HAL
open science

Suivi scientifique du programme de restauration hydraulique et écologique du Rhône. Un observatoire dynamique de l'état écologique du fleuve. Rapport d'étape 2012

Jean-Michel Olivier, Nicolas Lamouroux, Samuel Segura, Maxence Forcellini, Sylvie Mérigoux, Pierre Sagnes, Jérémie Riquier, Hervé Piégay, Emmanuel Castella, Olga Béguin, et al.

To cite this version:

Jean-Michel Olivier, Nicolas Lamouroux, Samuel Segura, Maxence Forcellini, Sylvie Mérigoux, et al.. Suivi scientifique du programme de restauration hydraulique et écologique du Rhône. Un observatoire dynamique de l'état écologique du fleuve. Rapport d'étape 2012. [Rapport de recherche] CEMAGREF; Université Lyon 1; CNRS; Université de Genève; Université Lyon 2; Université Lyon 3; ENS de Lyon; EZUS - Université Lyon 1. 2012. halshs-04558149

HAL Id: halshs-04558149

https://shs.hal.science/halshs-04558149

Submitted on 24 Apr 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Suivi scientifique du programme de restauration hydraulique et écologique du Rhône
Un observatoire dynamique de l'état écologique du fleuve

Rapport d'étape 2012

Coordination générale J.M. Olivier (UMR CNRS 5023) & N. Lamouroux (IRSTEA Lyon)

Réalisation du Rapport

Partie Poissons chenal et lônes : **Jean-Michel OLIVIER** (UMR CNRS 5023 – Université Lyon 1), **Nicolas LAMOUROUX** (Cemagref – Lyon) et **Samuel SEGURA** (UMR CNRS 5023 – Université Lyon 1), échantillonnage réalisé avec la collaboration de Pierre SAGNES, Antonin VIENNEY, Julien BARNASSON, Dominique REYNAUD et Morgane NOVAK (UMR CNRS 5023).

Partie Invertébrés du chenal : **Maxence FORCELLINI** (UMR CNRS 5023 – Université Lyon 1), **Sylvie MÉRIGOUX** (UMR CNRS 5023, Université Lyon1) et **Pierre SAGNES** avec la collaboration de Laetitia PATTARD, Dominique REYNAUD**,** Julien VALLES, Valérie NOUNE (UMR CNRS 5023).

Partie Géomorphologie (sédimentation et granulométrie) : **Jérémie RIQUIER** et **Hervé PIEGAY** (UMR CNRS 5600 - Universités Lyon 3 / Lyon 2 / ENS de Lyon). Missions de terrain réalisées avec la collaboration de Johan Berthet, Anaïs Turpin, Guillaume Fantino, Kristel Michel et Vincent Wawrzyniak.

Partie Végétation des lônes : **Samuel SEGURA** (UMR CNRS 5023 – Université Lyon 1), échantillonnage réalisé par Asconit Consultant.

Partie Invertébrés des lônes : **Emmanuel CASTELLA, Olga BEGUIN, Estelle BERTHOLET, Hélène MAYOR, David McCRAE** (Université de Genève)

Coordination scientifique générale : **Jean-Michel OLIVIER et Nicolas LAMOUROUX**

Les données hydrologiques sont fournies par la CNR.

Sommaire

1 Introduction 14
2 Approche thématique 24
2.1 Cadre physique : restauration et hydrologie 24
2.1.1 Opérations de restauration 24
2.1.2 Hydrologie 26
2.1.3 Hydraulique du chenal 26
2.2 Les poissons du chenal (Vieux-Rhône) 28
2.2.1 Objectifs et méthodologie 28
2.2.2 Échantillonnage 28
2.2.3 Résultats 29
2.2.4 Bilan multi-sites 42
2.3 Les invertébrés du chenal 45
2.3.1 Objectifs et méthodologie 45
2.3.2 Échantillonnage 46
2.3.3 Bilan des campagnes d'échantillonnage 46
2.3.4 Bilan multi-sites 48
2.3.4.1 Richesse taxonomique et densités dans l'ensemble des RCC 49
2.3.4.2 Préférences hydrauliques des peuplements dans l'ensemble des RCC 54
2.3.5 Conclusions et perspectives 62
2.4 Hydromorphologie des lônes 63
2.4.1 Objectifs et méthodologie 63
2.4.2 Synthèse des résultats disponibles (sites restaurés des tronçons de Chautagne, Belley, Brégnier-Cordon et de Pierre-Bénite) 63
2.4.2.1 Rappel des typologies de fonctionnement morpho-sédimentaire des lônes restaurées 64
2.4.2.2 Bilan 2011 65
2.4.2.3 Rappel de l'évolution temporelle des hauteurs d'eau observées des lônes du Haut-Rhône et de Pierre-Bénite dans leur état post-réhabilitation 70
2.4.3 Conclusions et perspectives 71
2.5 Végétation dans les lônes 72
2.5.1 Rappel des objectifs 72
2.5.2 Stratégie d'échantillonnage 72
2.5.3 Résultats : évolution du diagnostic floristique secteur de Belley 73
2.5.4 Résultats : diagnostic floristique pré-restauration 94
2.5.4.1 Secteur de Péage de Roussillon 94
2.5.4.2 Secteur de Montélimar 103
2.5.4.3 Secteur de Donzère-Mondragon 104
2.5.5 Bilan et conclusions 118
2.6 Synthèse des résultats sur les communautés de macroinvertébrés des lônes suivies sur les secteurs du Bas-Rhône et du Haut-Rhône 120
2.6.1 Introduction 120
2.6.2 Résultats du suivi pré-restauration sur le Bas-Rhône 120
2.6.2.1 Composition faunistique des communautés d'invertébrés aquatiques. 120
2.6.2.2 Bilan des métriques basées sur les richesses taxonomiques. 121
2.6.2.3 Conclusion 123
2.6.3 Résultats du suivi post-restauration sur le Haut-Rhône 125
2.6.3.1 Bilan des changements de composition faunistique pour le secteur de Belley 125
2.6.3.2 Bilan des changements de composition faunistique pour le secteur de Brégnier-Cordon 128

2.6.3.3 Analyses globales sur les secteurs de Belley et Brégnier-Cordon. 131
2.6.3.4 Bilan synthétique. 136
2.7 Peuplements de poissons des lônes. 137
2.7.1 Objectifs et méthodologie 137
2.7.2 Échantillonnages 137
2.7.3 Résultats 138
2.7.4 Conclusions 151
Conclusion générale 153
Références bibliographiques 155
3 Approche géographique 158

Synthèse

Les **huit sites prioritaires** du programme de restauration hydraulique et écologique du Rhône (ex-programme décennal de restauration) sont actuellement suivis. Quatre de ces sites ont été restaurés : Pierre-Bénite (2000), Chautagne (2004), Belley (2005) et Brégnier-Cordon (2006).

Le projet de restauration de la lône de la Roussette a été achevé au printemps 2013. À Péage-de-Roussillon, la lône du Noyer Sud a été réhabilitée en 2011-2012, les travaux dans la lône de la Sainte ont été achevés au printemps 2013. Les propositions concernant les modalités de modification du régime de débit réservé ont été formulées, elles sont originales par rapport à celles adoptées sur les quatre sites en amont car elles proposent des variations saisonnières destinées à favoriser les communautés végétales et animales des zones de grèves alternativement inondées et exondées ; elles prennent également en considération les besoins hydriques de la forêt alluviale de l'Île de la Platière. Elles seront appliquées au 1er janvier 2014.

L'état d'avancement des projets de restauration des autres sites n'est pas connu. Les projets de restauration des sites de Miribel et de Donzère-Mondragon sont en cours d'élaboration.

Le suivi scientifique du programme de restauration du Rhône consiste donc en 2012 à mesurer **l'évolution post-restauration des quatre sites restaurés** (effets de l'augmentation des débits réservés dans les vieux-Rhône et suivi de l'évolution des annexes fluviales restaurées) et de **poursuivre la définition des états initiaux des sites candidats à la restauration**.

Augmentation des débits réservés

L'analyse des **effets des augmentations de débits réservés** repose sur le couplage de modèles hydrauliques et de modèles de préférences d'habitats des macroinvertébrés benthiques et des poissons. L'augmentation du débit réservé se traduit par des modifications des caractéristiques de l'habitat hydraulique dans les vieux-Rhône (modification des distributions de fréquence des paramètres clefs : hauteur, largeur, vitesse d'écoulement, contrainte au fond). L'établissement des courbes de préférence des organismes aquatiques vis-à-vis de ces paramètres et le couplage avec les modèles hydrauliques permet de prédire les modifications de composition (fréquence des espèces) des peuplements associées aux changements de débits.

Volet Poissons

Le suivi post-augmentation de débit réservé concerne les sites de Chautagne, Belley, Brégnier-Cordon et Pierre Bénite. La collecte de données pour la caractérisation des états initiaux se poursuit sur le Canal de Miribel, les vieux-Rhône de Péage-de-Roussillon, Montélimar et Donzère.

- Le bilan du suivi post-restauration dans les trois secteurs du Haut-Rhône souligne :
  - que **les résultats 2012 confirment les tendances observées précédemment**, avec l'augmentation de la proportion « des espèces d'eaux courantes », mais de très fortes fluctuations inter-annuelles de cette métrique en particulier, et de l'abondance relative des différentes espèces d'une manière plus générale, sont enregistrées. La durée du suivi, de 6 à 8 ans après augmentation du débit réservé selon les sites du Haut-Rhône, commence à être suffisante pour apprécier de manière pertinente l'effet du relèvement du débit sur les peuplements de poissons, et permet d'observer les premières tendances d'évolution ;
  - que les attendus sont identiques sur les quatres sections court-circuitées mais que les enjeux diffèrent d'un secteur à l'autre en fonction de la structure des

peuplements et de certaines populations (hotus, vandoises, truites, ombres communs) ;

- que la **complexité hydromorphologique du Rhône et la gestion des débits**, même dans les sections court-circuitées, **induisent une variabilité inter-annuelle du succès de reproduction des espèces et de leur répartition spatiale** qui ont une influence importante sur les résultats du suivi annuel : le fait par exemple que des poissons issus de la reproduction de 2008, faiblement échantillonnés en 2008, soient capturés de manière conséquente en 2009, illustre cette variabilité ; le fleuve reste un système complexe dont le fonctionnement ne peut être appréhendé que sur une échelle temporelle longue ;
- que dans le secteur de Chautagne, un effet significatif du relèvement des débits réservés devrait se traduire à moyen terme par une restauration des populations de hotus, vandoises et ombres communs avec intégration progressive des différentes classes d'âges dans la structure des populations, ce qui n'a toujours pas été observé jusqu'en 2011 pour le hotu et la vandoise. **L'augmentation de la proportion d'espèces d'eaux courantes résulte essentiellement de l'augmentation des proportions d'ablettes et de barbeaux fluviatiles**.
- que le peuplement du secteur de Belley ne présente pas les problèmes structurels de celui de Chautagne et que **l'effet du relèvement des débits réservés est inattendu et contraire aux prédictions** (diminution de la proportion des espèces « d'eaux courantes »). L'interprétation de la **réponse biologique à ces modifications de débit** ne prend du sens que sur **le moyen ou le long terme** en raison de la **bonne qualité du peuplement de poissons** avant relèvement des débits. Les données collectées depuis 2005 mettent surtout en évidence une variabilité inter-annuelle de la distribution spatiale des poissons et du succès de reproduction.
- que **les enjeux du relèvement du débit réservé dans le Vieux-Rhône de Brégnier-Cordon sont plus limités que pour les deux autres secteurs**, seule la partie entre le barrage de Champagneux et la confluence avec le Guiers étant concernée par la modification de débit. **Les tendances observées sont moins évidentes** et ne devraient pas apparaître comme une conséquence de la modification du débit réservé.

- **Les résultats obtenus dans le vieux-Rhône de Pierre-Bénite confirment la tendance observée depuis plusieurs années** (augmentation de la proportion d'espèces d'eau courante depuis la modification du débit réservé) et l'analyse détaillée montre que les changements observés sont dynamiques et différenciés suivant les classes de tailles. Ceci vient confirmer la réponse attendue du peuplement de poissons au changement de débit pour cette métrique.
- L'image du peuplement de poissons du Canal de Miribel obtenue avec les résultats des pêches réalisées ces dernières années révèle la très forte proportion de vairons et d'espèces typiques des radiers (spirlin, barbeau et loche franche), mais aussi d'espèces d'eaux courantes commes le hotu dont la population semble bien installée et structurée. Ce Vieux Rhône possède également des capacités d'accueil pour des cyprinidés rhéophiles de grande taille (hotus, barbeaux, vandoises) ou de salmonidés (ombre commun par exemple). L'apron du Rhône pourrait également être présent.
- Dans les trois autres secteurs du Bas-Rhône,
  - **le vieux-Rhône de Péage-de-Roussillon apparaît toujours comme un des secteurs les plus productifs**. Le caractère lentique de la majeure partie de ce vieux-Rhône (effet du seuil de Peyraud) associé à des températures élevées

défavorisent les espèces les plus exigeantes (espèces plus sténothermes, appréciant les températures fraiches avec peu d'amplitude thermique et de très bonnes conditions d'oxygénation) ; une population de hotus et de barbeaux se maintient néanmoins dans la partie amont (seuil d'Arcoules).

- Le peuplement du vieux-Rhône de Montélimar est dominé par le chevaine, l'ablette ; parmi les espèces « d'eaux courantes », le hotu et le barbeau sont présents.
- Le vieux-Rhône de Donzère se caractérise par la présence de nombreux radiers favorisant les espèces « d'eaux vives » (spirlin, barbeau fluviatile, loche franche), les proportions de hotus et de barbeaux sont plus importantes par rapport au secteur de Montélimar.

Le vieux Rhône de Baix-le-logis-Neuf a été échantillonné pour la première fois en 2010, le vairon semble très abondant dans ce secteur.

L'utilisation de métriques synthétiques comme la proportion « d'espèces d'eau courante » pour mesurer les effets des augmentations de débits est pertinente dans le contexte du Haut-Rhône et de Pierre-Bénite. Néanmoins, elle s'appuie implicitement sur l'analyse de données plus précises comme l'analyse de la structure en tailles (ou en âges) des populations cibles (hotus, vandoises, ombres communs) et l'analyse de la variabilité inter-annuelle du succès de reproduction (mesurée par la proportion de juvéniles de l'année dans les échantillons). Il est également nécessaire d'intégrer dans l'analyse l'effet à moyen terme de la restauration écologique des annexes fluviales (lônes) qui peuvent jouer un rôle important pour la reproduction, le développement et la croissance des jeunes stades (larves et juvéniles de l'année) mais aussi comme potentielles zones refuge pour des poissons sub-adultes et adultes. Le fonctionnement de ces hydrosystèmes aménagés reste cependant difficile à étudier avec précision et de nombreux paramètres**,** en particulier **la gestion des débits au jour le jour, la variabilité temporelle du transit des sédiments en suspension,** ainsi que **les variations du régime thermique peuvent avoir une influence sur la biologie des espèces de poissons en place.**

Volet macroinvertébrés

Un total de 39 campagnes d'échantillonnage d'invertébrés a été réalisé dans le chenal des 8 Vieux-Rhône. En 2012, l'échantillonnage comprend les prélèvements des campagnes printemps et été post-restauration de Chautagne n+8, Belley n+7 et Brégnier-Cordon n+6 et les prélèvements des campagnes printemps et été pré-restauration de Péage-de-Roussillon, Baix, Montélimar et Donzère-Mondragon.

Le bilan multi-sites montre qu'en moyenne **72 taxons** et **35614 individus** par m^2 (stades larvaires et/ou adultes) ont été récoltés au cours des campagnes d'échantillonnage pré-restauration dans les 7 RCC pour lesquels les données sont actuellement disponibles

Dans le secteur de Chautagne, même si on n'atteint pas les 80 taxons rencontrés avant restauration, **9 taxons de plus sont observés entre n+4 et n+2**. De plus, **10 taxons non observés en pré-restauration sont rencontrés en n+6**. Parmi ces taxons, 60 % sont limnophiles mais présentent des effectifs très faibles (généralement 1 ou 2 individus), 20 % sont rhéophiles mais présentent des effectifs importants (par exemple *Theodoxus fluviatilis* avec 454 individus/m^2 en n+6). Inversement, **23 taxons observés en pré-restauration ne sont plus rencontrés en n+6**. Parmi ces taxons, 35 % sont limnophiles et 13 % sont rhéophiles. Enfin, **7 taxons sont rencontrés pour la première fois dans ce secteur en n+6**, traduisant un changement de la composition des communautés benthiques 6 années après restauration.

Au cours des campagnes **post-restauration** dans le secteur de **Belley**, les tendances se sont complétement inversées à partir de n+4 : la richesse observée en n+4 et n+6 est supérieure à celle

observée en pré-restauration. En effet 20 taxons sont rencontrés pour la première fois dans ce secteur en n+4 mais parmi ceux-ci, seulement 4 sont également rencontrés en n+6.

Au cours des campagnes **post-restauration** dans le secteur de **Brégnier-Cordon**, les tendances se sont également complétement inversées à partir de n+5. **La richesse et les densités dépassent largement celles observées en pré-restauration.** 26 nouveaux taxons ont été échantillonnés, avec des effectifs très faibles.

Toutes campagnes confondues 111 taxons sont rencontrés dans le secteur de Chautagne, 109 dans le secteur de Belley et 134 à Brégnier-Cordon (richesse corrigée).

Globalement, après restauration et en accord avec les attentes, le nombre de **taxons Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères (EPT) augmente** pour le secteur de Belley et Bregnier-Cordon. En revanche, ce nombre diminue légèrement pour le secteur de Chautagne en n+6 (cette légère diminution du nombre de taxons EPT est probablement due à l'absence dans les échantillons, de taxons rares, qui ne sont pas systématiquement échantillonnés chaque année). De manière concomitante une diminution du **nombre de taxons limnophiles est enregistrée.**

Cependant, les données récoltées cinq années après restauration ne suffisent pas encore pour valider parfaitement nos prédictions et plusieurs paramètres indépendants de la restauration viennent troubler ces résultats (e.g. facteurs hydro-climatiques, variations de débits journaliers dues à la gestion des barrages ou l'implantation récente d'espèces invasives). De plus, des améliorations méthodologiques seront apportées pour augmenter notre pouvoir prédictif. Ainsi, de nouveaux modèles biologiques seront soit développés pour les espèces apparues après restauration (e.g. espèces exogènes) ou pour les taxons qui étaient faiblement représentés avant restauration, soit affinés pour certains taxons dont les effectifs n'étaient pas suffisants pour obtenir un modèle précis. Cette nouvelle phase de modélisation permettra aussi de définir les modèles biologiques pour les espèces du Bas-Rhône qui ne sont pas présentes sur le Haut-Rhône.

Une anlyse globale des effets des augmantations de débits réservés sera réalisée fin 2013.

Réhabilitation des lônes

Volet sédimentologie

Aucune campagne d'échantillonnage n'a été réalisée en 2012, conformémnent au planing.

Le bilan des connaissances acquises jusqu'en 2012 puet être synthétisé comme suit.

Le travail réalisé à partir des photographies aériennes et des documents d'archives à présent disponibles est présenté. Un peu plus de 200 documents ont été géoréférencés et intégrés dans un SIG. Les RCC de Chautagne, de Belley, de Brégnier-Cordon, de Pierre-Bénite, de Péage-de-Roussillon, de Montélimar et de Donzère-Mondragon sont désormais couverts. Ces documents ont pour vocation :

- de dater la déconnexion amont des bras étudiés afin d'estimer leur taux annuel de sédimentation avant restauration (en cours)
- d'établir une typologie de l'évolution planimétrique du réseau d'anabranches et des bras secondaires du fleuve, en lien avec l'historique des aménagements (digues submersibles, casiers, barrages). Elle permettra de mieux cerner les facteurs contrôlant la sédimentation des bras morts avant restauration (en cours).

En complément du suivi piézométrique, un modèle hydraulique 1D a été élaboré à partir d'un couplage du MNT de haute résolution planimétrique et de haute précision en *z* avec les lois hauteur-débit et les lignes d'eau fournies par les services de la CNR. La démarche vise à mieux comprendre

la dynamique de mise en eau des lônes et de caractériser les faciès d'écoulement. A présent, nous devons procéder à la validation du modèle à partir des chroniques piézométriques disponibles et des relevés des cotes maximales atteintes dans les bras lors de la crue de Décembre 2010 (acquisition DGPS prévue pour la fin de l'été 2011).

Le bilan multi-sites montre que trois types de réponses morpho-sédimentaire sont identifiés pour les bras restaurés. Il s'agit :

i) **des bras vifs permanents** (Lucey, Anse-de-Yenne, Mathan, Vachon) **ou semi-permanents** (Fournier). Ils ne présentent pas d'accumulation de sédiments fins significative. Ces systèmes sont pérennes.

ii) des **lônes** présentant des fonds graveleux **périodiquement décapés** pour des épisodes de crue fréquents (Brotalet, Luisettes, Moiroud, Béard, Grange, Jaricot – toutes déconnectées à l'amont ; auxquelles s'ajoutent les cas particuliers de Cerisiers, connexion amont semi-permanente et Ciselande, connectée amont-aval). L'organisation longitudinale des dépôts de fines peut y être discontinue (LUI, BEA, GRA, CER, CIS) ou bien s'étendre sur des segments plus longs (BRO, MOI, JAR).

iii) **Les décanteurs** (Malourdie, Molottes, Ponton, Table-Ronde). Ces lônes sont déconnectées à l'amont et soumises à des retours d'eau intenses. Ces systèmes possèdent les vitesses de sédimentation les plus élevés mais elles tendent à décroître rapidement au cours du temps.

Des résultats plus complets eront présentés dans le rapport de synthèse de fin de convention.

Volet végétation aquatique

L'analyse de l'évolution des peuplements de végétaux aquatiques, conçue comme un outil de diagnostic de l'état écologique des annexes et de leurs potentialités d'évolution (durée de vie, trophie, comblement…), apporte des informations sur le fonctionnement intrinsèque de ces zones humides. Ainsi, pour chaque lône un diagnostic floristique est réalisé en prenant en compte trois critères :

- **le niveau de perturbation** par les crues qui conditionne la richesse spécifique dans l'écosystème. Lorsque le milieu est très perturbé, seules les espèces pionnières se maintiennent. Ces espèces ont en général une faible aptitude compétitive, et sont exclues des écosystèmes les plus stables (peu perturbés), dans lesquels les espèces les plus compétitives dominent le peuplement. Une annexe fluviale fréquemment parcourue par les crues décapantes a une durée de vie potentiellement importante.
- **le niveau de ressources disponibles** dans les écosystèmes aquatiques qui va jouer un rôle prépondérant sur la structure et la dynamique des communautés végétales. Les espèces aquatiques ne sont pas distribuées de manière aléatoire dans les écosystèmes et l'on peut associer la plupart des espèces à des niveaux de ressources donnés. Pour des niveaux de ressources élevés, sont souvent associées des espèces de grande taille et à croissance rapide ; lorsque les niveaux de ressources sont faibles, sont souvent associées des espèces capables de supporter ce stress (croissance lente, conservation des ressources, taille plutôt faible).
- **La présence d'apports d'eaux souterraines,** paramètre important pour le fonctionnement de la zone humide, peut augmenter la durée de vie des annexes fluviales. Elles contribuent, par leurs caractères sténothermes et fraîches, au maintient de températures froides, ce qui limite la production végétale et notamment la prolifération

algale. Ces conditions peuvent contribuer à limiter l'accumulation de matière organique (en fonction de la capacité hydraulique de la lône) ce qui favorise sa durée de vie.

Le suivi post-restauration concerne 4 lônes du secteur de Belley (Luisettes, Moiroud, Béard et Fournier), 6 lônes du secteur de Brégnier-Cordon (Chantemerle, Granges, Molottes, Ponton et Plaine) et 3 lônes du secteur de Pierre Bénite (Ciselande, Jaricot et Table Ronde). L'état initial a été réalisé sur les secteurs de Péage-de-Roussillon (complété en 2009), Montélimar et Donzère-Mondragon.

