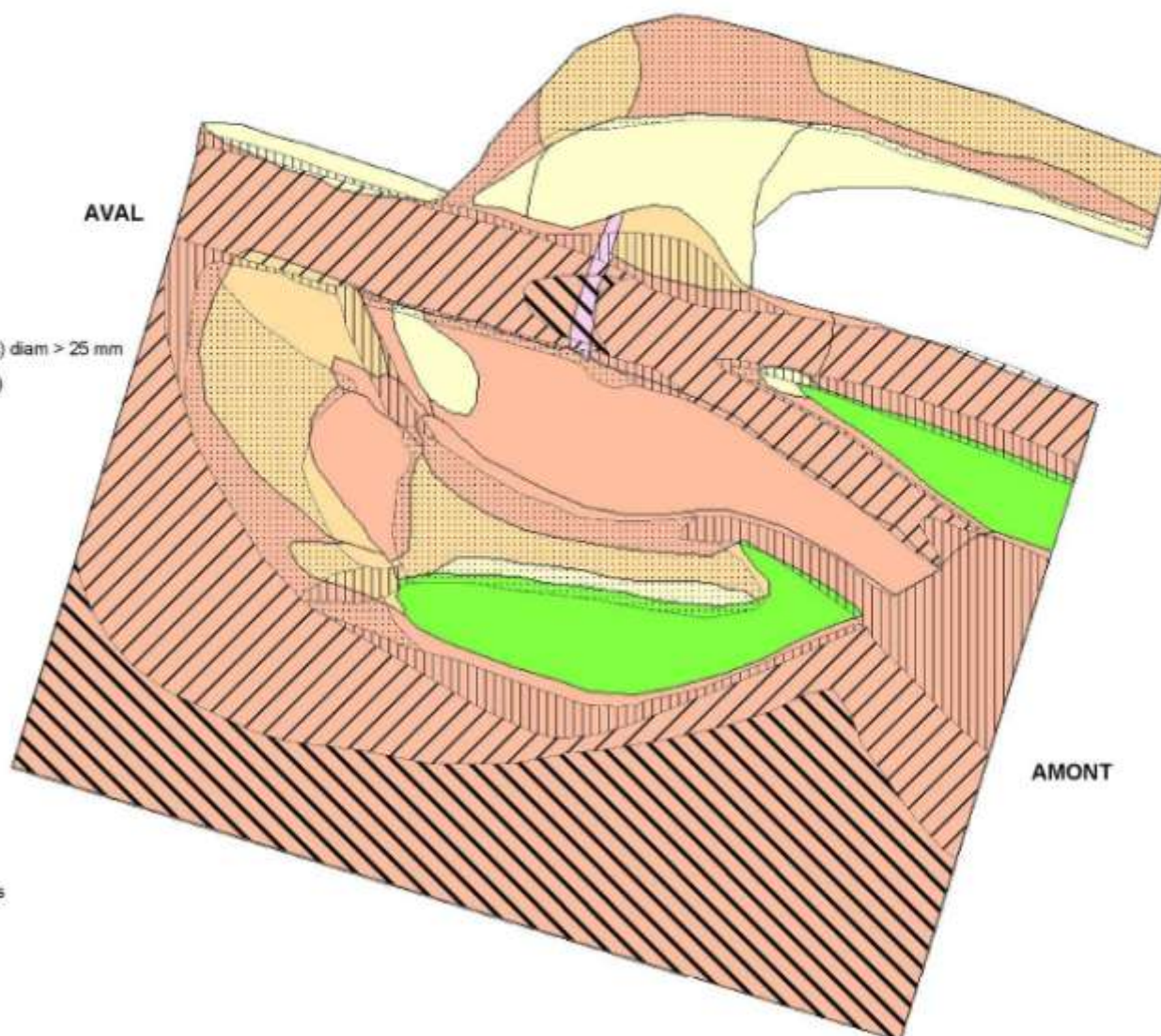
- 0 - Marne et argile
- 1 - Algues
- 2 - Surfaces naturelles et artificielles, blocs > 250 mm
- 3 - Sables et limons
- 4 - Sédiments fins +/- organiques
- 5 - Spermaphytes émergents
- 6 - Granulats grossiers diam 2.5 à 25 mm
- 7 - Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) diam > 25 mm
- 8 - Eléments organiques grossiers (litières, branchages)
- 9 - Eléments organiques grossiers (racines)
- 10 - Spermaphytes immergés
- 11 - Bryophytes