Les échantillonnages ont été réalisés en 2012 dans le sectuer de Belley (suivi post –restauration), de Péage-de-Roussillon (état pré-restauration) et de Donzère-Mondragon (état pré-restauration).

Dans la majorité des lônes de **Belley**, la restauration semble avoir permis la régénération des communautés liées aux apports d'eau souterraine (sauf Fournier). Cependant, ces apports ne paraissent pas suffisants pour limiter les phénomènes d'alluvionnements dans les annexes fluviales excepté dans la lône Fournier qui est soumise à de très fortes contraintes hydrauliques lors des crues du Rhône (fort auto-entretien). Ces connexions phréatiques ont permis d'améliorer les conditions trophiques et ainsi de retrouver un peuplement végétale lié principalement aux milieux mésotrophes. Enfin, la durée de vie des lônes diffère les unes par rapport aux autres car elle dépend en grande partie du bilan de l'accumulation des fines et de leur export (auto-entretien).

La réponse des espèces à une nouvelle dynamique fonctionnelle commence ainsi à être visible huit ans après restauration. Par ailleurs, la surveillance de *Elodea nuttallii*, espèce invasive monopoliste, indique une tendance à la stabilisation de son installation dans les lônes restaurés de Belley.

Concernant les secteurs faisant l'objet d'un état initial, **les lônes de la Platière** (secteur de Péage-de-Roussillon) sont sujettes à des processus de sédimentation relativement importants et possèdent des eaux eutrophes voire hyper-eutrophes. Les lônes du secteur de **Donzère-Mondragon** sont, quant à elles, dominées par des espèces invasives au très fort pouvoir colonisateur (la principale étant *Ludwigia peploides*), et sont caractérisées généralement par des eaux eutrophes à hyper-eutrophes. La prise en compte des récents retours d'expériences est primordiale afin de déterminer les objectifs de restaurations sur chacune d'elles.

Volet macroinvertébrés benthiques

Le rapport n eprésente pas de résultats nouveau par rapport aux années précédentes il reprend le sprincipaux acquis sur (1) la caractérisation des états initiaux de 14 lônes du Bas-Rhône et (2) l'évolution des communautés de macroinvertébrés des 18 lônes suivies à Belley et Brégnier-Cordon quatre ans après restauration.

Bas-Rhône

- Vingt huit sites appartenant à quatorze lônes des secteurs de Péage-de-Roussillon (5 lônes), Montélimar (1 lône) et Donzère (8 lônes) ont été étudiés entre 2007 et 2010 afin de décrire, avant restauration, leurs communautés d'invertébrés aquatiques et les variables de milieu associées. Il s'agit de la première étude de ce type sur les lônes du Rhône à l'aval de Lyon. Les résultats constituent un ensemble de référence qui servira à mesurer les changements induits dans ces écosystèmes par les actions de restauration à venir.

- Les protocoles d'acquisition et d'analyse de données sont les mêmes que ceux utilisés sur les sites du Haut-Rhône. L'analyse présentée porte sur les richesses faunistiques (richesses raréfiées

totale, en insectes Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères - EPT), la composition des communautés, les espèces non-indigènes et la relation de ces métriques faunistiques avec la connectivité latérale des sites avec le Rhône. Les résultats obtenus sur le Haut-Rhône avant restauration (2003-2005) servent de point de comparaison.

- Les richesses faunistiques des sites du Bas-Rhône ne sont pas significativement plus faibles que celles mesurées sur le Haut-Rhône. Une différence de composition faunistique entre les lônes des deux parties du Rhône se manifeste surtout pour les sites les plus influencés par le fleuve, où des cortèges plus riches et plus abondants d'espèces non-indigènes sont présents au Sud de Lyon.

- Les variations des métriques faunistiques (richesses, composition, espèces non-indigènes) avec la connectivité au fleuve suivent les mêmes tendances que sur le Haut-Rhône, confirmant ainsi la pertinence de la mesure estimant la connectivité à partir de variables de milieu. On observe ainsi une augmentation des insectes EPT et des espèces non-indigènes avec la connectivité.

- L'absence de milieux annexes lotiques connectés au Rhône dans le secteur de Donzère conduit à recommander la restauration par reconnexion (si elle est techniquement possible) de milieux évalués comme faunistiquement pauvres par les métriques mises en œuvre : Lône de Malatras, du Carré, de la République et de la Roussette (Montélimar). A l'opposé, la singularité de sites comme la lône Bayard ou l'amont de la lône de Malaubert poussent à suggérer leur préservation sans actions directes sur leur substrat ou leur morphologie.

Haut-Rhône

Secteur de Belley

L'analyse des variations de composition faunistique des stations au cours du temps à l'échelle de l'ensemble des lônes étudiées à Belley a été réalisée de manière synthétique avec une méthode d'ordination (AFC qui positionne les stations à une date donnée en fonction de la ressemblance de leurs compositions). L'analyse montre d'abord le maintien d'une structure spatiale forte qui différencie les lônes au-delà de leurs changements temporels. Elles s'ordonnent le long d'un gradient croissant de relation avec le fleuve selon la séquence : Béard / Moiroud / Luisettes / Fournier / Lucey / Chantemerle / Lône d'en l'île.

La dérive temporelle de chaque site considéré individuellement montre les tendances suivantes :

- les changements post-restauration (transition pré-restauration / t+2) se font tout d'abord majoritairement dans le sens d'une augmentation de la connectivité avec le fleuve ;
- des changements importants ont lieu dans des sites très modifiés par recreusent ou reconnexion : Béard amont et aval, Lône d'en l'île amont et aval, mais également dans certains sites non modifiés du point de vue sédimentaire (Moiroud amont, Lucey amont) ;
- dans plusieurs cas, les changements faunistiques observés entre t+2 et t+4, s'effectuent dans le sens d'un retour, de plus faible ampleur, vers la situation initiale : Béard amont et aval, Moiroud amont et aval, Luisttes amont, Fournier amont et aval, Lône d'en l'île aval. Le « retour » à t+4 vers un état proche de la situation pré-restauration est particulièrement notable dans les mouilles amont de Moiroud amont et Luisettes amont. La poursuite d'un changement dans le même sens a lieu pour Luisettes aval, Lucey et Lône d'en l'île amont.
- Les lônes de Chantemerle et Lucey sont, comparativement, les plus stables du point de vue faunistique au cours de la période d'étude.

Secteur de Brégnier-Cordon

Comme pour les données du secteur de Belley, l'analyse des variations de composition faunistique des stations au cours du temps à l'échelle de l'ensemble des lônes étudiées à Brégnier-Cordon a été réalisée avec une méthode d'ordination (AFC qui positionne les stations à une date donnée en fonction de la ressemblance de leurs compositions). A Brégnier-Cordon, le suivi de plusieurs lônes « de référence » très isolées du fleuve, ainsi que les changements très radicaux ayant été entrainés par la restauration dans les lônes de Vachon et Mathan, conduisent à la distinction de deux groupes de sites, sans le gradient de cas intermédiaires évident à Belley.

La dérive temporelle individuelle de chaque site restauré ou non restauré montre les tendances suivantes :

- comme à Belley, les changements faunistiques post-restauration (transition pré-restauration / t+2) se font tout d'abord dans un sens indiquant une augmentation de la connectivité avec le fleuve ;
- des changements radicaux ont lieu à Vachon, reconnectée par l'amont au Rhône, et à Mathan, où le thalweg asséché, parsemé de quelques mouilles, a été transformé en un chenal à courant permanent. La composition faunistique de ces deux lônes converge dès t+2 vers celle de la lône du Tonkin, référence lotique du secteur. Des changements importants caractérisent aussi l'aval des Molottes, où une mouille temporaire à été très approfondie et connectée par l'aval au Rhône ;
- également, comme à Belley, dans plusieurs cas, les changements faunistiques observés entre t+2 et t+4, s'effectuent dans le sens d'un retour, de plus faible ampleur, vers la situation initiale : Granges aval, Molottes aval, Ponton aval, Vachon. La poursuite d'un changement dans le même sens a lieu pour Granges amont et Mattant. Dans tous les cas, les changements entre t+2 et t+4 (ou t+5 pour Vachon) pour les sites restaurés, sont d'un ordre de grandeur très inférieur à celui observé entre la situation pré-restauration et t+2;
- les changements faunistiques mesurés dans les sites non restaurés témoignent d'une stabilité supérieure à celle des sites restaurés. Des « oscillations » sont observables, souvent dans des milieux de petite taille (Molottes amont, Ponton amont, Plaine amont) comme c'était le cas à Moiroud amont du secteur de Belley.

Volet peuplement piscicole dans les lônes

Les annexes fluviales sont des sites dans lesquels la production primaire et secondaire est plus importante que dans le chenal. Elles offrent des conditions de nutrition très favorables pour l'ensemble des classes d'âge des populations de poissons. Leur rôle en tant que zone de reproduction et de nurserie pour de nombreuses espèces de poissons est connu depuis longtemps. Ces aspects naturels de la biologie et de l'écologie des poissons en milieu fluvial confèrent aux peuplements de ces hydrosystèmes une grande diversité spécifique qui les distingue des cours d'eau de plus petite dimension et dépourvus de plaine d'inondation. Cependant, toutes les annexes fluviales ne possèdent pas les mêmes caractéristiques d'habitat ni la même capacité d'accueil pour les espèces de poissons du Rhône. La réhabilitation des lônes du Rhône met donc à disposition des poissons des milieux différents.

Parmi les 14 lônes suivies après restauration sur le Haut-Rhône, **trois d'entre elles (Brotalet, Molottes et Ponton) présentent des caractéristiques de zones annexes bénéfiques pour la reproduction et la croissance de nombreuses espèces de poissons**. Elles abritent des effectifs importants dont la plupart concernent des juvéniles avec des proportions d'espèces phytophiles et litho-phytophiles plutôt élevées par rapport aux autres lônes. D'autres comme la lône des Luisettes et la lône de Moiroud semblent évoluer vers une modification de fonctionnement plus favorable aux espèces attendues dans ce type de milieux (tanches, rotengle, brochet, bouvière…). Certaines annexes comme la lône des Cerisiers possèdent des habitats convenant à différentes classes d'âge, d'autres jouent le rôle d'annexes courantes (Vachon, Mattant) et abritent une faune lotique caractéristique (jeunes cyprinidés rhéophiles, truitelles, chabot, lamproie de Planer…). Parmi ces

bras secondaires reconnectés par l'amont et l'aval, l'évolution à court terme après restauration est variable, l'Anse de Yenne a perdu son caractère lotique à l'exception de sa partie aval, la lône des Cerisiers est sujette à une sédimentation rapide dans sa partie médiane, qui tend à s'atténuer ces dernières années, et la lône Mattant conserve ses caractéristiques courantes. Les autres annexes restaurées ne semblent pas présenter de caractéristiques compatibles avec des densités de poissons importantes.

Il faut néanmoins considérer ces résultats dans leur contexte temporel et rester conscient du fait que ces annexes réhabilitées sont encore en pleine évolution. Une attention particulière devra être portée aux lônes du secteur de Belley en raison de faibles effectifs échantillonnés ces deux dernières années.

Parmi les sites non-restaurés, le système « Platière » actuellement en eau constitue une annexe fluviale particulièrement importante dans le secteur de Péage-de-Roussillon hébergeant un grand nombre d'espèces et offrant des conditions de reproduction et de croissance de qualité. La diversité des habitats, depuis des zones courantes jusqu'à des secteurs stagnants riches en végétation aquatique, permet le maintien d'une diversité faunistique importante. Une attention particulière sera portée lors des prochaines pêches du fait de sa récente restauration fin 2011/début 2012 (Lône du Noyer Sud).

Dans le secteur de Montélimar, la lône de la Roussette dont la restauration est achevée depuis début 2013, pourrait jouer, au même titre que la « Platière », un rôle important pour les populations de poissons.

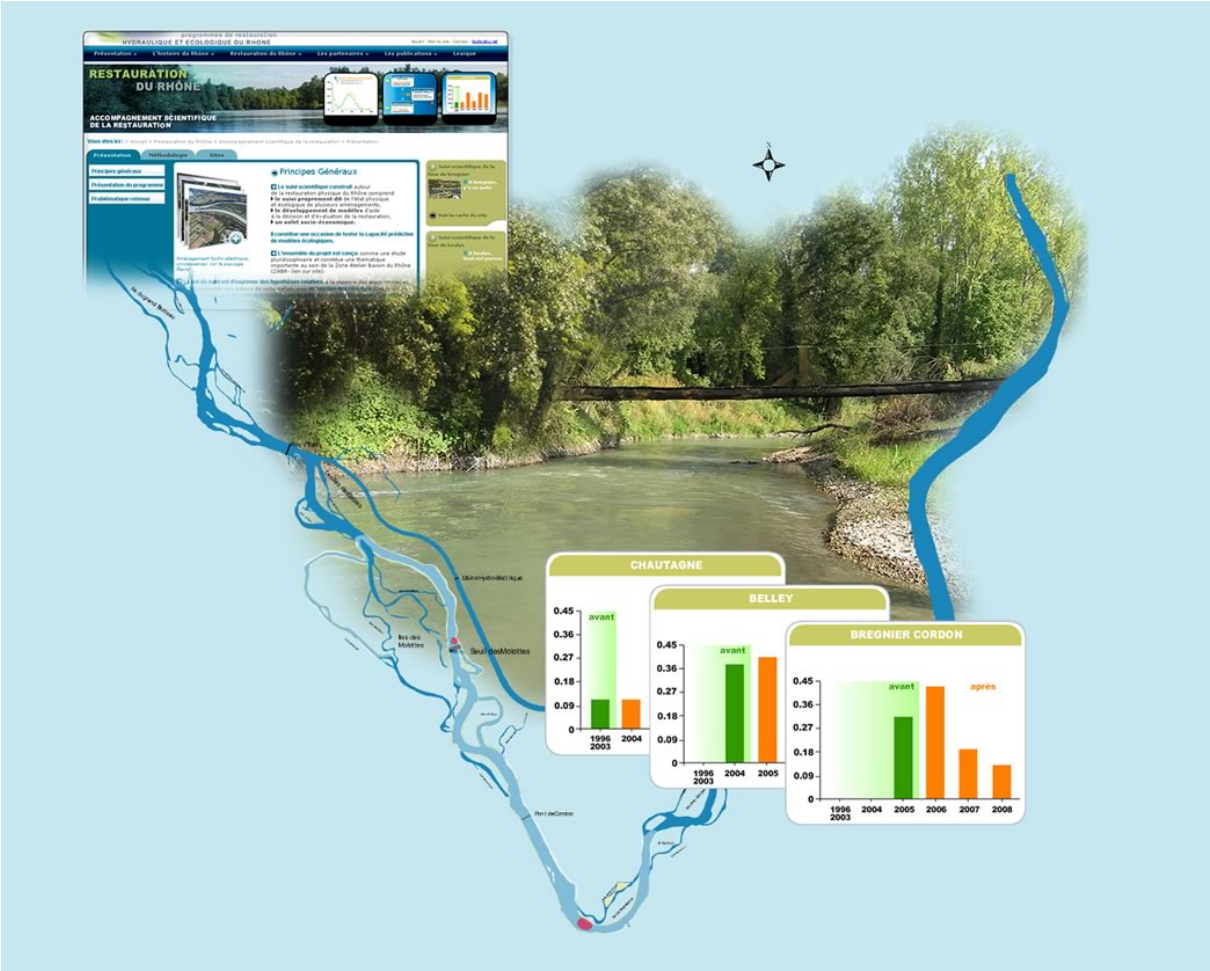
Dans le secteur de Donzère, **l'échantillonnage réalisé en 2012 dans les 6 lônes sélectionnées a mis en évidence une biodiversité piscicole relativement importante** (24 espèces de poissons échantillonnées) et des différences inter-lônes. La poursuite de l'échantillonnage de ces lônes en 2013 et les années suivantes permettra d'établir un état initial précis intégrant les variations inter-annuelles liées aux changements saisonniers et aux aléas environnementaux.

1 Introduction

Le programme de restauration du Rhône français, lancé en 1998 et repris dans le nouveau plan Rhône (2007-2013), comprend trois axes : la modification des débits à l'aval des barrages, la restauration d'anciens bras latéraux (lônes) et la circulation des migrateurs. Le suivi scientifique multidisciplinaire qui s'est construit autour de ce programme comprend le suivi proprement dit de l'état physique et écologique de plusieurs sites restaurés ou candidats à la restauration, le développement de modèles d'aide à la décision et d'évaluation de la restauration, et un volet socio-économique. Il constitue une occasion de tester la capacité prédictive de modèles écologiques permettant de caractériser les liens entre l'habitat physique et les espèces aquatiques. L'aménagement hydroélectrique du Rhône a provoqué des changements physiques et fonctionnels importants, affectant l'ensemble des compartiments du système fluvial en modifiant drastiquement la dynamique fluviale. Le programme de restauration du Rhône n'a pas pour vocation de redonner au fleuve sa dynamique naturelle, ni de restaurer un état antérieur aux aménagements hydroélectriques. **Son ambition est d'améliorer la qualité de l'habitat physique dans la plaine alluviale aménagée en diversifiant les conditions d'habitat par l'augmentation des débits réservés dans les sections court-circuitées** et **par réhabilitation de certaines annexes fluviales en modifiant les surfaces en eau, les profondeurs et les modalités de connexion au chenal courant**. Cette démarche s'appuie sur les connaissances acquises au cours des trente dernières années sur le Rhône et les autres grands systèmes fluviaux tempérés d'Europe et doit être considérée comme une expérience. En effet, en raison du caractère unique et novateur de ce programme, il n'existe pas de données ou de résultats (retours d'expérience) permettant d'estimer à priori les bienfaits des procédures de restauration mises en œuvre. Le programme d'accompagnement scientifique développé autour du programme de restauration a eu pour premier objectif de mettre au point des méthodes d'évaluation des effets des actions de restauration. Ce travail de recherche méthodologique, débuté en 2002, a abouti à la proposition d'un certain nombre de métriques et d'indicateurs permettant de mesurer l'évolution des paramètres physiques et biologiques de l'écosystème en réponse aux modifications des caractéristiques physiques de l'habitat suite à la restauration du fleuve.

Ce rapport concernant le suivi scientifique du programme de restauration hydraulique et écologique du Rhône (convention 2010-2013) prolonge et uniformise les activités contractuelles réalisées par la Zone Atelier Bassin du Rhône (ZABR) avant 2007 concernant l'évolution de l'état physique et biologique des sites (ex: mise en place d'un Tableau de bord du suivi de la restauration et des protocoles associés, opérations de suivi des sites du Haut-Rhône et de Pierre-Bénite, tests de modèles écologiques). Il prend en compte les résultats des suivis précédents.

Le rapport s'appuie largement sur le Tableau de bord de la restauration du fleuve, interface web cartographique qui interroge dynamiquement la base de données des suivis. Le Tableau de bord permet de consulter l'évolution d'une série d'indicateurs de l'état physique et biologique de l'écosystème, des informations de synthèse ainsi que des éléments détaillés concernant la démarche et les méthodes utilisées (http://restaurationrhone.univ-lyon1.fr).



Le site web du suivi de la restauration du Rhône : un outil de consultation cartographique partagé sur le web (http://restaurationrhone.univ-lyon1.fr).

Le Programme de Restauration concerne 8 sites en priorité (les Vieux-Rhône des aménagements de Chautagne CE, Belley BY, Brégnier-Cordon BC, Miribel-Jonage MI, Pierre-Bénite PB, Péage-de-Roussillon PR, Donzère-Mondragon DM, Montélimar MO). Ce rapport concerne l'ensemble de ces sites et se réfère aux protocoles de suivis définis au démarrage du programme.

Le but du suivi est **d'exprimer des hypothèses relatives à la réponse des écosystèmes et des communautés aux actions de restauration**, puis **en fonction des résultats** (validation ou non des hypothèses) de **créer des modèles explicatifs et/ou prédictifs pouvant être utilisés comme retour d'expérience pour les actions de restauration futures.**

Le dispositif de suivi a deux dimensions :

- une dimension d'observatoire dont l'objectif est de suivre l'évolution des sites restaurés afin de mesurer si les objectifs de la restauration sont atteints (mesurer des changements),
- une dimension de pilotage qui consiste à intégrer dans les futurs objectifs de restauration les résultats et conclusions obtenus sur les sites déjà restaurés.

Le suivi est basé sur des travaux expérimentaux et des méthodes d'échantillonnage qui ne font pas l'objet d'une normalisation. Il se décompose en deux phases successives. La première concerne la **description**, au cours de l'année (ou des années) précédant les modifications de débits réservés et les travaux de restauration des lônes, **de l'état écologique initial** du site. La seconde phase

concerne le suivi après l'augmentation des débits réservés et les travaux de restauration des lônes afin de mettre en évidence les **évolutions des composantes écologiques**.

Les thèmes du suivi et les protocoles d'échantillonnage associés sont ceux préconisés par André et Olivier (2003) et ne sont rappelés que succinctement ici. Les fréquences d'échantillonnage sont uniformisées entre les sites et adaptées suite au retour d'expérience des suivis antérieurs. En particulier, une fréquence d'échantillonnage biennale est proposée pour les suivis des peuplements d'invertébrés afin d'accélérer le retour d'expérience tout en contrôlant d'éventuelles invasions.

Les protocoles mis en œuvre dans les chenaux des sections court-circuitées ont pour objectif de permettre la mesure des effets des changements de débits réservés sur les communautés de poissons et d'invertébrés benthiques. La méthodologie employée repose sur le lien entre la valeur du débit réservé et la distribution statistique des paramètres hydrauliques au sein de la section court-circuitée, et sur l'influence de ces paramètres hydrauliques sur la distribution, la richesse spécifique et l'abondance des organismes aquatiques. Les stations échantillonnées sont donc en partie réparties dans les secteurs non-influencées hydrauliquement des Vieux-Rhône, c'est-à-dire non soumises au remous des aménagements hydroélectriques situés immédiatement en amont.

Sur l'ensemble des sites le suivi des lônes comporte quatre thématiques : le suivi de la sédimentation, le suivi de la végétation aquatique, le suivi de la faune macro-invertébrée et le suivi des communautés piscicoles. Toutes les lônes restaurées ne font pas l'objet d'un suivi, le Tableau suivant présente une synthèse des lônes suivies et des thématiques concernées pour chaque lône.

		Thematiques			
Secteurs	Types de milieu	Poissons	Invertebres	Vegetation	Sedimentation
Chautagne	Chenal	X	X		
	Lone de la Malourdie	X			X
	Lone du Brotalet	X			X
Belley	Chenal	X	X		
	Lone des Luisettes	X	X	X	X
	Lone Moiroud	X	X	X	X
	Lone Beard	X	X	X	X
	Lone Fournier	X	X	X	X
	Anse de Yenne	X	X		X
	Lone de Lucey		X		X
Bregnier-Cordon	Chenal	X	X		
	Lone de Chantemerle	X	X	X	X
	Lone des Granges	X	X	X	X
	Lone Vachon	X	X		X
	Lone des Cerisiers	X			X
	Lone des Molottes	X	X	X	X
	Lone Mattant	X	X		X
	Lone du Ponton	X	X	X	X
	Lone de la Plaine		X		X
Canal de Miribel	Chenal	X	X		
Pierre-Benite	Chenal	X	X		
	Lone de la Table Ronde			X	X
	Lone de Ciselande			X	X
	Lone de Jaricot			X	X
Peage de Roussillon	Chenal	X	X		
	Lone de la Platiere	X	X	X	X
	Lone Noye Nord	X	X	X	
	Lone Noye Sud	X			X
	Ilon	X	X	X	X
	Lone de la Boussarde			X	
	Casiers Arcoules			X	X
	Lone de la Sainte		X	X	X
Montelimar	Chenal	X	X		
	Lone de la Barcasse			X	
	Lone dela Roussette	X	X	X	X
Donzere-Mondragon	Chenal	X	X		
	Lone Grange ecrasee	X	X	X	X
	Lone de Malatras		X	X	
	Lone du Carre	X	X	X	X
	Lone de la Republique		X	X	X
	Lone Malaubert	X	X	X	X
	Lone du Bayard	X	X	X	X
	Lone de Caderousse	X	X	X	X
	Lone des Joncs	X	X	X	X

Récapitulatif des sites (Vieux-Rhône et lônes suivis entre 2003 et 2012) et des thématiques prises en compte dans le suivi actuel du programme de restauration du Rhône. Les quatre secteurs en bleu sont les secteurs déjà restaurés. A Péage-de-Roussillon, les travaux de restauration de la lône du noyer sud ont été réalisés durant l'hivers 2011-2012, elle est actuellement en eau, Le stravaux de la lône de la Sainte ont été achevés au printemps 2013. A Montélimar, les travaux dans la lône de la Roussette ont débuté fin 2011 et été achevés dans l'hiver 2012-2013. A Donzère, le choix des lônes pour l'établissement de l'état initial a été effectué au printemps 2009, pour les thématiques sédimentation, macroinvertébrés, l'échantillonnage a été effectué en 2009, l'échantillonnage des poissons a été réalisé en 2010, 2011 et 2012, l'échantillonnage de la végétation a été réalisé en 2009 et 2012.

Dans le cadre du suivi, les problématiques suivantes ont été retenues :

- modélisation des réponses des communautés de macroinvertébrés et de poissons aux variations de contraintes hydrauliques dans les chenaux soumis à augmentation du débit réservé,
- étude de l'effet de l'augmentation des débits réservés et des travaux de réhabilitation des lônes sur des populations de poissons « cibles »,
- modélisation de l'évolution de la biodiversité (macrophytes) dans les lônes en relation avec la trophie des milieux, l'intensité des perturbations hydrauliques dans ces milieux et les caractéristiques sédimentaires,
- essai de prédiction de la durée de vie des bras restaurés et recherche de géométries fluviales particulières qui répondent sur un long terme à des attentes écologiques fixées initialement,
- établissement de modèles prédictifs de la richesse faunistique (macro-invertébrés) en fonction des caractéristiques écologiques (qualité des eaux, degré de connexion avec le chenal, diversité d'habitats…) des lônes,
- analyse synthétique des relations trophiques dans les annexes fluviales, intégrant les résultats des autres thématiques (en particulier l'analyse de la qualité de l'eau, de la structure des communautés végétales et invertébrés, et de l'abondance et de la diversité des peuplements de juvéniles de poissons),
- gestion du Tableau de bord et restitution des résultats sous différentes formes.

Sur le plan pratique, la démarche a pour objectifs :

- de réaliser un bilan des données disponibles utilisables dans le cadre de la définition des états initiaux des milieux destinés à être restaurés,
- de définir les problématiques majeures liées à l'évaluation des effets des opérations de restauration,
- de définir des plans et des protocoles d'échantillonnage à mettre en œuvre avant et après restauration,
- de définir un ensemble de **métriques** et d'**indicateurs** de la restauration telle qu'elle est envisagée : augmentation de débit réservé dans les sections court-circuitées et réhabilitation des bras latéraux (lônes),
- de réaliser une maquette de Tableau de bord reposant sur des bases de données et l'utilisation d'un Système d'Information Géographique (SIG), ce Tableau de bord constituant avant tout un outil de **consultation synthétique** et cartographique à la disposition des chercheurs, gestionnaires et grand public.

L'ensemble du projet est conçu comme une étude pluridisciplinaire et constitue une thématique importante au sein de la Zone Atelier Bassin du Rhône (ZABR).

Les travaux réalisés au cours de la période 2003-2006 ont permis de définir les métriques et les indicateurs. Pour chacun des deux grands types de restauration les indicateurs retenus sont les suivants.

<u>Mesure des effets des modifications du régime des débits réservés (peuplements des vieux-Rhône courants)</u>

Peuplement piscicole

Indicateurs	Métriques
Richesse spécifique	Nombre d'espèces
Structure du peuplement	Fréquence des différentes espèces
Espèces cibles	Distribution en classes de la taille des espèces cibles
Proportion d'espèces eaux vives	Effectifs des espèces : BAF, SPI, BLN, LOF, CHA*
Proportion d'espèces eaux courantes	Effectifs des espèces : OBR, BAF, ABL, HOT, TOX, VAN*

* BAF : barbeau fluviatile, SPI : spirlin, BLN : Blageon, LOF : loche franche, CHA : chabot, OBR : ombre commun, ABL : ablette, HOT : hotu, TOX : toxostome, VAN : vandoise.

Les indicateurs résultent des travaux réalisés avant restauration (Lamouroux *et al.*, 1999).

L'augmentation des valeurs de débits réservés devrait engendrer une augmentation de la proportion « d'espèces d'eaux courantes ».

Peuplement d'invertébrés du chenal

Indicateurs	Métriques
Proportion d'espèces des habitats lotiques	Abondance relative des espèces rhéophiles
Proportion d'espèces des habitats lentiques	Abondance relative des espèces limnophiles

Ces indicateurs ont été développés dans le présent programme avec les données collectées avant restauration.

Le modèle d'habitat statistique FSTress (Lamouroux, 1997), adapté aux invertébrés benthiques, permet de prédire des densités d'espèces à un débit donné à l'échelle du tronçon et donc de prévoir des changements faunistiques et de fonctionnement du milieu induits par des modifications de débits. Les courbes de préférence hydrauliques de 66 taxons ont été réalisées. Les deux métriques utilisées résultent de ces travaux.

Les <u>taxons rhéophiles</u> sont inféodés à des habitats présentant des contraintes hydrauliques fortes (FST≥ 8 soit une force minimum exercée au fond du cours d'eau supérieure à 3.93 10^{-1} $N.m^{-2}$). Ces taxons devraient être favorisés par les augmentations de débits dans le chenal principal et dans les lônes courantes.

Les taxons "intermédiaires" sont inféodés à des habitats présentant des contraintes hydrauliques moyennes (FST≥ 5 et FST < 8).

Les <u>taxons limnophiles</u> sont inféodés à des habitats présentant des contraintes hydrauliques faibles (FST< 5 soit une force minimum exercée au fond du cours d'eau inférieure à 1.66 $10^{-1}N.m^{-2}$). Ces taxons devraient être défavorisés par les augmentations de débits dans le chenal principal et dans les lônes courantes mais devraient trouver des conditions favorables dans les lônes plus stagnantes.

Par exemple, le couplage des modèles biologiques et hydrauliques par FSTress prévoit pour les 3 secteurs du Haut-Rhône :

- qu'une **augmentation des débits induira une augmentation des densités des taxons rhéophiles** tels que par exemple *Ancylus fluviatilis*, *Dreissena polymorpha*, *Baetis vardarensis* et *Hydropsyche contubernalis*.

- qu'une **augmentation des débits induirait une diminution des densités des taxons limnophiles** tels que par exemple *Caenis luctuosa*, *Micronecta spp.*, *Polycentropus flavomaculatus* et *Potamopyrgus antipodarum*.

- que sur les 39 taxons présentant des préférences hydrauliques marquées, 27 devraient répondre positivement aux augmentations de débits.

<u>Mesure des effets de la réhabilitation physique des lônes (annexes fluviales)</u>

Géomorphologie des lônes

Les deux questions posées dans le programme sont :

- Quelle est la durée de vie d'une lône restaurée ? Y a-t-il un comblement du bras par sédimentation ? Existe-t-il des phénomènes de décapage ralentissant le processus, voire l'inversant ? Cette durée est-elle modifiée par la restauration ? Ce premier ensemble de questions est abordé en confrontant le taux de sédimentation (épaisseur des sédiments déposés sur une période de temps donnée) et la hauteur d'eau moyenne de la lône qui est susceptible d'enregistrer le comblement.

- La restauration modifie-t-elle les conditions d'habitat dans la lône ? Ces conditions d'habitat dépendent de l'écoulement et des caractéristiques granulométriques du lit. L'objectif est ici de déterminer si les conditions d'habitat sont modifiées par rapport aux conditions initiales et si ces nouvelles conditions vont se maintenir durablement. Pour caractériser cette évolution, un suivi de la granulométrie moyenne et de la variabilité granulométrique intra-lône est réalisé. Il est complété par un suivi automatisé des hauteurs d'eau.

Indicateurs	**Métriques**
Espérance de vie de l'état restauré	Comblement post-restauration
Conditions d'habitat intra-lône	Granulométrie du substrat

Les résultats obtenus permettent d'établir une première typologie des lônes restaurées et de proposer les premiers modèles d'évolution (comblement) post-restauration.

Végétation aquatique des lônes

Indicateurs	**Métriques**
Influence des perturbations hydrauliques	Degré de perturbation (5 classes)
Trophie	Degré de trophie (3 à 4 classes)
Colmatage	Alimentation en eau souterraine (oui / non)
Richesse spécifique en espèces végétales aquatiques	Richesse par lône
Diversification végétale	Abondance relative des espèces rares

Un *diagnostic du fonctionnement écologique* de chaque zone humide est réalisé à chaque date d'échantillonnage, à partir des données floristiques et environnementales collectées sur la zone humide. Ce diagnostic repose sur la méthode mise au point par Bornette *et al.* (1996). Pour l'établir, on procède à la mise en relation des espèces dominantes de la zone humide à une date donnée avec ses exigences écologiques (Amoros *et al.,* 2000). Les exigences considérées sont la tolérance des espèces à la charge des eaux en phosphates et ammoniaque, leur tolérance au décapage ou au dépôt de sédiments lors des crues (degré de perturbation), et leur association aux milieux alimentés par les eaux souterraines.

Les critères pris en compte sont :

- **le niveau de perturbation** par les crues qui conditionne la richesse spécifique dans l'écosystème. Lorsque le milieu est très perturbé, seules les espèces pionnières se maintiennent. Ces espèces ont en général une faible aptitude compétitive, et sont exclues des écosystèmes les plus stables (peu perturbés), dans lesquels les espèces les plus compétitives dominent le peuplement. Une annexe fluviale fréquemment parcourue par les crues décapantes a une durée de vie potentiellement importante.

- **le niveau de ressources disponibles** dans les écosystèmes aquatiques qui va jouer un rôle prépondérant sur la structure et la dynamique des communautés végétales. Les espèces aquatiques ne sont pas distribuées de manière aléatoire dans les écosystèmes et l'on peut associer la plupart des espèces à des niveaux de ressources donnés. Pour des niveaux de ressources élevés, sont souvent associées des espèces de grande taille et à croissance rapide ; lorsque les niveaux de ressources sont faibles, sont souvent associées des espèces capables de supporter ce stress (croissance lente, conservation des ressources, taille plutôt faible).

- **L'existence d'apports d'eaux souterraines,** paramètre important pour le fonctionnement de la zone humide, peut augmenter la durée de vie des annexes fluviales. Ces eaux contribuent, par leurs caractères sténothermes et froids, au maintien de températures fraiches, ce qui limite la production végétale et notamment la prolifération algale. En fonction de la capacité hydraulique de la lône, elles réduisent l'accumulation de matière organique ce qui favorise sa durée de vie.

Richesse spécifique : le nombre d'espèces présentes sur la lône dépend principalement des conditions de perturbations. La richesse atteint une valeur maximale pour une fréquence et une intensité moyenne de perturbations permettant la co-occurrence d'espèces compétitives et d'espèces pionnières.

L'abondance relative des espèces renseigne sur la structure du peuplement et en particulier la dominance (ou l'absence) de certaines espèces, qui par leurs exigences écologiques (Amoros *et al*., 2000) sont utilisées pour le diagnostic fonctionnel.

L'évolution de *l'abondance moyenne des espèces invasives* renseigne sur l'augmentation, la régression, ou la stabilité de ces espèces dans les annexes fluviales. Très compétitives, elles tendent à occuper les habitats laissés libres post-restauration en formant des peuplements monospécifiques, ce qui entraine une diminution de la richesse spécifique.

La *proportion des espèces d'hydrophytes, d'hélophytes et terrestres* renseigne la composition du peuplement en types biologiques (plantes aquatiques, amphibies, ou terrestres). Elle permet d'évaluer le degré de permanence des eaux dans la zone humide. Une augmentation de la part relative en hélophytes (plantes ripariales, ou tolérantes aux exondations) et terrestres est un indicateur de la fréquence des exondations (atterrissements progressifs).

La *liste des espèces rares* est établie à partir de la liste rouge de la région Rhône-Alpes et renseigne le degré de rareté (menace de disparition) des espèces végétales au niveau régional non prises en compte par des mesures législatives. La présence de ces espèces est un indicateur de l'état de conservation des zones humides.

La *liste des espèces protégées au niveau local* renseigne la liste des espèces végétales protégées en région Rhône-Alpes par l'arrêté du 4 décembre 1990, complétant la liste nationale. La présence de ces espèces est un indicateur de la valeur patrimoniale de la zone humide.

La *liste des espèces protégées au niveau national* renseigne la liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire national par l'arrêté du 20 janvier 1982 modifié. Menacées de disparition à cette échelle (territoire national), la présence de ces espèces est un indicateur de l'état de conservation de leurs biotopes correspondants (constituant tout ou partie de la zone humide).

La *liste des espèces protégées au niveau européen* renseigne la liste des espèces végétales présentes en annexe II et IV de la Directive Habitat Faune Flore. Par le regroupement d'espèces en danger d'extinction, vulnérables, rares ou endémiques au niveau européen, elle est un indicateur de l'intérêt communautaire de la zone humide.

Peuplement d'invertébrés des lônes

Indicateurs	Métriques
Richesse taxonomique et statut des espèces	Richesse taxonomique totale Richesse spécifique des taxons Ephéméroptères, Plécoptères, Trichoptères Richesse spécifique des mollusques gastéropodes % d'individus appartenant à des espèces non-indigènes Nombre d'espèces exogènes par site Densité moyenne (en nombre d'individus / m^2) des espèces exogènes par site
Caractéristiques biologiques et écologiques des taxons	% broyeurs % collecteurs filtreurs % prédateurs % taxons plurivoltins % taxons se déplaçant à la surface du substrat % taxons à dérive comportementale

(1*) richesse taxonomique totale* : obtenue sur les données brutes (déterminées sur des niveaux taxonomiques hétérogènes)

(2) *richesse en Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères (EPT)* : nombre de taxons (calculé au niveau du genre ou de l'espèce) appartenant aux Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères, groupes pour lesquels un niveau de détermination plus homogène est obtenu. C'est un indicateur de diversité biologique classiquement utilisé dans l'évaluation des systèmes d'eau courante. Cette richesse augmente avec la qualité du milieu et avec l'intensité du courant.

(3) *richesse en mollusques gastéropodes* : le nombre d'espèces appartenant à ce groupe diminue avec l'intensité du courant s'exerçant dans les milieux. C'est un bon indicateur de la qualité et de la complexité de l'habitat en milieu stagnant.

Du fait de l'hétérogénéité de nombreux invertébrés récoltés dans chaque prélèvement et du lien entre l'abondance et la richesse taxonomique, un calcul de richesses taxonomiques mesurées sur des échantillons égaux du point de vue de l'abondance a été effectué par la technique dite ″de raréfaction″ (Heck et al., 1975 ; Krebs, 1999). Cette technique simule le tirage aléatoire d'un nombre fixé d'individus à l'intérieur de chaque échantillon à comparer. Le nombre d'individus est déterminé à partir de l'effectif du moins abondant des échantillons comparés. Les richesses raréfiées ont une valeur comparative entre sites et non une valeur absolue. Les calculs ont été faits avec la fonction "rarefy" du jeu de fonctions "vegan" développé pour le logiciel R (Ihaka & Gentleman, 1996) par J. Oksanen et B. O'Hara. La fonction calcule une richesse raréfiée pour un nombre d'individus donné à partir de la formule de Hurlbert (1971) et l'accompagne d'une erreur standard calculée selon Heck et al (1975).

(4) *densité des EPT* : nombre d'individus au m^2 des insectes Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères (cf métrique 2).

(5) *densité totale* : nombre total d'individus au m^2

Quatre métriques ont été consacrées à décrire les espèces exogènes au bassin du Rhône. Ces espèces appartiennent majoritairement aux groupes des macrocrustacés (amphipodes, décapodes), des mollusques (bivalves et gastéropodes) et des annélides polychètes.

(6) *l'abondance relative des espèces exogènes* au bassin rhodanien a été calculée par rapport à l'abondance totale dans les relevés.

(7) *l'abondance relative des espèces exogènes* (sans *Gyraulus parvus*) Le mollusque gastéropode exogène *Gyraulus parvus* colonise préférentiellement les milieux stagnants où il peut atteindre de très fortes densités. Cette métrique a été calculée pour mieux caractériser le comportement des espèces exogènes dans les milieux courants.

(8) *la densité des espèces exogènes* : nombre d'individus au m^2 des espèces appartenant à ce groupe

(9) *la richesse en espèces exogènes* : le nombre d'espèces appartenant à ce groupe

A la suite des propositions de Merritt et al. (2002) pour adapter aux milieux aquatiques alluviaux des métriques développées pour les systèmes d'eau courante, six métriques basées sur les caractéristiques biologiques des taxons (traits) ont été employées ici :

(10) *le pourcentage de taxons épibenthiques* se déplaçant à la surface du substrat sans mode de fixation spécifique (″sprawlers″) exprime la disponibilité en proies pour les oiseaux et les poissons à alimentation benthique.

(11) *le pourcentage de filtreurs* exprime l'importance relative de la matière organique en suspension.

(12) *le pourcentage de broyeurs* renseigne sur la disponibilité en matière organique grossière.

(13) *le pourcentage de taxons plurivoltins* (pouvant accomplir plus d'un cycle de développement par an) exprime la proportion d'espèces potentiellement pionnières à développement rapide.

(14) *le pourcentage de dérivants* (taxons possédant une aptitude moyenne à forte à la dérive comportementale) exprime la disponibilité en proies pour les poissons se nourrissant dans la colonne d'eau.

(15) *le pourcentage de prédateurs* exprime l'intensité du contrôle des prédateurs sur les proies.

Ces métriques sont calculées à partir des nombres d'individus totaux. Les informations relatives au calcul de ces métriques ont été essentiellement tirées de Tachet et al. (2000) (voltinisme), Colling (1996) (groupes trophiques), Merritt & Cummins (1996) (relation au substrat), De Crespin De Billy & Usseglio-Polatera (2002) (mode de dérive) et localement adaptées à l'aide d'autres sources pour certains taxons.

Sauf en cas d'indication contraire, les calculs ont été effectués au niveau des sites en amalgamant les résultats des deux saisons d'échantillonnage (mars-mai et juillet-septembre) pour une même situation (pré- ou différentes dates post-restauration).

Ces métriques ont été testées sur le jeu de données pré et post-restauration en prenant en compte des annexes témoins non-restaurées.

Peuplement piscicole des lônes

Indicateurs	Métriques
Richesse spécifique piscicole	Nombre d'espèces
Indicateur d'eaux stagnantes	Abondance relative des espèces phytophiles et litho-phytophiles
Espèces cibles	Abondance absolue des espèces cibles

Richesse spécifique : le nombre d'espèces présentes renseigne sur la fréquentation des annexes fluviales par les différentes espèces de poissons en particulier pour la reproduction et la phase de croissance des jeunes stades de développement.

La proportion d'espèces phytophiles et litho-phytophiles (Balon, 1975) renseigne sur la fréquentation des annexes par les espèces déposant leurs œufs sur des supports végétaux (caractéristiques des annexes fluviales : tanche, perche, brochet…)

L'abondance des espèces cibles : bouvière, rotengle, tanche et brochet renseigne sur l'évolution de ces populations dans les annexes fluviales et devrait augmenter au cours du temps en période post-restauration.

2 Approche thématique

2.1 Cadre physique : restauration et hydrologie

2.1.1 Opérations de restauration

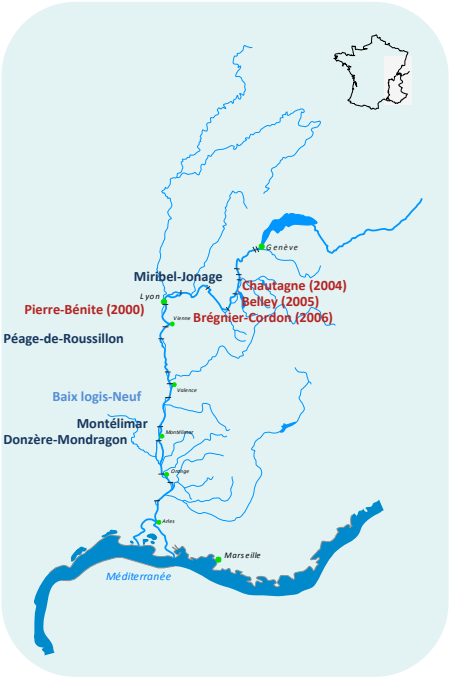


Figure 2.1.1 Carte du Rhône montant les 8 sites concernés par la restauration, les sites restaurés sont indiqués en rouge, les sites candidats à la restauration en bleu foncé, le site de Baix-le-Logis-Neuf, non inclus initialement dans le programme est mentionné car il présente des potentialités de restauration intéressantes.

Sur les 8 sites concernés par le programme (Figure 2.1.1), quatre ont été restaurés depuis 1999.

Le vieux Rhône de Pierre-Bénite a été le premier site restauré au cours du programme. Le débit minimum dans le vieux Rhône était de 20 m^3/s du 1er avril au 31 août et de 10 m^3/s du 1er septembre au 31 mars. Ce débit a été augmenté à 100 m^3/s après la mise en service (en août 2000) d'une centrale hydro-électrique au niveau du barrage de Pierre-Bénite. Parallèlement, trois anciens bras latéraux (Ciselande, Jaricot, Table ronde) ont été restaurés dès 1999. Ces milieux ont été recreusés, et l'un deux (Ciselande) a été reconnecté au Vieux-Rhône par l'amont. Le suivi de l'incidence des opérations de restauration a débuté en 1995.

Les trois sites de Chautagne, Belley et Brégnier-Cordon ont été restaurés entre 2004 et 2006.

Les débits réservés ont été relevés (Figure 2.1.1b) et 23 lônes ont été réhabilitées :

- Chautagne : Lône de la Malourdie et du Brotalet,
- Belley : Anse de Chanaz, Lône Moiroud, Lône d'Orgeval, Lône des Luisettes, Lône Béard, Lône Fournier, Lône de Lucey, Anse de Yenne, Lône dans l'Ile, Lône de Virignin,
- Brégnier-Cordon : Lône des Granges, Lône Vachon, Lône des Cerisiers, Lône de l'Ilon, Lône des Sables, Lône Mattant, Lône des Molottes, Lône du Ponton, Marquisat et Colonnes.

La CNR a également effectué des travaux destinés à améliorer la libre circulation des poissons :

- passe à poissons du seuil des Molottes,
- fenêtre à poissons et castors au siphon du Séran,
- diagnostic du fonctionnement de l'écluse à poissons du barrage de Savières,
- diagnostic du fonctionnement de la rivière artificielle du seuil de Yenne,
- passe à poissons en rive gauche sur le Guiers à la confluence.

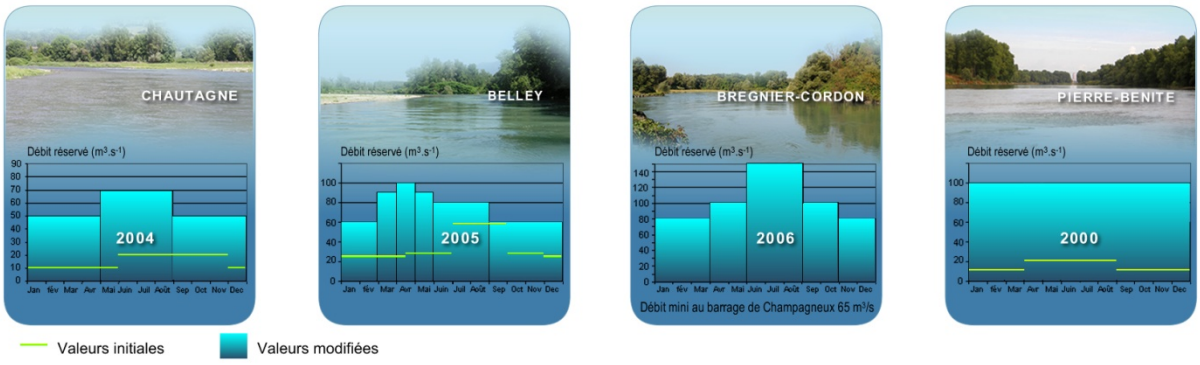


Figure 2.1.1b : valeurs minimales des débits dans les Vieux-Rhône de Chautagne, Belley, Brégnier-Cordon et Pierre-Bénite avant et après modification des valeurs dans le cadre du programme de restauration du Rhône.