VITESSES

- Zones émergées
- 0 à 5 cm/s
- 5 à 25 cm/s
- 25 à 75 cm/s
- 75 à 150 cm/s
- >150

Echelle 1:600

10 5 0 10 Mètres



Localisation de la station, en rive droite, au niveau du lieu dit "La Plaine"



Vue vers l'amont du bras rive droite



Vue vers l'aval de la station, bras principale de la Dordogne



Vue vers l'aval de la station, bras principale de la Dordogne



Dordogne

STATION D4 ; La Plaine - Cartographie des couples Substrat / Vitesse



INVENTAIRES MACROBENTHIQUES SUR LA DORDOGNE, DU BARRAGE DU SABLIER AU PONT DE MOLS (19)

Carte N° 5

SUBSTRATS

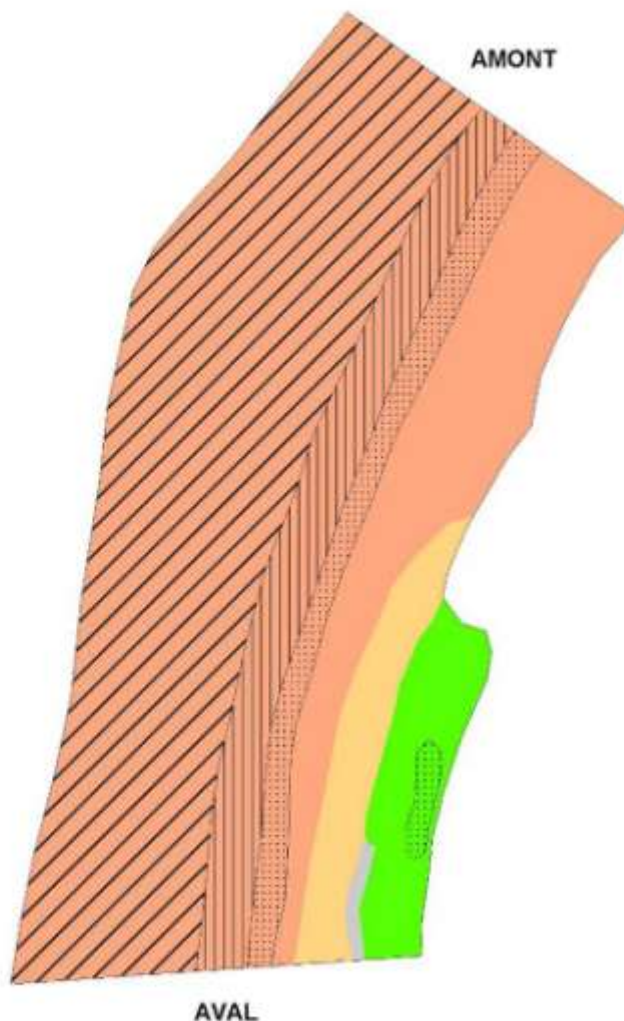
- 0 - Marne et argile
- 1 - Algues
- 2 - Surfaces naturelles et artificielles, blocs > 250 mm
- 3 - Sables et limons
- 4 - Sédiments fins +/- organiques
- 5 - Spermaphytes émergents
- 6 - Granulats grossiers diam 2,5 à 25 mm
- 7 - Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) diam > 25 mm
- 8 - Eléments organiques grossiers (litières, branchages)
- 9 - Eléments organiques grossiers (racines)
- 10 - Spermaphytes immergés
- 11 - Bryophytes

VITESSES

- Zones émergées
- 0 à 5 cm/s
- 5 à 25 cm/s
- 25 à 75 cm/s
- 75 à 150 cm/s
- >150

Echelle 1:1500

20 10 0 20 Mètres



Localisation de la station, en amont du pont de Mols



Vue vers l'aval de la station



Vue vers l'amont de la station, bras principale de la Dordogne



Dordogne

STATION D5 ; pont de Mols - Cartographie des couples Substrat / Vitesse