L'état d'avancement des dossiers des autres sites « candidats » à la restauration (Miribel-Jonage, Péage-de-Roussillon, Montélimar, Donzère Mondragon) est variable. Le dossier concernant le site de Péage-de-Roussillon est le plus avancé et les relevés pré-restauration dans le cadre de l'établissement de l'état initial ont débuté en 2007. Les travaux de restauration sur la lône du Noyer sud ont été réalisés pendant l'hiver 2011-2012 et commenceront en automne 2012 pour la lône de la Sainte. Les opérations prévues à Montélimar, sur la lône de la Roussette, ont débuté à la fin de l'année 2011 et seront en cours d'achèvement en 2012.

2.1.2 Hydrologie

Les chroniques de débits pour l'année 2011 n'ont pas encore été fournies par la CNR, nous les intégrerons dès qu'elles seront disponibles. Cette année, le Haut-Rhône amont reste concerné par une gestion quotidienne par éclusées, qui cesse en général le week-end. Les éclusées quotidiennes se ressentent dans le RCC de Chautagne et Belley, notamment du fait des déversements fréquents de débit.

2.1.3 Hydraulique du chenal

Hauteur d'eau	1.2 m	2.1 m
Vitesse	0.07 m/s	0.35 m/s

1996 2002

Figure 2.1.4 : Le vieux Rhône de Pierre-Bénite au débit minimum avant et après augmentation

Les augmentations de débit minimum se sont traduites différemment en termes hydrauliques selon les sites. A Pierre-Bénite les vitesses au débit minimum ont été multipliées par 5 en moyenne (de 0.07 à 0.35 m/s, Figure 2.1.4), en Chautagne par 2 (de 0.38 à 0.80 m/s), moins ailleurs.

Les résultats de l'application de modèles d'habitat sur le Rhône comme ailleurs (Lamouroux & *al*. 1999, Lamouroux et Capra 2002) peuvent être synthétisés par quelques descripteurs hydrauliques clés des tronçons de cours d'eau. Les plus importants sont le nombre de Froude au débit médian FR50 et le nombre de Reynolds au débit minimum REM, qui sont des combinaisons du débit Q, de la largeur L et de la hauteur d'eau H du tronçon de cours d'eau considéré. Ces indices sont utiles pour refléter/comparer l'impact de la restauration sur plusieurs sites.

FR50 est un indice hydraulique lié à la morphologie du cours d'eau (proportions de radiers/mouilles). Plus sa valeur est élevée, plus **il reflète l'idée d'un fleuve vif**, de façon comparable sur des sites variés. C'est une variable potentiellement sensible à une modification de seuil transversal. Une augmentation de FR50 augmente la valeur d'habitat relative (par rapport aux autres espèces) des espèces typiques des radiers (barbeau, loche franche, chabot, blageon, spirlin).

REM est lié au niveau de débit par unité de largeur. Plus sa valeur est élevée, plus **il reflète l'idée d'un fleuve courant**, de façon comparable sur des sites variés. Il est particulièrement sensible aux changements de débit minimum. Une augmentation de REM augmente la valeur d'habitat relative des espèces typiques d'eau courante (barbeau, ablette, hotu, toxostome, vandoise, ombre). Noter que certaines espèces rhéophiles comme le barbeau sont favorisées à la fois par de fortes valeurs de FR50 et REM.

En pratique, $FR50 = Q50 / (g^{0.5} * H50^{1.5} * L50)$ et $REM = QM / (\nu * LM)$ où Q50, H50, L50 sont le débit, la hauteur et la largeur mouillée médians ; g est l'accélération gravitationnelle ; QM et LM sont le débit minimum et la largeur correspondante ; ν est la viscosité dynamique de l'eau.

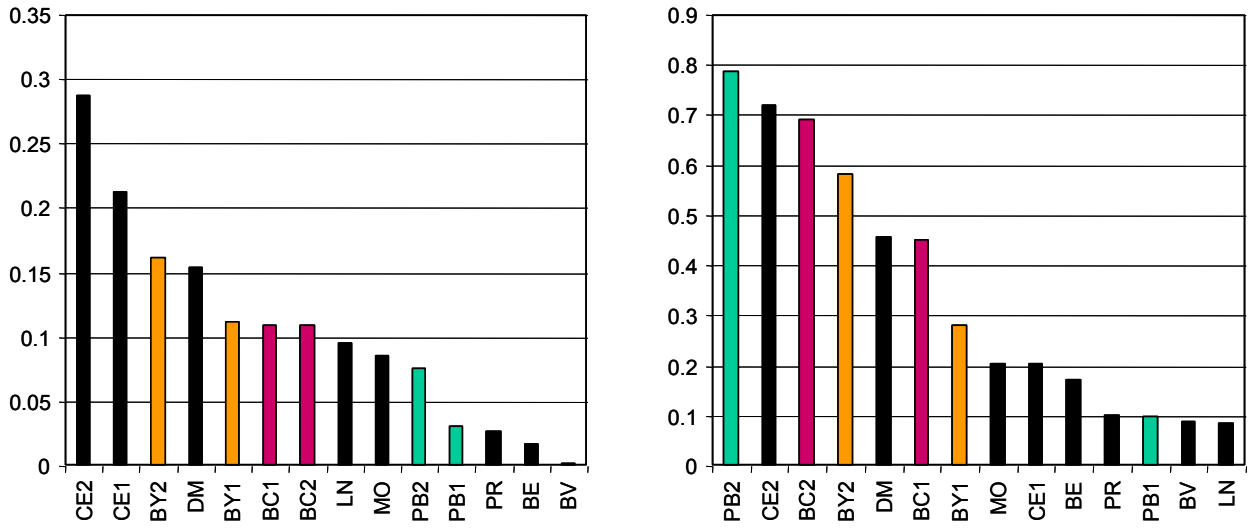


Figure 2.1.5. Valeurs de FR50 (indice morphologique, à gauche) et REM (indice de débit, à droite) sur les différents vieux Rhône du bas Rhône et du haut Rhône (cf. codes de l'annexe A.1 ; LN, BV et BE correspondent à d'autres sites du bas Rhône : Logis-Neuf, Bourg-Lès-Valence et Beauchastel). Les codes de type 'CE1' et 'CE2' réfèrent aux situations pré- et post-augmentation du débit.

Le changement de débit minimum des Vieux Rhône modifie essentiellement la valeur de REM, l'indice de débit (Figure 2.1.5). En revanche, l'indice lié à la morphologie est assez peu modifié par le changement de débit. A Brégnier-Cordon par exemple, il reste intermédiaire entre les fortes valeurs du Haut-Rhône (Chautagne avec de nombreux radiers) et les faibles valeurs actuelles de Beauchastel ou Bourg-lès-Valence.

2.2 Les poissons du chenal (Vieux-Rhône)

2.2.1 Objectifs et méthodologie

Le suivi des poissons du chenal a pour objectif d'observer les dynamiques du peuplement de poissons dans un contexte de diversité locale et régionale. Les observations sont comparées aux prédictions quantitatives réalisées avant restauration par des modèles d'habitats (Lamouroux *et al.*, 1999). Ces prédictions prévoient une augmentation des espèces ayant une préférence marquée pour les habitats profonds et courants (espèces dites d'eau courante) comme l'ombre commun, le barbeau, le hotu ou l'ablette, en lien avec l'évolution de l'indicateur hydraulique "eaux courantes" (REM).

Parallèlement aux pêches réalisées dans les vieux Rhône dans le cadre de la restauration, un nombre croissant de pêches sont réalisées par l'Onema le long du fleuve, parfois dans les mêmes vieux Rhône que ceux suivis dans le cadre de ce travail (Belley (BY), Pierre-Bénite (PB), Montélimar (MO), Donzère-Mondragon (DM), Baix-le-Logis-Neuf (LN)). Les pêches de l'Onema font partie des réseaux nationaux et présentent certaines contraintes (temps, navigation, étendue de stations) qui les rendent moins adaptées à un suivi fin de la restauration. Elles avaient été largement intégrées dans le rapport 2008 afin d'une part de comparer les pêches de suivi aux pêches Onema, et d'autre part de compléter l'image de la diversité piscicole à l'échelle du fleuve. Elles ne sont pas détaillées ici.

Une campagne d'échantillonnage est réalisée en automne. Une campagne correspond à une pêche électrique de 100 à 200 points d'échantillonnage ponctuels d'abondance – EPA - (ou 30 ambiances de quelques dizaines de mètres carrés) réalisée en bateau. Les points de pêche sont répartis dans la partie non-influencée hydrauliquement du Vieux-Rhône, sur une ou plusieurs stations (*cf.* annexe A.1). Le nombre de points d'échantillonnage est supérieur (200 points) dans le cas des Vieux-Rhône longs et/ou hétérogènes. La méthode d'échantillonnage implique de surprendre le poisson dans son habitat.

La fréquence d'échantillonnage des poissons du chenal est annuelle, les pêches pré-restauration sont réalisées au minimum 2 ans avant augmentation des débits réservés.

2.2.2 Échantillonnage

Les échantillonnages 2012 ont été réalisés de fin août à fin novembre (Tableau 2.2.1). De 100 à 200 points de pêches par EPA ont été réalisés dans les Vieux-Rhône en fonction de leur longueur et des difficultés de navigation, à l'exception du Vieux-Rhône de Pierre-Bénite où 30 ambiances ont été échantillonnées comme lors des suivis précédents.

Stations	Dates
Vieux-Rhône de Chautagne	04-05/10/2012
Vieux-Rhône de Belley	17-19/09/2012
Vieux-Rhône de Brégnier-Cordon	01-02/10/2012
Canal de Miribel	27-29/08/2012
Vieux-Rhône de Pierre-Bénite	21/11/12
Vieux-Rhône de Péage-de-Roussillon	13/09/12
Vieux-Rhône de Brégnier-Cordon	24-25/09/2012

Tableau 2.2.1 : Dates d'échantillonnage des peuplements de poissons dans les vieux-Rhône.

2.2.3 Résultats

14641 poissons appartenant à 35 espèces ont été échantillonnés en 2012 (vieux-Rhône et lônes) (Tableau 2.2.2).

Famille	Nom commun	Nom latin	Code	Guilde reprod.
Blenniidés				
	Blennie fluviatile	*Salaria fluviatilis* (Asso, 1801)	BLE	
Salmonidés				
	Ombre commun	*Thymallus thymallus* ((Linné, 1758)	OBR	
	Truite fario	*Salmo Trutta fario* (Linné, 1758)	TRF	
Esocidés				
	Brochet	*Esox lucius* (Linné, 1758)	BRO	P
Lotidés				
	lote	*Lota lota (*Linné, 1758)	LOT	
Cyprinidés				
	Gardon	*Rutilus rutilus* (L., 1758)	GAR	L-P
	Blageon	*Leuciscus souffia* (Risso, 1827)	BLN	
	Vandoise	*Leuciscus leuciscus* (L., 1758)	VAN	
	Chevaine	*Squalius cephalus* (L., 1758)	CHE	
	Rotengle	*Scardinius erythrophthalmus* (L., 1758)	ROT	P
	Tanche	*Tinca tinca* (L., 1758)	TAN	P
	Vairon	*Phoxinus phoxinus* (L., 1766)	VAI	
	Ablette	*Alburnus alburnus* (L., 1758)	ABL	L-P
	Spirlin	*Alburnoïdes bipunctatus* (Bloch, 1782)	SPI	
	Brème bordelière	*Blicca bjoerkna* (L., 1758)	BRB	P
	Brème commune	*Abramis brama* (L., 1758)	BRE	L-P
	Hotu	*Chondrostoma nasus* (L., 1758)	HOT	
	Bouvière	*Rhodeus sericeus* (Bloch, 1785)	BOU	
	Goujon	*Gobio gobio* (L., 1758)	GOU	
	Pseudorasbora	*Pseudorasbora parva* (Chlegel, 1842)	PSR	L-P
	Barbeau fluviatile	*Barbus barbus* (L., 1758)	BAF	
	Carpe commune	*Cyprinus carpio* (L., 1758)	CCO	P
	Carassin argenté	*Carassius gibelio* (Bloch, 1782)	CGO	L-P
	Ide mélanote	*Leuciscus idus* (L., 1766)	IDE	
Balitoridés				
	Loche franche	*Barbatula barbatula* (L., 1758)	LOF	
Siluridés				
	Silure glane	*Silurus glanis* (Linné, 1758)	SIL	
Ictaluridés				
	Poisson-chat	*Ameiurus melas* (Rafinesque, 1820)	PCH	
Anguillidés				
	Anguille	*Anguilla anguilla* (L., 1758)	ANG	
Gastérostéidés				
	Epinoche	*Gasterosteus aculeatus* (L., 1766)	EPI	
Centrachidés				
	Perche-soleil	*Lepomis gibbosus* (L., 1758)	PES	
	Achigan à grande bouche	*Micropterus salmoïdes* (Lacépède, 1802)	BBG	
Percidés				
	Perche fluviatile	*Perca fluviatilis* (L., 1758)	PER	P
	Grémille	*Gymnocephalus cernua* (L., 1758)	GRE	L-P
	Sandre	*Stizostedion lucioperca* (L., 1758)	SAN	P
Cottidés				
	Chabot	*Cottus gobio* (Linné, 1758)	CHA	

Tableau 2.2.2 : liste des espèces échantillonnées en 2012 sur les 8 secteurs étudiés. La liste renferme les espèces pêchées dans les vieux-Rhône et dans les lônes. L'appartenance à la guilde de reproduction des phytophiles (P) et des litho-phytophiles (L-P) a été indiquée pour les espèces concernées.

Les effectifs sont très variables d'un site à l'autre, compris entre 216 (Pierre-Bénite) à 4601 (Brégnier-Cordon) (Tableau 2.2.3).

Les effectifs et les abondances relatives des différentes espèces pêchées dans les vieux-Rhône sont consignés dans le Tableau 2.2.4. Dans les sites restaurés, les proportions moyennes des espèces (moyennes des proportions de chaque campagne) ont été comparées entre la période pré-

augmentation (état initial) et post-augmentation du débit minimum (Tableau 2.2.5). Les effectifs et les proportions des juvéniles de l'année pour chaque espèce Figurent dans le Tableau 2.2.6.

Code espèce	Chautagne	Belley	Brégnier-Cordon	Canal de Miribel	Pierre-Bénite	Péage	Montélimar	Donzère	Total
ABL	49	5	421	43	45	408	512	89	1572
ANG	1	1	4	1	1	4	6	5	23
BAF	354	296	476	221	11	59	87	8	1512
BBG								9	9
BLE	2	9	38	4		1			54
BLN	6		25	1					32
BOU		60	427	1		248	13	265	1014
BRB	1	8	315	3	12	5	13	10	367
BRE	3	10	99					7	119
BRO	1	3	16		1	1		14	36
CAG			1			18	2	21	42
CCO					1	3		6	10
CHA		14	38	7		3	3		65
CHE	219	249	900	174	73	260	184	63	2122
EPI	64	217	64					3	348
GAR	201	70	520	4	35	270	64	247	2045
GOU	140	405	328	4	5	272	94	61	1309
GRE	2	6		1		5			14
HOT	1	14	74	79	3	227	43	53	494
IDE				1		1			2
LOF	52	85	95	2		89	11	12	346
LOT		8							8
OBR		22	2						24
PCH	1		91			3		15	110
PER	25	17	102	8	10	33	4	21	220
PES	40	3	115	12	5	81	1	72	329
PSR			24	3	2	35	4	134	202
ROT		10	30			2	1	257	300
SAN			2						2
SIL			3	14		8			25
SPI	21	50	121	253	8		4	34	491
TAN	12	34	65			4		12	127
TRF	6	18	7						31
VAI	566	220	65	170	4			22	1047
VAN	4	50	133	3					190
Total	**1771**	**2518**	**4601**	**1009**	**216**	**2040**	**1046**	**1440**	**14641**
Nb esp.	**24**	**27**	**31**	**23**	**16**	**25**	**18**	**25**	**35**

Tableau 2.2.3 : Abondance des espèces échantillonnées en 2012 sur les 8 secteurs étudiés (vieux-Rhône et lônes).

Effectifs péchés 2012

Espèce nb points	CE	BY	BC	MI	PB	PR	LN	MO	Total
BAF	353	250	416	221	11	34	23	87	1395
CHE	175	121	377	174	73	112	56	184	1272
ABL	48	4	168	43	45	393	36	512	1249
GAR	167	323	193	4	35	168	23	64	977
GOU	89	304	174	4	5	140	12	94	822
VAI	367	36	21	170	4		211		809
SPI	21	46	89	253	8		3	4	424
HOT	1	12	58	79	3	123	22	43	341
BOU		11	5	1		172	39	13	241
PES	16	2	49	12	5	63		1	148
VAN	1	38	93	3					135
PER	17	13	62	8	10	19		4	133
LOF	39	11	14	2		28	15	11	120
CHA		14	28	7		2		3	54
BLE	2	9	34	4					49
BRB		4	10	3	12	3		13	45
PSR			4	3	2	10	17	4	40
BLN	6		25	1					32
TAN	4	8	14						26
TRF	6	16	4						26
OBR		22	1						23
SIL			2	14		5	2		23
ANG	1	1	3	1	1	2	5	6	20
EPI	11	3	2						16
GRE	2	5		1		4			12
PCH			11			1			12
LOT		8							8
BRO		2	4		1				7
CAG			1			3		2	6
ROT		3				2		1	6
BRE		1	1				3		5
CCO					1	2			3
IDE				1		1			2
Total	**1326**	**1267**	**1863**	**1009**	**216**	**1287**	**467**	**1046**	**8481**

Proportions des espèces (%)

Espèce nb points	CE	BY	BC	MI	PB	PR	LN	MO
BAF	26.6	19.7	22.3	21.9	5.1	2.6	4.9	8.3
CHE	13.2	9.6	20.2	17.2	33.8	8.7	12.0	17.6
ABL	3.6	0.3	9.0	4.3	20.8	30.5	7.7	48.9
GAR	12.6	25.5	10.4	0.4	16.2	13.1	4.9	6.1
GOU	6.7	24.0	9.3	0.4	2.3	10.9	2.6	9.0
VAI	27.7	2.8	1.1	16.8	1.9	0.0	45.2	0.0
SPI	1.6	3.6	4.8	25.1	3.7	0.0	0.6	0.4
HOT	0.1	0.9	3.1	7.8	1.4	9.6	4.7	4.1
BOU	0.0	0.9	0.3	0.1	0.0	13.4	8.4	1.2
PES	1.2	0.2	2.6	1.2	2.3	4.9	0.0	0.1
VAN	0.1	3.0	5.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
PER	1.3	1.0	3.3	0.8	4.6	1.5	0.0	0.4
LOF	2.9	0.9	0.8	0.2	0.0	2.2	3.2	1.1
CHA	0.0	1.1	1.5	0.7	0.0	0.2	0.0	0.3
BLE	0.2	0.7	1.8	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
BRB	0.0	0.3	0.5	0.3	5.6	0.2	0.0	1.2
PSR	0.0	0.0	0.2	0.3	0.9	0.8	3.6	0.4
BLN	0.5	0.0	1.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
TAN	0.3	0.6	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TRF	0.5	1.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
OBR	0.0	1.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SIL	0.0	0.0	0.1	1.4	0.0	0.4	0.4	0.0
ANG	0.1	0.1	0.2	0.1	0.5	0.2	1.1	0.6
EPI	0.8	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GRE	0.2	0.4	0.0	0.1	0.0	0.3	0.0	0.0
PCH	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
LOT	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BRO	0.0	0.2	0.2	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
CAG	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2
ROT	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.1
BRE	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0
CCO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.2	0.0	0.0
IDE	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0

Tableau 2.2.4 : Effectifs pêchés en 2012 et proportions des espèces

Espèce	CE_b	CE_c	delta
BAF	**4.5**	**14.0**	**9.5**
CHE	17.4	25.7	8.3
ABL	**1.2**	**6.2**	**5.0**
GOU	3.4	7.4	4.0
PES	0.1	1.0	0.9
SPI	**2.2**	**2.7**	**0.5**
TAN	0	0.2	0.2
PSR	0	0.2	0.2
ANG	0	0.1	0.1
BLN	**0**	**0.1**	**0.1**
BLE	0	0.04	0.0
SIL	0	0.01	0.0
PCH	0	0.005	0.0
BRB	0.1	0.1	0.0
TRF	0.3	0.2	-0.1
BOU	0.1	0.01	-0.1
BRO	0.4	0.2	-0.2
PER	1	0.8	-0.2
OBR	**0.8**	**0.6**	**-0.2**
GRE	1.1	0.9	-0.2
BRE	0.4	0.1	-0.3
VAN	**1.4**	**0.9**	**-0.5**
EPI	1.7	0.8	-0.9
HOT	**3.2**	**1.6**	**-1.6**
VAI	28.6	23.2	-5.4
LOF	**17.7**	**8.7**	**-9.0**
GAR	14.3	4.5	-9.8
EV	24.4	25.5	1.1
EC	11.1	23.2	12.1

Espèce	BY_b	BY_c	delta
CHE	15.1	25.2	10.1
BAF	**7.3**	**16.2**	**8.9**
GAR	2.4	8.4	6.0
SPI	**1.8**	**6.9**	**5.1**
VAI	3.4	5.0	1.6
LOF	**2.6**	**4.0**	**1.4**
BOU	0.6	1.6	1.0
EPI	0.5	1.3	0.8
CHA	**0.1**	**0.5**	**0.4**
OBR	**0.6**	**1.0**	**0.4**
TRF	0.9	1.1	0.2
LOT	0.1	0.3	0.2
BLE	0	0.2	0.2
ANG	0	0.1	0.1
BRO	0.3	0.4	0.1
SAN	0	0.1	0.1
PES	0.2	0.3	0.1
BLN	**0.1**	**0.2**	**0.1**
ROT	0	0.0	0.0
PSR	0	0.0	0.0
CAG	0	0.0	0.0
LPP	0	0.0	0.0
TAN	0.6	0.3	-0.3
PER	1.2	0.9	-0.3
BRE	0.6	0.1	-0.5
BRB	0.6	0.1	-0.5
GRE	2.2	0.8	-1.4
GOU	18.3	12.5	-5.8
VAN	**11.9**	**6.1**	**-5.8**
HOT	**10.3**	**2.1**	**-8.2**
ABL	**18.4**	**4.4**	**-14.0**
EV	11.9	27.7	15.8
EC	48.5	29.7	-18.8

Espèce	BC_b	BC_c	delta
VAI	2.1	7.6	5.5
ABL	**2.7**	**7.0**	4.3
BAF	**9.5**	**13.6**	4.1
GAR	3.5	5.8	2.3
LOF	**1**	**3.2**	2.2
PER	3.3	4.9	1.6
PES	1.2	2.1	0.9
CHA	**0.3**	**0.7**	0.4
BRO	0.2	0.6	0.4
BLE	0	0.3	0.3
TAN	0.5	0.7	0.2
BLN	**0.3**	**0.5**	0.2
PSR	0	0.1	0.1
PCH	0.1	0.2	0.1
LPP	0	0.04	0.0
SIL	0	0.03	0.0
SAN	0	0.02	0.0
ROT	0	0.02	0.0
CCO	0	0.01	0.0
CAG	0	0.01	0.0
OBR	**0**	**0.01**	0.0
BRE	0.3	0.2	-0.1
GRE	0.7	0.5	-0.2
EPI	0.8	0.6	-0.2
ANG	0.4	0.2	-0.2
TRF	1	0.3	-0.7
BOU	1.6	0.6	-1.0
VAN	**3.8**	**2.4**	-1.4
BRB	2.3	0.8	-1.5
SPI	**9.2**	**7.5**	-1.7
HOT	**5.9**	**1.9**	-4.0
GOU	13.7	8.4	-5.3
CHE	35.3	29.4	-5.9
EV	20.3	25.5	5.2
EC	21.9	25.0	3.1

Espèce	PB_b	PB_c	delta
ABL	**9.1**	**30.2**	**21.1**
SPI	**1.1**	**6.0**	**4.9**
HOT	**0.8**	**3.9**	**3.1**
BRB	1.9	4.7	2.8
PER	0.5	1.9	1.4
VAI	0	0.6	0.6
BAF	**5.3**	**5.7**	**0.4**
VAN	**0.2**	**0.5**	**0.3**
SIL	0.4	0.5	0.1
BRO	0	0.1	0.1
CAG	0	0.1	0.1
PCH	0.1	0.1	0.0
ANG	0.3	0.3	0.0
GRE	0.5	0.5	0.0
SAN	0.1	0.1	0.0
CCO	0.1	0.05	-0.1
BLE	0.1	0.03	-0.1
EPI	0.3	0.2	-0.1
ROT	0.4	0.2	-0.2
BOU	0.4	0.2	-0.2
TAN	0.5	0.2	-0.3
PSR	0.5	0.1	-0.4
CHA	**1.4**	**0.5**	**-0.9**
GOU	8.6	5.8	-2.8
CHE	23.6	17.3	-6.3
PES	8.2	1.8	-6.4
GAR	22.4	15.9	-6.5
LOF	**13.1**	**2.4**	**-10.7**
EV	20.9	14.6	-6.3
EC	15.4	40.3	24.9

Tableau 2.2.5 : Proportions (%) des différentes espèces échantillonnées sur les Vieux-Rhône restaurés. Les proportions sont des moyennes entre campagnes d'automne. Les opérations avant (station _b) et après (station_c) modification du débit minimum sont indiquées ainsi que la différence après - avant (delta). L'annexe A.1 indique les codes des Vieux-Rhône et les notations. Les espèces sont classées pour chaque site par "delta" décroissant, on trouve donc les espèces dont la proportion a augmenté en tête de liste. Les espèces d'eaux courantes sont en bleu et les espèces d'eaux vives en vert (le BAF appartenant aux deux catégories est en gras). Les proportions d'espèces d'eaux « vives » et « courantes » sont indiquées en bas de Tableau (EV, EC).

	Vieux Rhône de Chautagne		Vieux Rhône de Belley		Vieux Rhône de Brégnier-Cordon		Canal de Miribel	
Espèces	Effectif	%age 0+	Effectif	%age 0+	Effectif	%age 0+	Effectif	%age 0+
ABL	48	97.92%	4	75.00%	168	53.57%	43	90.70%
ANG	1		1		3		1	
BAF	353	96.88%	250	76.80%	416	80.77%	221	82.81%
BLE	2		9		34	23.53%	4	
BLN	6				25	40.00%	1	
BOU			11	18.18%	5	40.00%	1	
BRB			4	100.00%	10	10.00%	3	66.67%
BRE			1		1	100.00%		
BRO			2	50.00%	4	100.00%		
CAG					1	100.00%		
CCO								
CHA			14	7.14%	28	17.86%	7	28.57%
CHE	175	65.71%	121	29.75%	377	72.94%	174	59.77%
EPI	11	27.27%	3		2	50.00%		
GAR	167	97.01%	323	99.00%	193	77.20%	4	25.00%
GOU	89	16.85%	304	42.76%	174	53.45%	4	50.00%
GRE	2		5	60.00%			1	
HOT	1	100.00%	12	8.33%	58	53.45%	79	51.90%
IDE							1	100.00%
LOF	39	38.46%	11		14		2	
LOT			8					
OBR			22	50.00%	1	100.00%		
PCH					11			
PER	17	76.47%	13	84.62%	62	79.03%	8	50.00%
PES	16	6.25%	2		48	8.33%	12	8.33%
PSR					4		3	
ROT			3	33.33%				
SIL					2	50.00%	14	14.29%
SPI	21	52.38%	46	52.17%	90	38.89%	253	67.98%
TAN	4		8	12.50%	14	21.43%		
TRF	6	83.33%	16	12.50%	4	50.00%		
VAI	367	67.03%	36	8.33%	21	61.90%	170	70.59%
VAN	1		38	28.95%	93	93.55%	3	100.00%
Nb esp.	19		26		28		22	

Tableau 2.2.6 : effectifs et Proportions (%) de juvéniles de l'année dans les 8 secteurs suivis. Les valeurs (pourcentages) supérieures à 50% sont surlignées.

	Vieux Rhône de Pierre-Bénite		Vieux Rhône de péage de Roussillon		Vieux Rhône de Montélimar	
Espèces	Effectif	%age 0+	Effectif	%age 0+	Effectif	%age 0+
ABL	45	100.00%	393	96.95%	512	56.64%
ANG	1		2			
BAF	11	72.73%	34	85.29%	87	65.52%
BLE						
BLN						
BOU			172	62.21%	13	30.77%
BRB	12	66.67%	3	100.00%	13	7.69%
BRE						
BRO	1					
CAG			3	33.33%	2	
CCO	1		2	100.00%		
CHA			2		3	
CHE	73	76.71%	112	66.07%	184	46.20%
EPI						
GAR	35	5.71%	168	77.98%	64	4.69%
GOU	5	60.00%	140	38.57%	94	41.49%
GRE			4	25.00%		
HOT	3	100.00%	123	94.31%	43	37.21%
IDE			1			
LOF			28	71.43%	11	9.09%
LOT						
OBR						
PCH			1			
PER	10	80.00%	19	15.79%	4	100.00%
PES	5	40.00%	63	46.03%	1	
PSR	2	50.00%	10	50.00%	4	50.00%
ROT			2		1	
SIL			5	20.00%		
SPI	8	87.50%			4	100.00%
TAN						
TRF						
VAI	4	100.00%				
VAN						
Nb esp.	15		21		16	

Tableau 2.2.6 (suite) : effectifs et Proportions (%) de juvéniles de l'année dans les 8 secteurs suivis. Les valeurs (pourcentages) supérieures à 50% sont surlignées.

Les principaux résultats par secteurs sont les suivants.

Chautagne

Dix neuf espèces ont été capturées dans le vieux-Rhône avec des effectifs relativement forts (1326 ind., Tableau 2.2.4) en regard des années précédentes. Le vairon, le barbeau et le chevaine sont largement dominants dans les échantillons (respectivement 27.7%, 26,6% et 13.2), suivis par le gardon (12,6%) (Tableau 2.2.4). Les barbeaux échantillonnés sont composés majoritairement de juvéniles de l'année (97%, Tableau 2.2.6). L'ombre commun, espèce emblématique du Haut-Rhône, n'a pas été capturé en 2012. Les autres espèces sont numériquement très faibles (sauf les goujons et le ablettes, respectivement 89 et 48 ind.) et l'on notera la présence d'un hotu juvénile et de plusieurs truites. La proportion de juvéniles de l'année dans les échantillons toutes espèces confondues est de 73.6%.

Belley

Il arrive que lors des impératifs d'entretien de l'usine hydroélectrique de Belley et des arrêts temporaires de groupes de production, le débit réservé varie fortement. Ces variations quotidiennes de débit engendrent une instabilité des conditions hydrauliques dont l'influence n'est pas sans conséquences sur l'occupation du milieu par les poissons.

1267 poissons appartenant à 26 espèces ont été échantillonnés en 2012. Le Gardon (25.5%), le Goujon (24%) et le barbeau (19.7%) sont dominants et 60% des poissons capturés étaient des juvéniles de l'année. Parmi les espèces indicatrices de la qualité des habitats hydrauliques dans le vieux Rhône, l'ablette présente des effectifs relativement faibles cette année (0.9%), le hotu, l'ombre et la vandoise gardent de faibles proportions même si depuis 2 ans un nombre plus important d'ombres communs a été échantillonné (9 en 2010 et 35 en 2011 et 22 en 2012). On note également que pour cette espèce, 50% étaient des juvéniles de l'année et que comme cela avait été noté en 2011, les poissons issus de la reproduction de 2011 semblent intégrer les classes d'âges supérieures en 2012 (Figure 2.2.2 représentant l'année 2011). La proportion de juvéniles de l'année dans les échantillons toutes espèces confondues est de 60%.

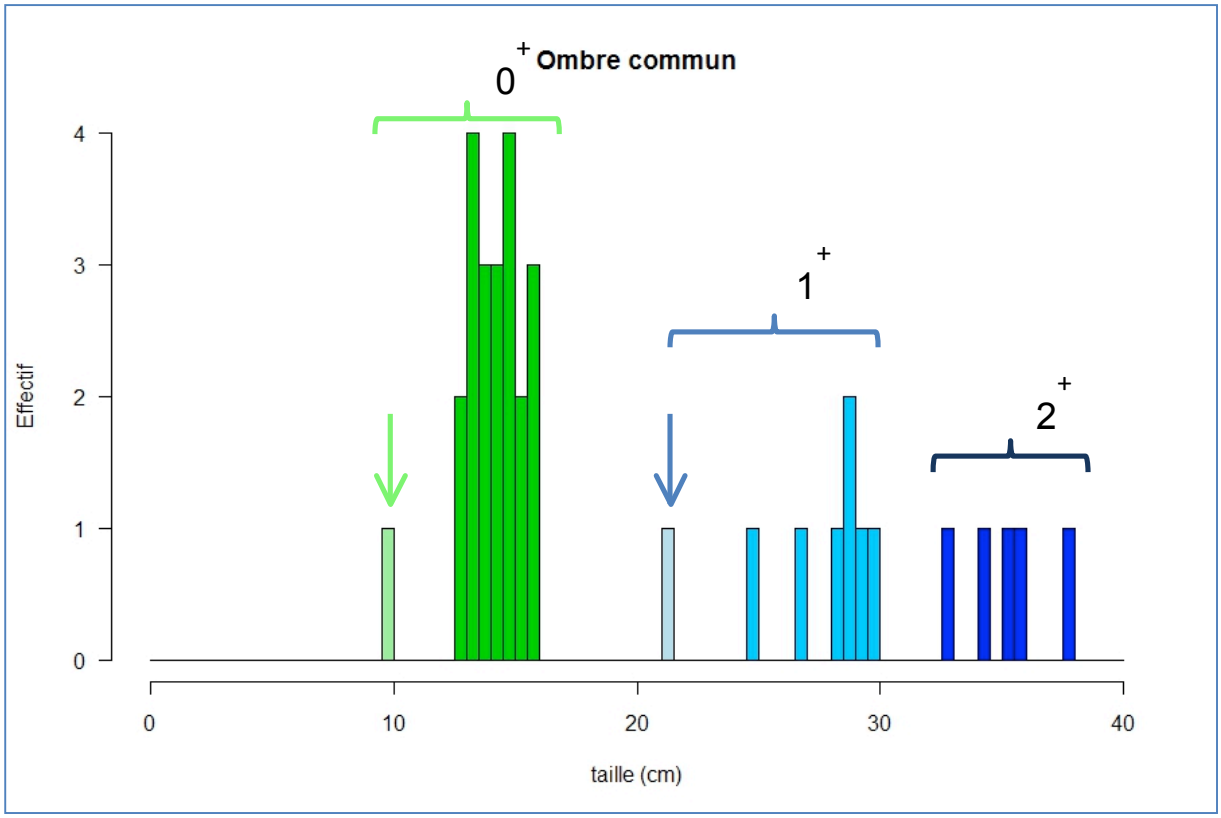


Figure 2.2.2 : Histogrammes représentant la structure en classes de tailles des ombres dans le secteur de Belley en 2011 ; la couleur verte illustre la cohorte des juvéniles de l'année (0+), le bleu clair celle des sub-adultes de 1an, et le bleu foncé celle des adultes de 2 ans et plus. Les flèches indiquent pour l'histogramme vert clair les juvéniles de l'année provenant de l'alvinage (plus petits en taille que les juvéniles sauvages représentés par les histogrammes verts foncés), et pour le bleu clair les 1+ provenant de l'alvinage de l'année précédente.

Brégnier-Cordon

Les effectifs capturés en 2012 (1863 ind.) sont nettement supérieurs à ceux de 2010 et de 2011 (respectivement 747 ind. et 1367 ind.). C'est également le secteur du Rhône qui présente la richesse spécifique la plus élevée avec 31 espèces de poissons (Tableau 2.2.3). Le barbeau et le chevaine dominent dans les échantillons (repectivement 22,3% et 20,2%), suivis du gardon (10,4%), du goujon (9,3%), de l'ablette (9%), et dans une moindre mesure la vandoise (5%). Cette dernière est plus abondante (93 ind.) qu'en 2011. Les autres espèces possèdent des abondances relatives inférieures à 5% dont le Spirlin (4,8%). Le hotu est un peu plus abondant dans les échantillons en 2012 (58 individus capturés) et représente 3,1% des poissons échantillonnés. La proportion de juvéniles de l'année dans les échantillons 2012, toutes espèces confondues est de 65%.

Canal de Miribel

1009 poissons appartenant à 23 espèces ont été échantillonnés en 2012 ce qui est nettement inférieur aux effectifs capturés en 2011 (3126 ind.), la richesse spécifique mais supérieur en termes de richesse spécifique (23 espèces en 2012 contre 18 en 2011). Le spirlin (25,1%), le barbeau (21,9%), le chevaine (17,2%) et le vairon (16,8%) dominent dans les échantillons. Une des espèces d'eaux courantes, le hotu, conserve une bonne proportion dans le peuplement global (7,8%) (Tableau 2.2.4) avec toutefois des effectifs moins importants qu'en 2010 et 2011. Avec 52% de juvéniles de l'année, le succès de reproduction est moins important qu'en 2011. La taille de la population de hotus du canal de Miribel est sans doute très importante (observations

complémentaires durant le frai). On notera la présence du chabot (7 ind.), de la Vandoise (3 ind.) ainsi que de la blénnie fluviatile cette année (4 ind.). L'ombre commun et la truite sont toujours absents dans les échantillons. La proportion de juvéniles de l'année dans les échantillons toutes espèces confondues est de 67,1%.

Pierre-Bénite

En 2012, le nombre de poissons capturés (216 ind.) est très inférieur aux années précédentes (832 en 2011, 473 en 2010, 322 en 2009), les fortes variations de débit et la forte pluviométrie peuvent expliquer ce résultat, l'échantillonnage ayant été réalisé tardivement en raison des crues d'automne. Parmi les 15 espèces rencontrées, le chevaine et l'ablette sont les espèces les plus capturées numériquement (respectivement 33.8% et 20.8%), suivie du gardon (16,2%) et dans une moindre mesure la brème bordelière (5,6%) et le barbeau (5,1%). L'abondance des autres espèces est inférieure à 5%. Concernant les espèces « d'eaux courantes », il faut souligner que les proportions de juvéniles de l'année dans les échantillons sont importantes pour l'ablette (100%) et le barbeau (73%). De plus, l'analyse dela structure en tailles (ou donc en âges) de la population d'ablettes, révèle une bonne intégration des différentes cohortes annuelles de juvéniles dans les classes d'âges supérieures (Figure 2.2.3), ce qui met en évidence de le carcatère durable de la réponse de cette espèce appartenant à la guilde « espèces d'eaux courantes » à l'augmentation du débit réservé, en accord avec les prédictions sur ce secteur. La proportion globale des juvéniles de l'année dans les échantillons est de 68%.

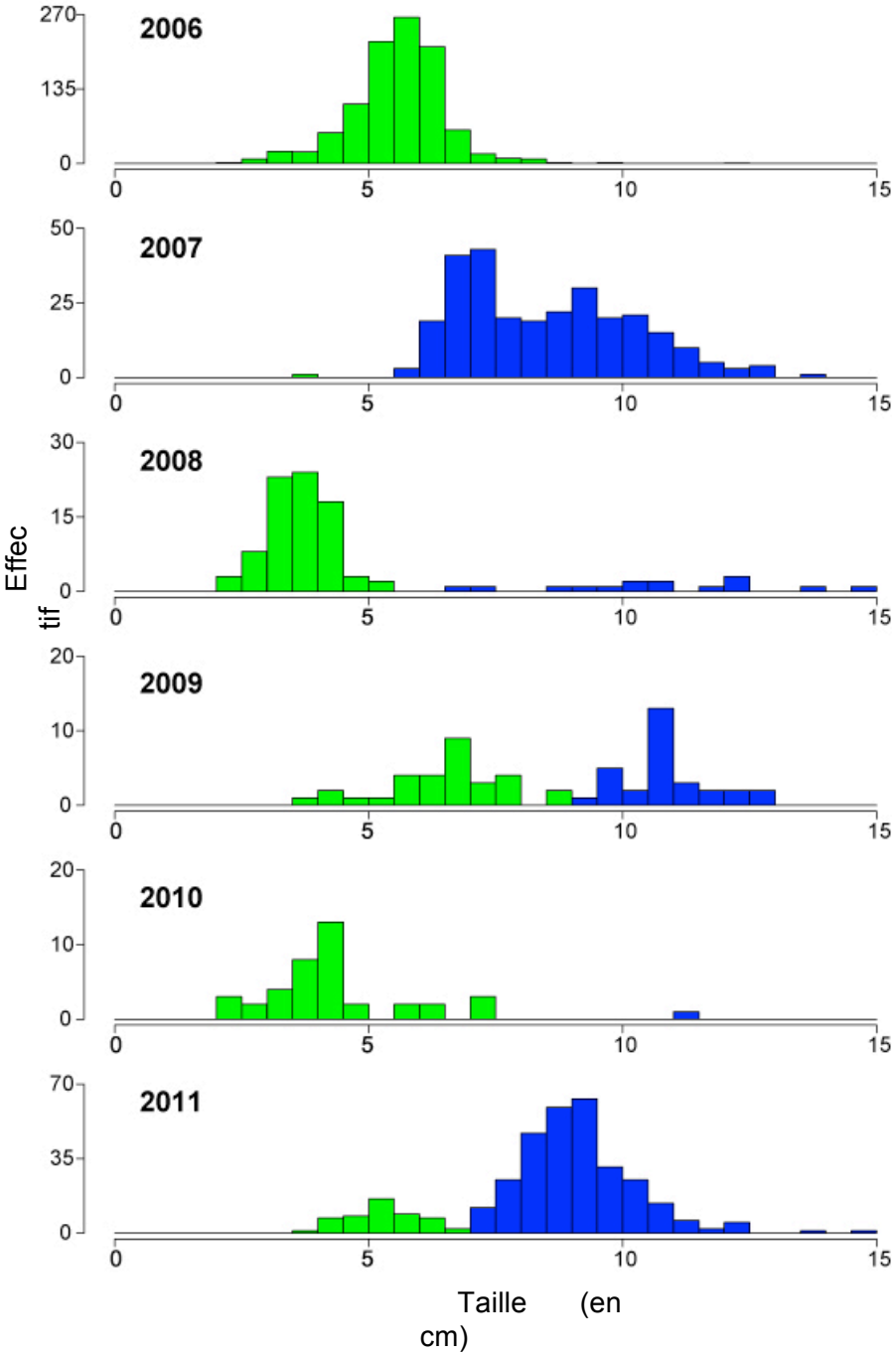


Figure 2.2.3 : Histogrammes représentant l'évolution des classes de taille des ablettes de 2006 à 2011 dans le secteur de Pierre-Bénite ; la couleur verte illustre la cohorte des juvéniles de l'année (0+) et le bleu celle des adultes ou sub-adultes (plus de 1 an).

Péage-de-Roussillon

Les effectifs échantillonnés en 2012 (1287 ind.) sont proches de ceux de l'année 2010 (1397 ind.) mais inférieurs à ceux de l'année 2009 (3025 ind), phénomène probablement lié à la variabilité inter-annuelle du succès de reproduction. Parmi les 21 espèces capturées, on note la nette dominance des ablettes (30,5%), suivies de la bouvière (13,4%), du gardon (13,1%), du goujon (10,9%) et du hotu (9,6%) dont les juvéniles représentent 94% des effectifs. Les effectifs de chevaine sont moin simportnats que les années précédentes (seulement 8,7% des effectifs totaux). Les espèces « d'eau courante » présentes dans ce secteur (ablettes, barbeaux, hotus) sont plus abondantes cette année, notamment l'ablette et le hotu, avec une population de barbeaux qui se maintient dans la partie amont de ce vieux-Rhône.

La proportion de juvéniles de l'année dans les échantillons toutes espèces confondues est de 74%.

Montélimar

Parmi les 16 espèces (1040 ind.), 1 représente une proportion non négligeable du peuplement échantillonné : l'ablette (48,9%), suivi du chevaine (17,6%), du goujon (9%), du barbeau (8,3%) et, dans une moindre mesure du gardon (6,1%) et du hotu (4,1%). La proportion de juvéniles de l'année dans les échantillons toutes espèces confondues est de 48,6%.

Donzère

Suite à des débits trop élevés et des intempéries qui se sont prolongées en automne 2012, le secteur de Donzère-Mondragon n'a pu être échantillonné.

Le vieux Rhône de **Baix-le-Logis-Neuf** a été échantillonné pour la troisième fois en 2012. Le vairon apparaît toujours comme une espèce très abondante dans ce vieux-Rhône (45,2%), suivi par le chevaine (12%), la bouvière (8,4%) et de l'ablette (7,7%). La partie amont du Vieux-Rhône est la seule section courante, elle est marquée par l'arrivée en rive droite de et par l'arrivée d'un contre-canal plus frais en rive gauche.

En conclusion

Sur le Haut-Rhône les peuplements sont toujours dominés par le chevaine, le vairon le spirlin et le barbeau. Plusieurs éléments sont à noter cette année dans ce secteur, notamment la quasi-absence du hotu en chautagne (1 ind. juvénile) qui contraste avec sa forte présence à Miribel, et l'absence de l'ombre commun dans les captures en Chautagne cette année. La truite et le chabot ont été échantillonnés en nombres très réduits. Dans le Vieux-Rhône de Brégnier-cordon, le hotu est faiblement présent dans nos captures, mais plusieurs groupes évoluant dans des zones profondes ont été observés. Enfin, les effcetifs échantillonnés de blénnie fluviatile deviennent de plus en plus importants sur une grande partie des secteurs du Haut-Rhône (principalement à Brégnier-cordon et Miribel).

Sur le Bas-Rhône, l'ablette et le chevaine dominent, accompagnés par le gardon. Les populations de hotus les plus importantes, appartenant à la guilde « eaux courantes », ont été échantillonnées à Péage-de-Rousillon cette année.

Au vu de la proportion globale de juvéniles de l'année dans la plupart des secteurs, on notera que l'année 2012 semble être caractérisée par un succès de reproduction relativement important pour la plupart des espèces.

Les résultats de 2011 et 2012 confirment les tendances. La proportion des espèces « d'eaux courantes » augmente après relèvement du débit minimum à Pierre-Bénite (de 15 à 41%), en Chautagne (de 11 à 22%) et dans une moindre mesure à Brégnier-Cordon (Tableau 2.2.5). Même si l'ablette tire la tendance, les espèces d'eaux courantes participent bien aux changements observés sur Pierre-Bénite (*cf.* analyses détaillées et tests des modèles prédictifs de Lamouroux *et al.,* 2006). La tendance se confirme en Chautagne, essentiellement en lien avec les proportions d'ablettes et de barbeaux et semble inverser une tendance de diminution héritée de la construction du barrage. Ces effets restent néanmoins variables dans le temps (Figure 2.2.4) et liés à différentes espèces suivant les sites. La proportion d'ablettes, par exemple, est variable sur certains sites et influe fortement sur la proportion des espèces d'eaux courantes, notamment sur Belley. L'analyse détaillée du cas de Pierre-Bénite montre également que les changements observés sont dynamiques et différenciés suivant les classes de tailles des espèces (Figure 2.2.3).

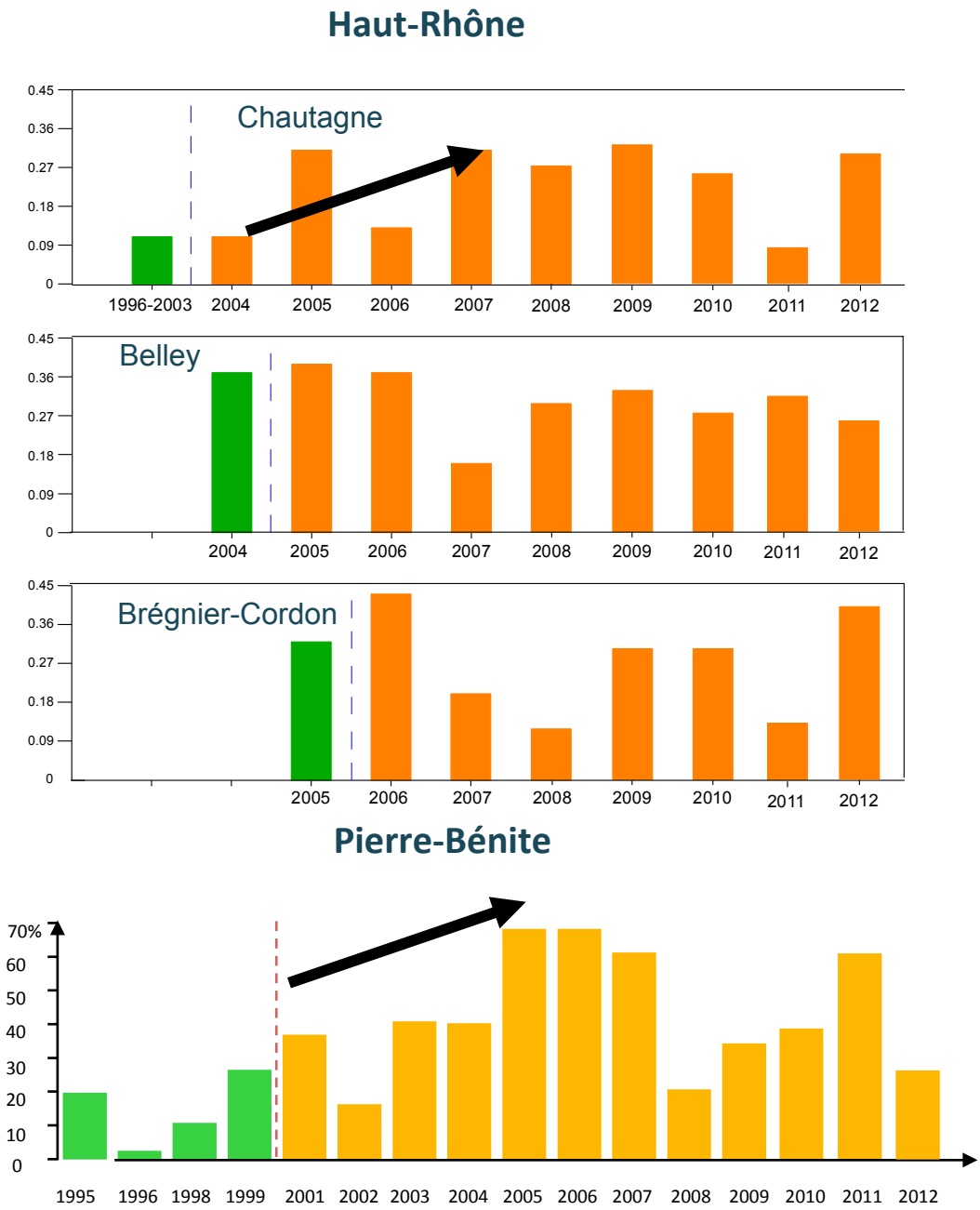


Figure 2.2.4 : Proportions d'individus d'espèces d'eaux courantes en fonction du temps dans les 4 secteurs du Haut-Rhône. La barre verticale correspond à la restauration et les flèches indiquent le sens de l'évolution de ces proportions d'espèces.

En Chautagne, l'ablette et le barbeau progressent aux détriments d'espèces d'eaux plus calmes (gardon) ou d'espèces rhéophiles pénalisées par l'augmentation de hauteur d'eau (loche franche, vairon). L'évolution du peuplement de Chautagne présente en ce sens des similitudes avec celle de Pierre-Bénite. Les tendances observées à Brégnier-Cordon (augmentation des proportions de barbeaux et d'ablettes) sont moins évidentes et ne devraient pas apparaître comme une conséquence de la modification du débit réservé, extrêmement limitée dans ce secteur.

Les différences pré- post-augmentation de débit observées à Belley sont, elles, inattendues et contraires aux prédictions (diminution de 48,5% à 30,2% de la proportion des espèces « d'eaux courantes »), avec une baisse importante des proportions de vandoises, hotus et ablettes. Ce résultat n'est pas lié au choix des stations de référence pour décrire l'état initial, car l'utilisation de pêches réalisées sur la période avant l'état initial (période –a- dans l'annexe A.1) donne le même résultat. Il

est possible que cette observation soit liée à d'autres tendances de moyen et long terme comme 1) la diminution de la vandoise en lien avec l'augmentation de la température (hypothèse peu probable) (*cf.* analyse long-terme du peuplement de Bugey, Daufresne *et al.* 2003), 2) la forte variabilité des effectifs d'ablettes (Tableau 2.2.4), ou 3) la difficulté de capture accrue (après augmentation du débit) des espèces comme l'ablette évoluant préférentiellement en surface de zones profondes, en évitant les zones végétalisées. Il est également possible que la forte diversité du site (restauration de lônes, mise en eau de bras secondaires) complexifie la réponse biologique. **Une étude conjointe du chenal et des lônes d'un même secteur sera prochainement réalisée afin de mettre en évidence le rôle complémentaire de ces deux types de milieux.**

2.2.4 Bilan multi-sites

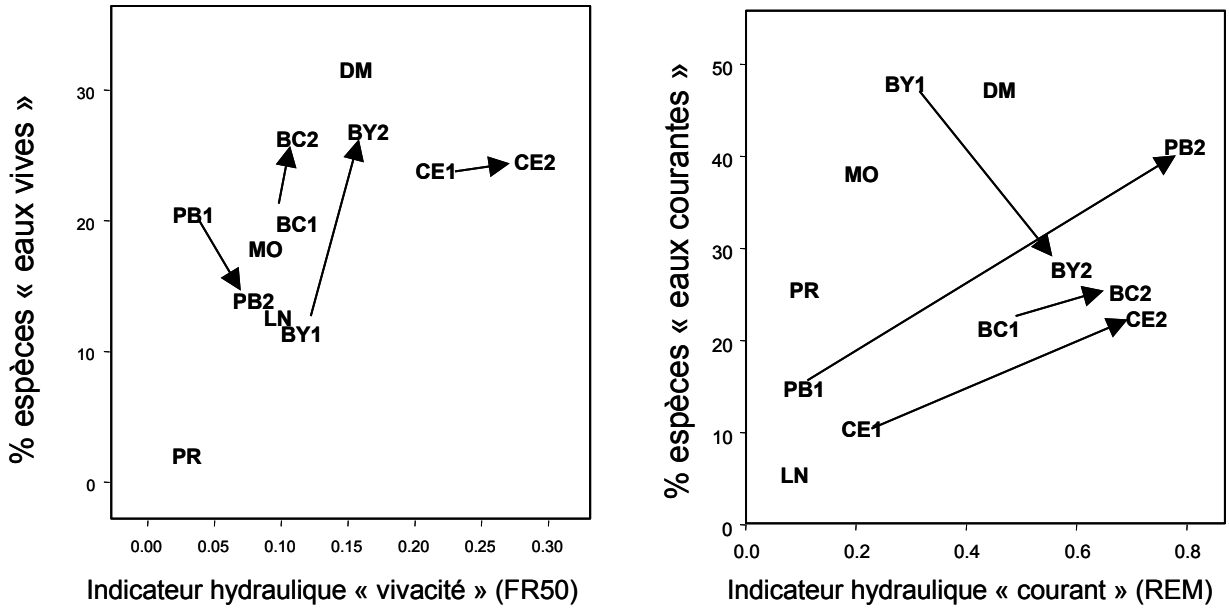


Figure 2.2.5 : Evolution des indicateurs hydrauliques et indicateurs 'poissons' associés reflétant la proportion des espèces d'eau courante (à droite) et d'eau vive (à gauche).
Codes des stations en annexe A.1

La mise en parallèle des indicateurs hydrauliques et biologiques (poissons) définis pour refléter de façon synthétique l'évolution des peuplements résume les observations (Figure 2.2.5). Les indicateurs « eaux courantes » co-évoluent dans la direction prévue à Pierre-Bénite, Chautagne et dans une bien moindre mesure à Brégnier-Cordon, tandis que les observations sur Belley diffèrent pour l'instant de celles attendues. Les indicateurs « eaux vives » évoluent peu, comme prévu (Chautagne, Brégnier-Cordon), ou évoluent dans des sens opposés (Pierre-Bénite, Belley). Ces indicateurs sont liés à la morphologie et reflètent en particulier l'originalité de Chautagne sur le Haut-Rhône et de Donzère-Mondragon sur le Bas-Rhône où de nombreux radiers sont présents. Les proportions d'espèces d'eaux vives sont élevées sur ces sites, particulièrement à Donzère.

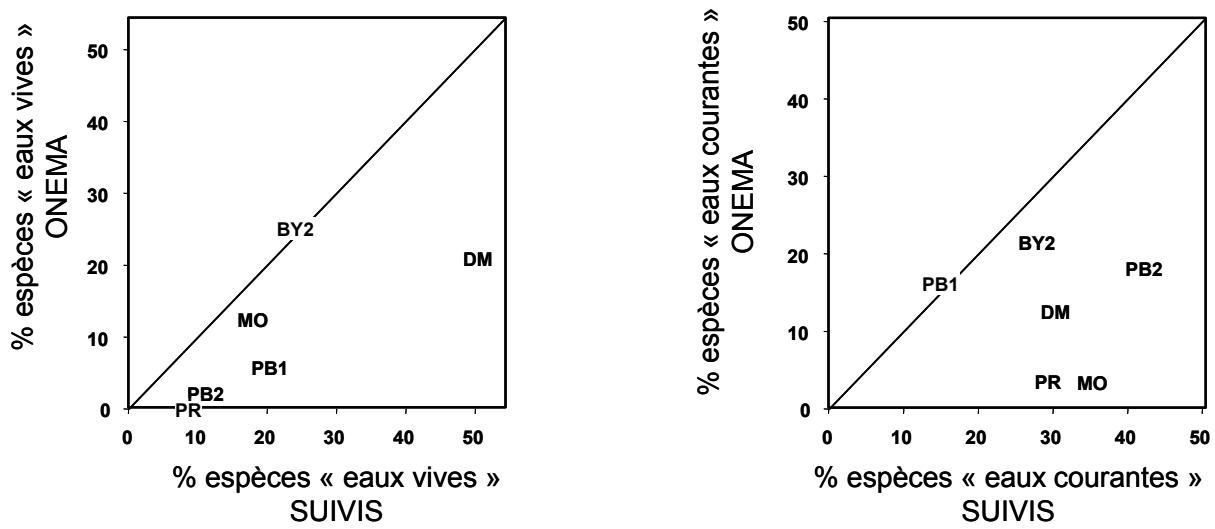
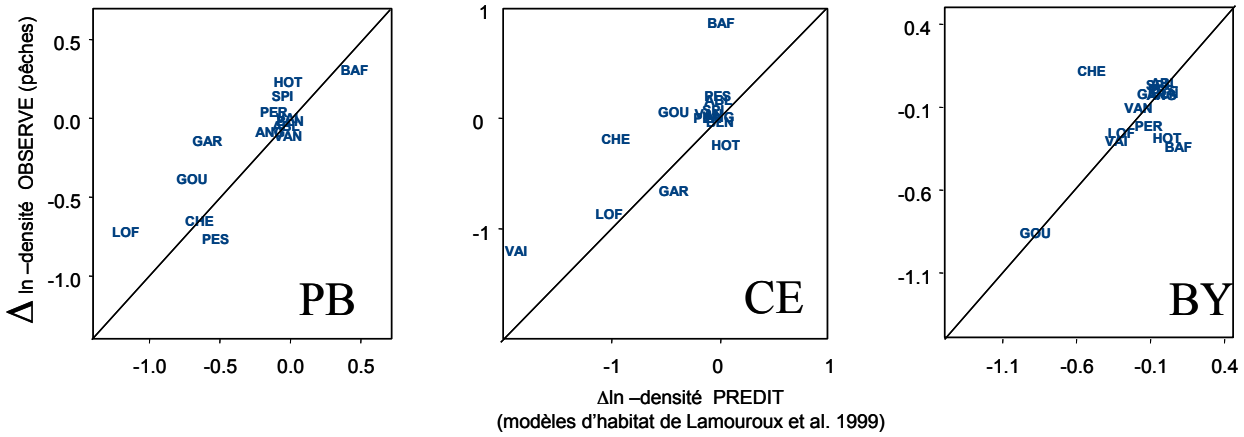


Figure 2.2.6 : Indicateurs 'poissons' comparés à ceux issus des pêches "Onema"
Codes des stations en annexe A.1

Des pêches Onema disponibles sur certains sites donnent des images différentes des peuplements et estiment des proportions d'espèces d'eaux vives et d'eaux courantes inférieures à nos suivis (Figure 2.2.6, réalisée en 2008). Sur certains sites, ceci peut être lié en partie à un choix de stations plus lentes (PB, PR). Sur les autres sites, ces différences sont probablement liées aux contraintes d'échantillonnage de l'Onema (temps de pêche, définition des zones pêchables et pêche du chenal courant en particulier). L'évolution marquée du site de Pierre-Bénite ne se retrouve pas dans les pêches de l'Onema. Ce constat montre que la difficulté d'échantillonnage des grands cours d'eau peut conduire à des images incertaines du peuplement, qui rendent particulièrement difficile l'analyse des effets de la restauration.

L'utilisation d'indicateurs simples basés sur les proportions des espèces ne doit pas masquer la complexité du système et des dynamiques de populations. La variabilité temporelle des indicateurs en est l'image (Figure 2.2.4). Des analyses multivariées plus poussées (*cf.* rapport de 2009, non répétées en 2012) permettent d'apporter un autre regard, parfois plus stable et plus complet, confirmant l'évolution des peuplements.

En 2012 nous entamons (objectif 2013) une synthèse scientifique globale des effets de la restauration. Les dynamiques annuelles des populations sur l'ensemble des sites restaurés (et quelques sites non restaurés) seront analysées en détail, en lien avec les conditions hydrauliques et thermiques. Cette synthèse est également l'occasion de tester la capacité prédictive des modèles d'habitat hydraulique à prédire les changements observés, comme cela a déjà été fait sur Pierre-Bénite pour les poissons (Lamouroux *et al.*, 2006). La Figure 2.2.7 montre les premiers essais prédictifs. Elle révèle que les changements de densités observés sur Pierre-Bénite et Chautagne correspondent bien aux prédictions réalisées à l'aide des modèles d'habitat. A Belley où les changements hydrauliques sont moindres, le lien n'est pas clair.



$R^2 = 0.74$, $P < 10^{-4}$ $R^2 = 0.63$, $P < 10^{-3}$ $R^2 = 0.35$, $P = 0.02$

Figure 2.2.7 : Correspondance, sur 3 Vieux Rhône, entre des changements de densité (D ln-densité) prédits (par modèles d'habitat) et observés (par pêche électriques).

Les changements sont calculés pour différentes espèces sur une base "après – avant" restauration, et sur des variables log-transformés (moyenne de ln-densité par points). Ils sont prédits par les modèles d'habitat multivariés de Lamouroux et al. (1999), non détaillés ici.

Les prédictions sont très bonnes à Pierre-Bénite, bonnes en Chautagne, et peu significatives à Belley (où le goujon est seul responsable ...). Elles sont donc validées là où les changements hydrauliques sont les plus forts, et là où le recul temporel est le plus important (10 ans à PB).

2.3 Les invertébrés du chenal

2.3.1 Objectifs et méthodologie

La distribution des invertébrés benthiques dans le chenal des Vieux-Rhône dépend largement des conditions hydrauliques locales et ces organismes représentent donc un matériel de choix pour évaluer la qualité de l'habitat physique du milieu. Ainsi, les études sur les invertébrés benthiques initiées dans le cadre du suivi scientifique du programme de restauration écologique et hydraulique du Rhône visent d'une part à étudier les relations entre les conditions hydrauliques locales et la distribution des espèces à partir de données de références (pré-restauration) et d'autre part, à établir des scénarios de modifications biocénotiques en fonction des changements hydrauliques associés aux augmentations de débit dans les Vieux-Rhône.

Une première partie de ce travail consiste, avant restauration, en l'acquisition de données nécessaires pour **la modélisation de la réponse des peuplements d'invertébrés aux changements de conditions hydrauliques dans les RCC**. Dans un second temps, les modèles permettant d'estimer les effets potentiels de la restauration des débits dans les RCC sur les densités de divers taxons d'invertébrés benthiques sont utilisés. Ce travail repose sur l'utilisation du **modèle d'habitat statistique FSTress** adapté aux invertébrés benthiques (Olivier *et al*. 2007a, Mérigoux *et al.* 2009). Ce modèle permet de prédire des densités de taxons à un débit donné à l'échelle du tronçon et donc de prévoir des changements faunistiques et de fonctionnement du milieu induits par des modifications de débits. Des études post-restauration sont mises en place dans le but d'acquérir des données qui permettent **de valider les prédictions** du modèle d'habitat statistique FSTress.

Les données obtenues avant et après restauration nous permettent aussi de valider les hypothèses posées à partir des métriques relatives à la richesse taxonomique ou aux préférences hydrauliques des macroinvertébrés du chenal proposées dans le cadre de cette étude (Olivier *et al.* 2009). L'ensemble de ces métriques représente des descripteurs de l'état des communautés de macroinvertébrés aquatiques et reflète leurs changements après restauration. Par exemple, la richesse en taxons Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères et la proportion d'individus ou taxons rhéophiles sont supposées augmenter avec l'augmentation des débits.

A l'échelle locale, nous échantillonnons les invertébrés et les paramètres hydrauliques sur les mêmes points. Les invertébrés sont récoltés avec un cylindre de Hess muni d'un filet de maille de 200µm. Les premiers centimètres de substrat et la faune associée sont collectés sur une surface de 0.05 m^2. Nous utilisons la méthode des hémisphères HFST pour mesurer les contraintes hydrauliques locales au fond de la rivière au niveau du point d'échantillonnage de la faune (Olivier *et al.,* 2007). Ces forces hydrauliques peuvent induire le remaniement des sédiments et déloger les invertébrés benthiques de leurs abris ; elles sont donc de bons indicateurs de perturbation de l'habitat physique.

Ainsi, avant restauration, les invertébrés du chenal et les paramètres hydrauliques ont été échantillonnés dans 4 tronçons représentatifs de 4 sections court-circuitées du Haut-Rhône (Chautagne, Belley, Brégnier-Cordon et Miribel) à trois saisons (printemps, été et hiver). Pour cette phase initiale, un total de 300 échantillons choisis aléatoirement a été réalisé dans les 4 tronçons court-circuités.

Les résultats de cette phase ont montré que les deux saisons printemps et été donnaient une bonne image des peuplements en place (Olivier *et al.* 2004a & b, 2005). Ainsi, seules ces deux saisons ont été retenues pour l'échantillonnage post-restauration ainsi que pour l'échantillonnage pré-restauration des RCC du Bas-Rhône.

De plus, au cours de la phase pré-restauration, 5 tamis de vides de maille différents (2000, 1000, 630, 400 & 200µm) ont été utilisés au laboratoire pour séparer les organismes par classes de tailles. Les résultats de cette phase ont montré que les individus dont la taille était supérieure à 400 µm décrivaient d'une manière pertinente les peuplements en place (Olivier *et al.* 2004a & b, 2005).

Ainsi, dans le présent rapport, seuls ces individus sont considérés pour la présentation et l'analyse des données.

2.3.2 Échantillonnage

Afin d'améliorer la robustesse du modèle FSTress, l'effort d'échantillonnage pré-restauration des secteurs du Bas-Rhône et de Miribel a été augmenté.

En 2012, l'échantillonnage comprend les prélèvements des campagnes printemps et été post-restauration de Chautagne n+8, Belley n+7 et Brégnier-Cordon n+6 et les prélèvements des campagnes printemps et été pré-restauration de Péage-de-Roussillon, Baix, Montélimar et Donzère-Mondragon. Dans tous ces secteurs, 20 à 30 prélèvements sont réalisés à l'aide d'un cylindre de Hess (benthomètre) associés à des mesures des paramètres physiques à l'échelle du prélèvement (Olivier *et al.* 2004a & b, 2005).

2.3.3 Bilan des campagnes d'échantillonnage

Fin 2012, 69 campagnes d'échantillonnage d'invertébrés ont été réalisées dans le chenal de 8 RCC avant restauration et de 4 RCC après restauration (Tableaux 2.3.1).

Les résultats des états pré-restauration de Chautagne, Belley et Brégnier-Cordon ont chacun fait l'objet d'un rapport d'état initial (Olivier *et al.* 2004a & b, 2005). Les données de cet état initial ont été utilisées pour modéliser la réponse des peuplements d'invertébrés aux changements de conditions hydrauliques dans les RCC (Olivier *et al.* 2007a). Dans ce même rapport, les premiers résultats post-restauration (n+2) du secteur de Chautagne ont été présentés.

Les données pré-restauration de Péage-de-Roussillon, post-restauration de Chautagne (été n+6) et post-restauration n+10 du secteur de Pierre-Bénite ont été présentées dans le dernier rapport (Olivier *et al.*, 2012). Ces données ont été intégrées dans une analyse multi-sites qui traite toutes les données disponibles de tous les secteurs.

Le présent rapport intègre les données post-restauration n+6 du secteur de Belley et les données post-restauration n+5 du secteur de Brégnier-Cordon. En 2011, le secteur de Pierre-Bénite a été échantillonné pour la deuxième fois à l'aide d'un cylindre de Hess afin de comparer cette méthode (utilisée dans tous les autres secteurs) à celle utilisée (Filet surber et Drague) depuis 1998 dans ce secteur.

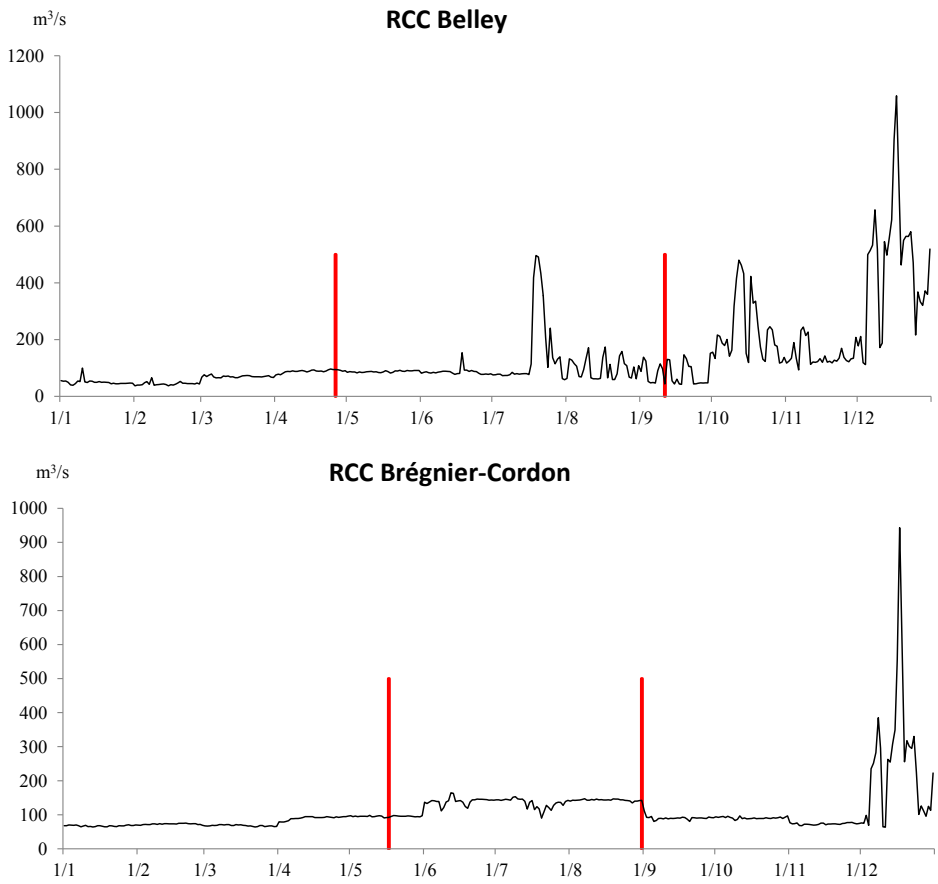


Figure 2.3.1 : Positionnement des campagnes d'échantillonnage 2011 (trait rouge) des invertébrés du chenal dans les secteurs de Belley et Brégnier-Cordon sur l'hydrographe (débit moyen journalier au barrage de Lavours pour Belley et au barrage de Champagneux pour Brégnier-Cordon) des RCC correspondants.

A Belley, la campagne de printemps s'est déroulée dans contexte hydrologique stable (Figure 2.3.1). En effet, la moyenne des débits des 10 jours précédant nos relevés (92 m^3/s) est égale au débit réservé théorique pour cette période (90m^3/s). En revanche, la campagne d'été s'est déroulée dans un contexte hydrologique instable. En effet, la moyenne des débits des 10 jours précédents nos relevés (81m^3/s) est supérieure au débit réservé théorique pour cette période (60m^3/s).

A Brégnier-Cordon, les deux campagnes d'échantillonnage de printemps et d'été se sont déroulées dans un contexte hydrologique stable (Figure 2.3.1). La moyenne des débits des 10 jours précédant nos relevés (95 m^3/s au printemps et 141 m^3/s en été) est sensiblement égale aux débits réservés théoriques pour ces deux périodes (100 m^3/s au printemps et 150 m^3/s en été).

Tableau 2.3.1 : Campagnes d'échantillonnage pré-restauration et post-restauration dans les 8 RCC pour les invertébrés du chenal. (En gris : absence de campagne ; en orange : campagnes pour lesquelles le travail de laboratoire de tri et de détermination est en cours ; en jaune : échantillonnage prévisionnel ; * données issues de la littérature ; (1) Echantillonnage réalisé par l'ARALEP ; ( ) : campagnes d'échantillonnage réalisées hors convention ; trait rouge : opération de restauration hydraulique)

		Chautagne	Belley	Brégnier-cordon	Miribel	Pierre-Bénite (1)	Péage-de-Roussillon	Baix	Montélimart	Donzère
1995	*Print*					juin				
	été					octobre				
1996	*Print*					juin				
	été					octobre				
1997	*Print*									
	été	août*								
1998	*Print*					juin				
	été					octobre				
1999	*Print*	mai*				juin				
	été	août*				octobre				
2000	*Print*	mai*								
	été	août*								
2001	*Print*					juin				
	été					octobre				
2002	*Print*	juin	mai	juin	mai	juin				
	été	septembre	août	août	septembre	octobre				
2003	*Print*					juin				
	été					octobre				
2004	*Print*									
	été									
2005	*Print*									
	été									
2006	*Print*	juin								
	été	septembre								
2007	*Print*									
	été		septembre			octobre	septembre			
2008	*Print*	mai	mai			juin	mai		mai	
	été	août							août	
2009	*Print*	avril	avril	avril						avril
	été	août	septembre	septembre						juillet
2010	*Print*	mai			avril	mai	avril			
	été	octobre			juillet	septembre	juillet			
2011	*Print*	mai	mai	mai	avril		(avril)	(mai)	avril	(avril)
	été	août	septembre	août	août		(juillet)	(juillet)	juillet	(juillet)
2012	*Print*	mai	(mai)	(mai)		mai	avril	(avril)	(avril)	avril
	été	août	(août)	(août)		octobre	juillet	(juillet)	(juillet)	juillet
2013	*Print*	mai	mai	mai	avril		(avril)	(avril)	avril	(avril)
	été	août	août	août	juillet		(juillet)	(juillet)	juillet	(juillet)

L'ensemble des données faunistiques récoltées dans les secteurs de Chautagne, Belley et Brégnier-Cordon est présenté en Annexes A.3.1, A.3.2 et A.3.3 respectivement.

2.3.4 Bilan multi-sites

Dans un premier temps, le bilan multi-sites porte sur les données disponibles printemps et été des 4 secteurs du Haut-Rhône et des 4 secteurs du Bas-Rhône (Pierre-Bénite, Péage-de-Roussillon, Montélimar et Donzère-Mondragon). Dans un second temps, une comparaison des données pré- et post-restauration dans les secteurs de Belley (n+2, n+4 et n+6) et Brégnier-Cordon (n+3 et n+5) sera réalisée.

2.3.4.1 Richesse taxonomique et densités dans l'ensemble des RCC

Lors des premières campagnes d'échantillonnage **pré-restauration**, en moyenne **72 taxons** et **35641 individus par m²** (stades larvaires et/ou adultes) ont été récoltés dans les 7 RCC pour lesquels les données sont disponibles[1].

Tableau 2.3.2 : Richesse taxonomique dans les 8 RCC considérés. Avec ND : données non disponibles et ARALEP : données récoltées par filet surber et drague par l'ARALEP (Fruget & Dessaix, 2002).

	Richesses								
	Pré		n+2	n+3	n+4	n+5	n+6	n+10	Tot
Chautagne	**80**	ND	**66**	ND	**74**	**68**	**70**	ND	**111**
Belley	**72**	ND	**61**	ND	**80**	ND	**76**	ND	**109**
Brégnier-Cordon	**86**	ND	ND	**79**	ND	**105**	ND	ND	**134**
Miribel	**66**	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Pierre-Bénite	ARALEP	ARALEP	ARALEP	ARALEP	ARALEP	ARALEP	ARALEP	**55**	ND
Péage-de-Roussillon	**73**	**82**	ND	ND	ND	ND	ND	ND	**97**
Montélimar	**53**	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Donzère-Mondragon	**76**	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

À l'échelle du secteur, la densité et la richesse taxonomique ne sont pas corrélées. Avec 86 taxons, le secteur de **Brégnier-Cordon** est, par exemple, le secteur le plus riche avant restauration malgré des densités plus faibles qu'en Chautagne et à Belley (Tableaux 2.3.2 et 2.3.3). Le secteur de **Péage-de-Roussillon**, qui présentait lors de la première campagne pré-restauration (2007/2008) une richesse taxonomique presque identique à celle de Belley (73 et 72 taxons respectivement) avec des densités presque deux fois plus faibles (22579 et 41174 indiv/m²), présente, lors de la deuxième campagne pré-restauration (2010) une richesse largement supérieure (82 taxons) et une densité qui a doublé (44934 indiv/m²). La variabilité des richesses et des densités observée entre les deux campagnes pré-restauration de Péage-de-Roussillon montre l'intérêt d'augmenter l'effort d'échantillonnage pour les secteurs candidats à la restauration. Globalement, les secteurs de **Miribel** et **Montélimar** présentent les densités et les richesses les plus faibles (66 et 53 taxons respectivement). Ces deux secteurs présentent de 20 à 29 taxons de moins que les secteurs amont les plus proches (Brégnier-Cordon et Péage-de-Roussillon) avant restauration, révélant probablement des problèmes de qualité d'eau de ces secteurs.

Tableau 2.3.3 : Densités (nombre d'individus/m²) dans les 8 RCC considérés. Avec ND : données non disponibles et ARALEP : données récoltées par filet surber et drague par l'ARALEP (Fruget & Dessaix, 2002).

	Densités								
	Pré		n+2	n+3	n+4	n+5	n+6	n+10	Tot
Chautagne	**40222**	ND	**18408**	ND	**42553**	**40543**	**51848**	ND	**38715**
Belley	**41174**	ND	**36159**	ND	**52195**	ND	**56017**	ND	**46386**
Brégnier-Cordon	**36719**	ND	ND	**29529**	ND	**76351**	ND	ND	**46451**
Miribel	**27663**	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Pierre-Bénite	ARALEP	ARALEP	ARALEP	ARALEP	ARALEP	ARALEP	ARALEP	**54726**	ND
Péage-de-Roussillon	**22579**	**44934**	ND	ND	ND	ND	ND	ND	**33756**
Montélimar	**27325**	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Donzère-Mondragon	**53806**	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Le nombre de taxons et les densités diminuent au cours des campagnes **post-restauration** n+2 (Belley) et n+3 (Brégnier-Cordon) et chutent de manière importante notamment à Chautagne (n+2) (Tableaux 2.3.2 et 2.3.3).

Au cours des campagnes **post-restauration** dans le secteur de **Chautagne**, les tendances sont complètement inversées à partir de n+4. **Les densités dépassent même les densités pré-**

[1] Pas de données disponibles à Pierre-Bénite en pré-restauration avec la méthode du cylindre de Hess.

restauration. En effet, la plupart des taxons caractéristiques des campagnes pré-restauration qui avaient vu leurs effectifs à l'échelle du secteur chuter deux ans après restauration montrent des tendances inverses 6 ans après restauration. Le Gastéropode *Ancylus fluviatilis*, les insectes *Baetis* spp., Tanytarsini, Simuliidae et Orthocladiinae sont plus abondants en n+4 qu'en n+2 dans ce secteur (Annexe A.3.1). L'éphémère caractéristique de grands cours d'eau *Potamanthus luteus,* dont les effectifs avaient chuté en n+4 ou stagné en n+5 ont quintuplé en n+6 dans ce secteur. La Planaire rhéophile *Dugesia tigrina* dont les effectifs avaient chutés de manière inexpliquée après restauration présente également une évolution spectaculaire en n+6 (densités 20 fois supérieures à n+5). Au contraire, les effectifs d'*Hydoptila* spp., qui ne cessaient d'augmenter depuis la restauration des débits dans ce secteur, avec un total de 556 individus au m^2 en 2009, semblent stagner en 2010 avec un total de 454 individus au m^2.

Les abondances de certains des taxons caractéristiques des campagnes pré-restauration continuent de diminuer 6 années après restauration en Chautagne (eg. *Esolus* spp. ou les espèces de Gammares). On notera l'apparition inexpliquée en n+6 de 78 individus de *Tipula* spp., taxons généralement inféodés à des milieux lenthiques.

Dans le secteur de Chautagne, même si on n'atteint pas les 80 taxons rencontrés avant restauration, **9 taxons de plus sont observés entre n+4 et n+2**. De plus, **10 taxons non observés en pré-restauration sont rencontrés en n+6**. Parmi ces taxons, 60 % sont limnophiles mais présentent des effectifs très faibles (généralement 1 ou 2 individus), 20 % sont rhéophiles mais présentent des effectifs importants (par exemple *Theodoxus fluviatilis* avec 454 individus/m^2 en n+6). Inversement, **23 taxons observés en pré-restauration ne sont plus rencontrés en n+6**. Parmi ces taxons, 35 % sont limnophiles et 13 % sont rhéophiles. Enfin, **7 taxons sont rencontrés pour la première fois dans ce secteur en n+6**, traduisant un changement de la composition des communautés benthiques 6 années après restauration.

Au cours des campagnes **post-restauration** dans le secteur de **Belley**, les tendances se sont complétement inversées à partir de n+4. **La richesse et les densités dépassent celles observées en pré-restauration**. En effets, la plupart des taxons caractéristiques des campagnes pré-restauration qui avaient vu leurs effectifs à l'échelle du secteur chuter deux ans après restauration montrent des tendances inverses 4 ou 6 ans après restauration. Les mollusques *Ancylus fluviatilis* et *Theodoxus fluviatilis*, les insectes Orthocladinae, Chironomini, Tanytarsini, Simuliidae, *Baetis* spp. sont plus abondant en n+4 qu'en n+2 (Annexe A.3.2). Cette tendance se confirme en n+6. La planaire rhéophile *Dugesia tigrina* dont les effectifs avaient chuté de manière inexpliquée deux ans après restauration présente, en n+4 et n+6 des densités supérieures à celles observées en pré-restauration.

Les abondances de certains taxons caractéristiques des campagnes pré-restauration continuent de diminuer 6 années après la restauration à Belley (*Esolus* spp., *Elmis* spp., *Limnius* spp., *Asellus aquaticus*). Les populations de gammares, qui avaient fortement chutés en n+2 et n+4 montrent une tendance inverse en n+6, même si les abondances restent encore inférieures à celles observées en pré-restauration.

Dans le secteur de Belley, la richesse observée en n+4 et n+6 est supérieure à celle observée en pré-restauration. En effet 20 taxons sont rencontrés pour la première fois dans ce secteur en n+4 mais parmi ceux-ci, seulement 4 sont également rencontrés en n+6. Il s'agit des mollusques *Sphaerium* spp., *Valvata cristata* et *Gyraulus parvus* et du coleoptère *Riolus* spp., récoltés en faibles effectifs. Les plécoptères rhéophiles *Nemoura* sp., *Protonemura* spp., *Isoperla* sp. et *Rhabdioteryx* sp. rencontrés pour la première fois en n+4 ne sont pas retrouvés en n+6. En post-restauration n+6, 8 taxons sont rencontrés pour la première fois dans ce secteur. Il s'agit des achètes *Erpobdella testacea* et *Helobdella stagnalis*, des mollusques *Bithynia tentaculata* et *Radix auricularia*, du plecoptère *Amphinemura* spp. et du trichoptère *Goera pilosa*. Là aussi, les individus rencontrés sont présents avec des effectifs faibles.

Au cours des campagnes **post-restauration** dans le secteur de **Brégnier-Cordon**, les tendances se sont également complétement inversées à partir de n+5. **La richesse et les densités dépassent largement celles observées en pré-restauration**. En effet, la plupart des taxons caractéristiques des campagnes pré-restauration qui avaient vu leurs effectifs à l'échelle du secteur chuter trois ans après restauration montrent des tendances inverses 5 ans après restauration. Les mollusques *Corbicula fluminea*, les achètes *Glossiphonia complanata*, les diptères Simuliidae, Clinocerinae et Tanytarsini, les éphémères Heptageniidae et *Potamanthus luteus*, les coléoptères *Elmis* spp., les crustacés *Asellus aquaticus*, les hétéroptères *Micronecta* spp. et les trichoptères *Athripsodes albifrons* et *Rhyacophila s.stricto*, qui avaient vu leurs effectifs chuter en n+3 présentent, en n+5, des effectifs supérieurs à ceux observés avant la restauration (Annexe A.3.3). En revanche, les planaires *Dugesia polychroa/lugubris*, les mollusques *Ancylus fluviatilis*, les populations de gammares, les coléoptères *Esolus* spp., *Oulimnius* spp., *Riolus* spp., les diptères Chironomini, Tanypodinae, Hemerodromiinae et Ceratopogoninae, les éphémères *Serratella ignita* et *Baetis rhodani* et les plécoptères *Leuctra* spp., qui avaient vu leurs effectifs chuter en n+3 montrent, en n+5 des effectifs en progression, même si ceux-ci sont encore inférieurs à ceux observés avant restauration. Certains taxons présentent quant à eux des effectifs en constante progression. Il s'agit des planaires *Dendrocoelum lacteum*, *Dugesia tigrina* et *Polycelis nigra/tenuis*, des achètes *Erpobdella octoculata* et *Helobdella stagnalis*, des mollusques *Dreissena polymorpha*, *Valvata cristata, Gyraulus albus* et *Theodoxus fluviatilis*, des coléoptères *Orectochilus villosus*, des éphémères *Baetis fuscatus* et *Torleya major* et des trichoptères *Hydropsyche* spp., *Hydroptila* spp., *Athripsodes* spp., *Ceraclea* spp. et *Psychomyia pusilla*. On notera également l'augmentation spectaculaire des effectifs des diptères Orthocladinae (effectifs doublés en n+3 et quadruplés en n+5) et du polychètes invasif *Hypania invalida*, apparu dans ce secteur en n+3, dont l'effectif a été multiplié par 55 en n+5. Les abondances de certains taxons caractéristiques des campagnes pré-restauration continuent de chuter 5 années après la restauration. Il s'agit des diptères Tipulidae, *Antocha vitripennis* et *Dicranota* spp., des trichoptères *Hydropsyche contubernalis*, *Hydropsyche modesta* et *Limnephilus germanus-lunatus*.

Dans le secteur de Brégnier-Cordon la richesse en n+5 est largement supérieure à celle observée en pré-restauration : 26 nouveaux taxons ont été récoltés, avec des effectifs très faibles.

Toutes campagnes confondues 111 taxons sont rencontrés dans le secteur de Chautagne, 109 dans le secteur de Belley et 134 à Brégnier-Cordon (richesse corrigée cf. Annexe A.3.1, A.3.2 et A3.3).

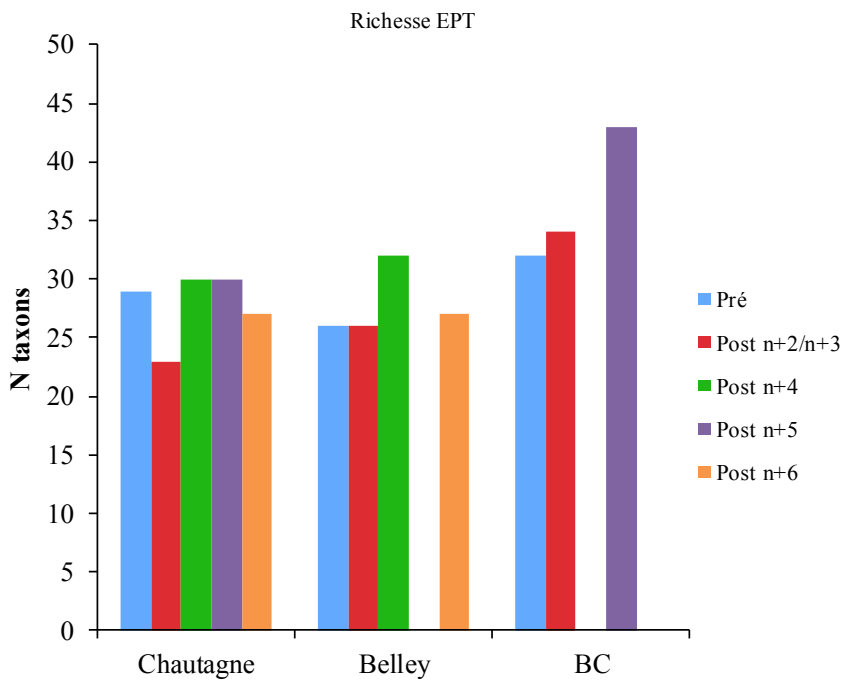


Figure 2.3.2 : Nombre de taxons EPT observés au cours des campagnes pré- et post-restauration n+2, n+3, n+4, n+5 et n+6 dans les secteurs de Chautagne, Belley et Brégnier-Cordon (BC).

Globalement, après restauration et en accord avec nos attentes, le nombre de **taxons Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères (EPT) augmente** pour le secteur de Belley et Bregnier-Cordon. En revanche, ce nombre diminue légèrement pour le secteur de Chautagne en n+6 (Figure 2.3.2). Cette légère diminution du nombre de taxons EPT est probablement due à l'absence dans nos échantillons, de taxons rares, qui ne sont pas systématiquement échantillonnés chaque année.

Dans le cas du secteur de Chautagne, la diminution du nombre de taxons EPT est probablement due à l'absence dans nos échantillons en n+6 des plécoptères *Protonemura* spp., *Isoperla* spp. et *Brachyptera* spp. récoltés en n+4 et n+5 avec des effectifs très faibles.

Dans le cas du secteur de Belley, une diminution du nombre de taxon EPT est observée en n+6 par rapport à n+4. Cette diminution du nombre de taxons EPT est également due à l'absence dans nos échantillons en n+6 de certains plécoptères (*Nemoura* spp., *Protonemura* spp., *Rhabdiopteryx* sp.), éphémères (*Electrogena quadrilineata*, *Habroleptoides* sp.) et trichoptères (*Hydropsyche modesta*, *Oecetis* spp.) récoltés en n+4 avec des effectifs très faibles.

Dans le cas du secteur de Brégnier-Cordon, une augmentation très nette du nombre de taxons EPT est observée en n+5. Cette augmentation est essentiellement due à l'apparition d'éphémères (*Baetis liebenaue*, *Baetis lutheri*, *Caenis pseudorivulorum*, *Epeorus* spp., *Habroleptoides* sp.) et de trichoptères (*Ecnomus tenellus*, *Hydropsychae pellucidula*, *Lepidostoma hirtum*, *Athripsodes cinereus*, *Ceraclea albimaculata*, *Oecetis ochracea*) tous présents avec de faibles effectifs.

Les **taxons nouvellement rencontrés** dans les campagnes d'échantillonnage printemps et été post-restauration présentent des **effectifs très faibles**. Aussi, **seules des données sur le long terme permettront de confirmer ou non leur implantation dans ces milieux** et de comprendre précisément les facteurs impliqués dans leur distribution. Une confirmation de l'augmentation du nombre de taxons EPT ne serait cependant pas surprenante après restauration, ces groupes ayant été particulièrement affectés par la réduction des débits suite à la construction des barrages hydro-electriques (Frujet, 2003).

Disparition de taxons après restauration

Dans le secteur de Chautagne, 21 taxons étaient absents quatre années après restauration alors qu'ils faisaient partie du cortège faunistique avant restauration et pour certains deux ans après restauration (Oliver *et al.* 2009). Cette tendance est confirmée en n+6 (17 taxons rencontrés en pré et/ou n+2 et non retrouvés en n+6, Annexe A.3.1). Dans le secteur de Belley, 18 taxons présents avant restauration ne sont plus recensés 6 ans après restauration (Annexe A.3.2). Dans le secteur de Brégnier-Cordon, 21 taxons présents avant restauration ne sont plus recensés 5 ans après restauration (Annexe A3.3).

La **plupart de ces taxons sont limnophiles** (e.g. *Sialis* spp. ou *Micronecta* spp. en Chautagne ; *Hemiclepsis marginata* ou *Bidessus* spp. à Belley ; *Bithynia* sp., *Radix* spp. ou *Hydroporus* sp. à Brégnier-Cordon) **et trouvent probablement les conditions moins favorables à leur maintien dans le chenal après restauration** (cf. 2.3.4.2).

Espèces exogènes

Une synthèse multi-sites sur les espèces exogènes rencontrées de 2002 à 2008 est disponible dans le rapport Olivier *et al.* 2009. Nous ne discuterons dans cette partie que des particularités des nouvelles campagnes d'échantillonnage pour lesquelles les données sont disponibles (n+6 à Belley et n+5 à Brégnier-Cordon). Ces nouvelles campagnes ont permis de recenser **1 nouveau taxon exogène (*Proasellus coxalis*)** et le nombre total d'espèces recensées dans l'ensemble de nos échantillons est donc de **21 espèces exogènes**[2] (Tableau 2.3.4).

				Densités (N Indiv/m²)																	
		1ère obs HR	1ère obs BR	Chautagne					Belley				BC			Mir	PB	PR		Mont	Donz
Espèces	**Origine**			Pré	n+2	n+4	n+5	n+6	Pré	n+2	n+4	n+6	Pré	n+3	n+5	Pré	n+10	Pré(07)	Pré(10)	Pré	Pré
Atyaephyra desmarestii	Europe du sud		2000															0.5	2		2
Chelicorophium curvispinum	Ponto-caspienne		2002														23	101	350	3	
Chelicorophium sowinskyi	Ponto-caspienne		2010														10				
Corbicula fluminea	Asie	1990	1993		10	9	45	537		36	152	49	55	59	334	580	119	304	175	15	22
Crangonyx pseudogracilis	Amérique du Nord	2004	1995							0.5	0.5							1	0.5		
Dikerogammarus villosus	Ponto-caspienne	2004	1999		155	123	133	462		105	189	166		64	58		1238	388	1261	655	591
Dreissena polymorpha	Ponto-caspienne	Après 1852	?	129	96	46	31	46	48	4	6	4	0.5	2	48	6	2	25	6	1	0.5
Dugesia tigrina	Amérique du Nord	1968	?	673	18	30	15	304	594	52	1718	780	116	1011	1523	249	78	60	101	25	1
Gammarus roeselii	Europe centrale et de l'est		Avant 1985																	1	2
Gammarus tigrinus	Amérique du Nord		1995															3	1	0.5	
Gyraulus parvus	Amérique du Nord	1994	1997					10			4	1			1		0.5		1		
Hemimysis anomala	Ponto-caspienne		2010														0.5				
Hypania invalida	Ponto-caspienne	2008	2002							23	753	432		33	1793		70	67	101	91	113
Jaera istri	Ponto-caspienne	2009	2008			5	0.5	4							1		13417		3860	4195	4764
Menetus dilatatus	Amérique du Nord		2010																1		
Limnomysis benedeni	Ponto-caspienne		2010																3		
Lithoglyphus naticoides	Ponto-caspienne		1995															2			
Orconectes limosus	Amérique du Nord	1976	Avant 1985										0.5								
Physella acuta	Méditerranée/Amérique du Nord	1881	?	26	0.5	48	14	25	3		3	3	1		1		1	0.5	33		187
Potamopyrgus antipodarum	Nouvelle Zélande	1978	?	37	44	194	132	376	5	48	1017	235	86	133	137	3	24	433	105	216	214
			Richesse en taxons exogènes	**4**	**6**	**7**	**7**	**8**	**4**	**7**	**9**	**8**	**6**	**6**	**9**	**4**	**12**	**12**	**15**	**10**	**10**

Tableau 2.3.4 : Densités (nombre d'individus/m²) d'espèces exogènes dans les 8 RCC échantillonnés. Avec HR : Haut-Rhône ; BR : Bas-Rhône ; BC : Brégnier-Cordon ; Mir : Miribel ; PB : Pierre-Bénite ; PR : Péage-de-Roussillon ; Mont : Montélimar et Donz : Donzère-Mondragon. Sources pour les premières observations : Frujet *et al*. 2003, Besacier-Monbertrand *et al*. 2010, et données récoltées dans le cadre du suivi scientifique. Case grisé : taxon absent et "? ": Donnée manquante.

Le cortège d'espèces exogènes à Belley, 6 ans après restauration, a sensiblement évolué par rapport à n+4 (Tableau 2.3.4). La densité des mollusques *Corbicula fluminea* et *Potamopyrgus antipodarum*, après avoir fortement augmentée en n+4 (densité multiplié par 4 et 21 respectivement), a largement diminué en n+6 (densité divisé par 3 et 4 respectivement). Ce phénomène est également observé pour la planaire Dugesia tigrina et le polychète *Hypania invalida*. La densité en crustacé *Dikerogammarus villosus*, après avoir presque doublé entre n+2 et n+4 a

[2] L'espèce *Jaera danubica*, cité dans les rapports précédents, s'est révélé être la même espèce que *Jaera istri* (Borza, 2012).

légèrement diminué en n+6. On notera également la disparition dans nos échantillons en n+6 du crustacé *Crangonix pseudogracilis*.

Le cortège d'**espèces exogènes à Brégnier-Cordon**, 5 ans après restauration, a lui aussi sensiblement évolué par rapport à n+3 (Tableau 2.3.4). La densité des Mollusques *Corbicula fluminea* et *Dreissena polymorpha* a fortement augmenté entre n+3 et n+5 (densité respectivement multiplié par 5 et 24). L'augmentation de la densité en Planaire *Dugesia tigrina* observé en n+3 (1011 indiv./m^2) continue en n+5 (1523 indiv./m^2). Le Polychète *Hypania invalida*, recensé pour la première fois sur ce secteur en n+3 (33 indiv./m^2), présente une densité spectaculaire en n+5 (1793 indiv./m^2). La densité du Crustacés *Dikerogammarus villosus* est stable en n+5. On notera l'apparition dans ce secteur de 2 espèces exogènes en n+5, *Gyraulus parvus*, *Jaera istri*, toutes présentes avec des densités très faibles.

2.3.4.2 Préférences hydrauliques des peuplements dans l'ensemble des RCC

Les campagnes pré-restauration dans les secteurs du Haut-Rhône dans le chenal et dans les lônes (Olivier *et al.* 2007a; Mérigoux *et al*. 2009) ainsi que les données de la littérature (Tachet *et al*. 2010; Dolédec *et al*. 2007) ont permis de coder les préférences hydrauliques de tous les taxons rencontrés dans les échantillons du chenal et des lônes en 7 catégories (Tableau 2.3.5 et Annexe A.3.4).

- Les taxons **limnophiles** de la catégorie 1 sont inféodés à des milieux lentiques et sont par exemple les Trichoptères du genre *Agraylea* ou les Coléoptères de la famille des Hydraenidae.
- Les taxons de la catégorie 2 aussi **limnophiles**, sont retrouvés dans des milieux à contraintes hydrauliques faibles (Tableau 2.3.6). Ils sont représentés par exemple, par les Diptères Dasyheleinae ou Dolichopodidae.
- Les espèces de la famille des Hydroptilidae ou des Asellidae préfèrent les conditions hydrauliques **intermédiaires** (catégorie 3).
- Les taxons **rhéophiles** sont soit inféodés à des contraintes hydrauliques fortes; e.g. *Hydropsyche modesta*, *Potamanthus luteus* ou les diptères Orthocladiinae (catégorie 4); soit très fortes (catégorie 5) comme par exemple *Theodoxus fluviatilis, Ancylus fluviatilis, Baetis vardarensis, Elmis* spp. ou *Hydropsyche siltalai.*
- Les taxons **ubiquistes** ne présentent pas de préférences hydrauliques (catégorie 6) comme par exemple *Dendrocoelum lacteum*, *Athripsodes albifrons* et *Gammarus fossarum*.
- Enfin la catégorie 7 (**indéterminés**) regroupe tous les taxons pour lesquels aucune information n'est disponible.

Tableau 2.3.5 : Caractéristiques hydrauliques exprimées par les contraintes au fond du cours d'eau (HFST) et par la vitesse moyenne (40% de la hauteur d'eau) pour les différentes catégories de rhéophilie.

Catégories	FST	Vitesse moyenne ($m.s^{-1}$)	Préférences
cat 1	0	0	Limnophile
cat 2	[1-5[	]0-0.5]	
cat 3	[5-8[	]0.5-0.75]	Intermédiaire
cat 4	[8-11]	]0.75-1.05]	Rhéophile
cat 5	>11	>1.05	
cat 6	pas de préference		Ubiquiste
cat 7	pas de données		Indéterminé

Le couplage des modèles biologiques et hydrauliques par FSTress prévoit, pour les trois secteurs du Haut-Rhône, qu'une **augmentation des débits induira une augmentation des densités des taxons rhéophiles** et au contraire, **une diminution des densités des taxons intermédiaires et limnophiles**. Sur les 39 taxons présentant des préférences hydrauliques marquées, **27 devraient répondre positivement aux augmentations de débits** (Olivier *et al.* 2007).

Préférences hydrauliques globales des peuplements avant restauration

Les pourcentages de taxons des différentes catégories de préférences hydrauliques montrent un patron assez homogène pour les 8 secteurs échantillonnés avant restauration (Figure 2.3.3). On observe essentiellement des taxons rhéophiles (de 23% à Péage-de-Roussillon à 36% au maximum à Miribel) ou ubiquistes (entre 28 à 38% à Péage-de-Roussillon et à Montélimar). Ces **taxons rhéophiles devraient être favorisés** par les opérations de restauration des débits. Les taxons **ubiquistes devraient être indifférents** à ces augmentations de débit. De plus un cortège non négligeable de taxons limnophiles (de 11% à Montélimar à 29% à Péage-de-Roussillon) ou intermédiaires (entre 9 et 13% à Péage-de-Roussillon et à Miribel) est observé. Ces taxons **devraient être défavorisés par les nouvelles conditions hydrauliques dans le chenal après restauration**.

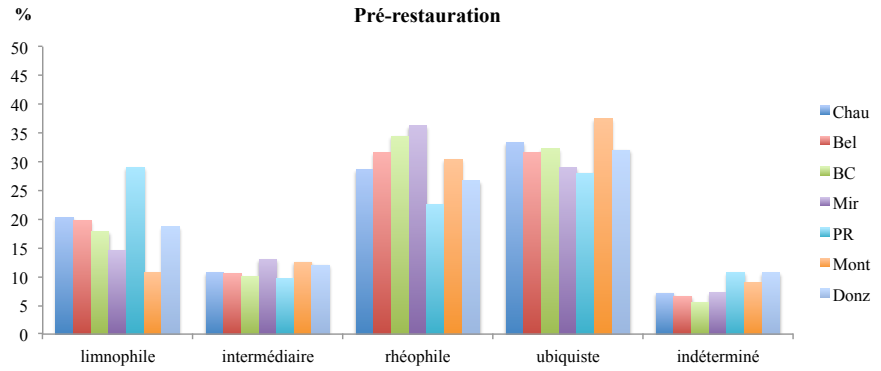


Figure 2.3.3 : Pourcentages de taxons dans les différentes catégories de préférences hydrauliques dans les 7 RCC avant restauration. Avec Chau : Chautagne ; Bel : Belley ; BC : Brégnier-Cordon ; Mir : Miribel ; PR : Péage-de-Roussillon ; Mont : Montélimar et Donz : Donzère-Mondragon.

Les pourcentages d'individus des différentes catégories de préférences hydrauliques montrent une image différente. Dans les 8 secteurs échantillonnés, les individus de taxons rhéophiles ou ubiquistes dominent aux dépens des limnophiles et des intermédiaires (Figure 2.3.4). Ces résultats soulignent l'implantation fragile des taxons limnophiles dans le chenal avant restauration.

Dans les secteurs de Chautagne, de Péage-de-Roussillon et de Donzère respectivement **70, 61 et 67% des individus sont rhéophiles** contre seulement 27, 23 et 25% d'ubiquistes. Dans les secteurs de Brégnier-Cordon, Belley et Miribel, c'est le contraire avec plus d'individus ubiquistes (72%, 62% et 61% respectivement) que de rhéophiles (26%, 37% et 33%). Dans le secteur de Montélimar, le nombre d'individus rhéophiles (47%) est sensiblement identique à celui des ubiquistes (45%).

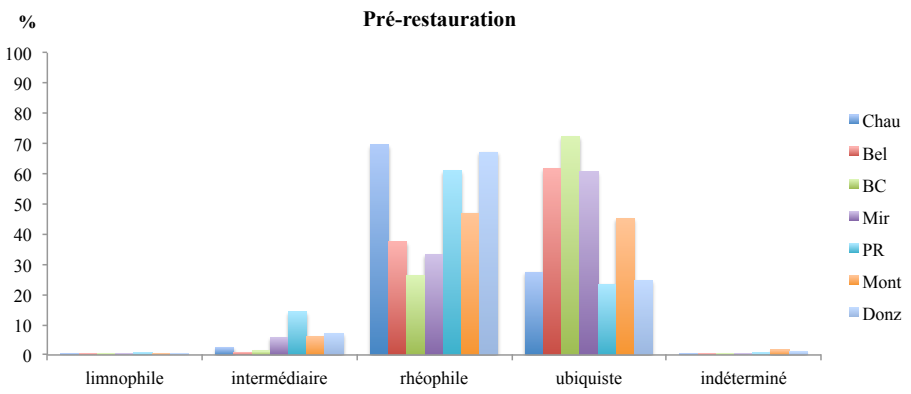


Figure 2.3.4 : Pourcentages d'individus dans les différentes catégories de préférences hydrauliques dans les 7 RCC avant restauration. Avec Chau : Chautagne ; Bel : Belley ; BC : Brégnier-Cordon ; Mir : Miribel ; PR : Péage-de-Roussillon ; Mont : Montélimar et Donz : Donzère-Mondragon.

Ces différences ne sont pas en relation avec des différences de conditions hydrauliques puisque, dans les 3 secteurs du Haut-Rhône et dans le secteur de Péage-de-Roussillon, la gamme des conditions échantillonnées est sensiblement la même (HFST de 0 à 15) (Figure 2.3.5). Les conditions hydrauliques échantillonnées dans les secteurs de Miribel, Montélimar et Donzère-Mondragon sont par contre plus faibles que dans les autres secteurs (HFST toujours inférieurs à 13).

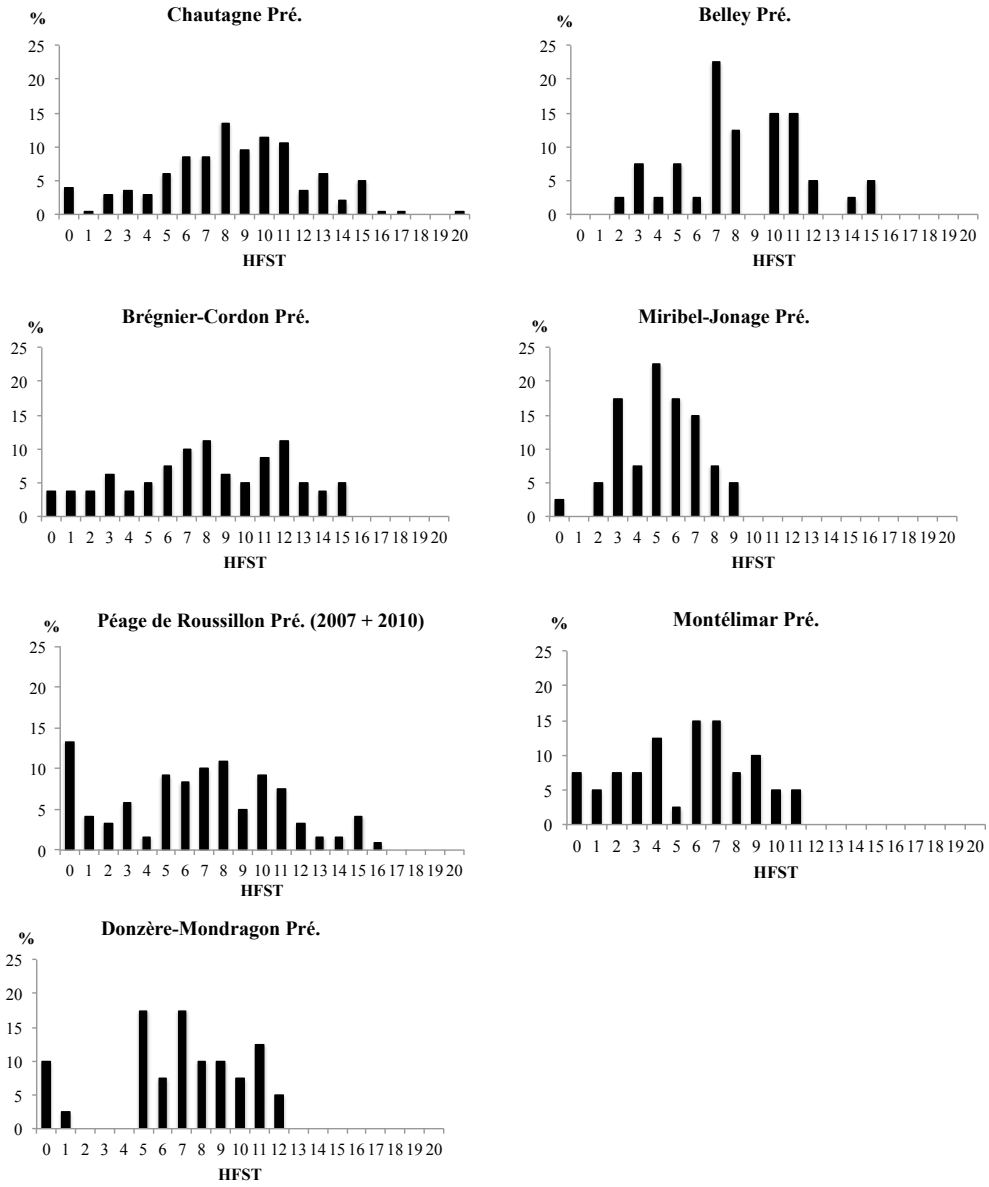
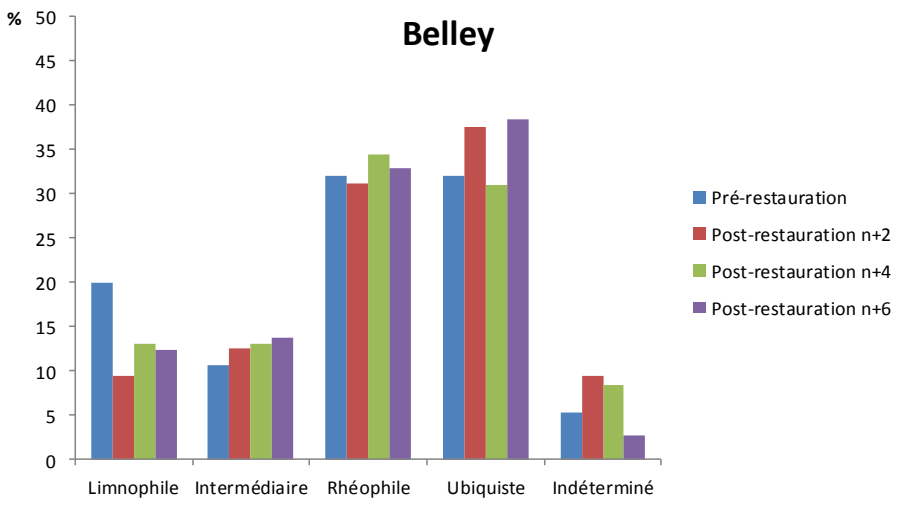


Figure 2.3.5 : Contraintes hydrauliques dans les 7 RCC avant restauration avec HFST : numéro d'hémisphère (cf. Olivier et al. 2004a & b).

<u>*Préférences hydrauliques globales des peuplements avant et après restauration*</u>

Les pourcentages de taxons rhéophiles stagnent après restauration dans les secteurs de Belley et Brégnier-Cordon (Figure 2.3.6).



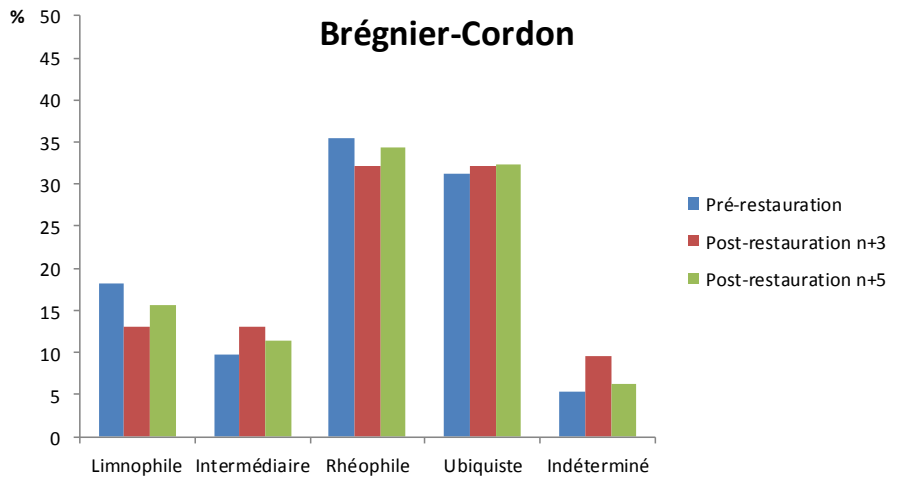


Figure 2.3.6 : Pourcentages de taxons dans les différentes catégories de préférences hydrauliques dans les 2 RCC de Belley et Brégnier-Cordon au cours des campagnes pré- et post-restauration.

Les taxons ubiquistes stagnent autour de 30% dans les 2 secteurs et ne montrent pas de différences nettes entre les campagnes pré- et post-restauration**. Globalement dans les 2 secteurs, les pourcentages de taxons limnophiles diminuent après restauration**.

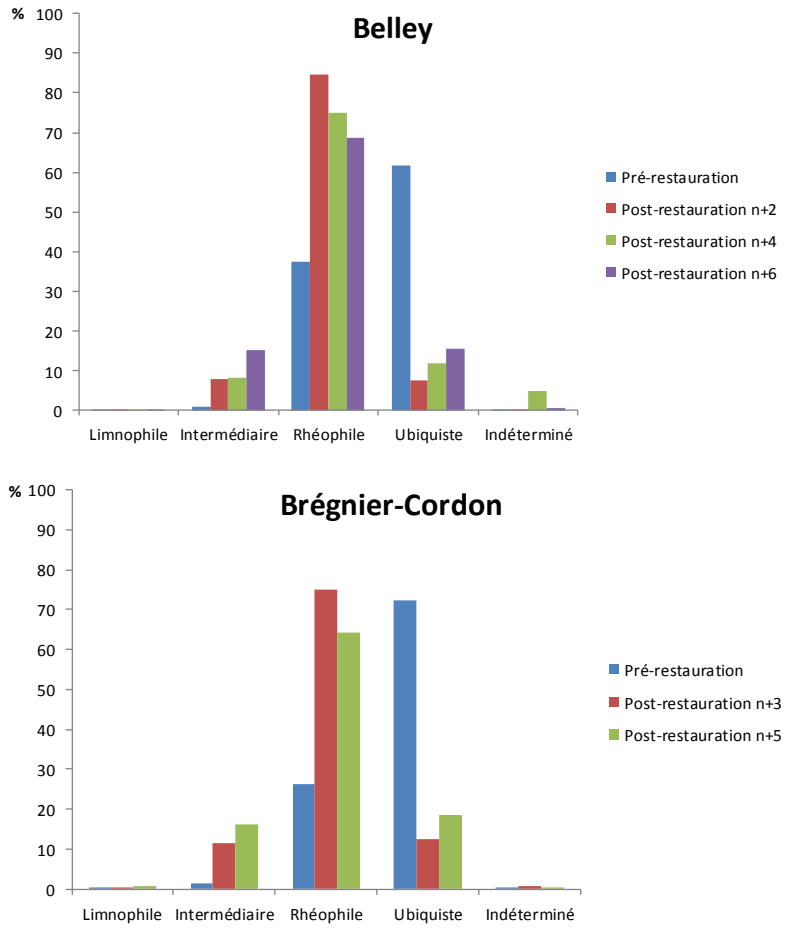


Figure 2.3.7 : Pourcentages d'individus des différentes catégories de préférences hydrauliques dans les 2 RCC de Belley et Brégnier-Cordon au cours des campagnes pré- et post-restauration.

A Belley et à Brégnier-Cordon, le pourcentage d'individus rhéophiles, après avoir fortement augmenté 2 ou 3 ans après restauration, montre une tendance à la diminution, même si les valeurs observées restent largement supérieures à celles observées avant restauration.

A Brégnier-Cordon, cette augmentation relative du nombre d'individus rhéophiles s'explique en partie par la baisse très importante du nombre d'individus de Gammares (ubiquistes quant aux conditions hydrauliques). A Belley, l'augmentation relative du nombre d'individus rhéophiles au cours des campagnes post-restauration repose également sur la chute des effectifs de Gammares mais aussi sur une très forte augmentation des effectifs de certains taxons comme par exemple *Potamanthus luteus* (densités triplées en n+2 et doublées en n+4 et n+6), d'Orthocladiinae (densités doublées en n+2 et triplées en n+4 et n+6) ou des *Ancylus fluviatilis* (densités presque doublées en n+4) (Annexe A.3.2).

Dans ces deux secteurs, le pourcentage d'individus ubiquistes, qui avait fortement diminué 2 ou 3 ans après restauration montre une tendance à l'augmentation 5 ou 6 ans après restauration. Ceci s'explique en partie par l'augmentation des populations de Gammares en n+6 à Belley et en n+5 à Brégnier-Cordon. Cette augmentation est probablement liée à la stabilisation des populations de *Dikerogammarus villosus* réputé pour occuper la niche écologique des Gammares autochtones.

On notera également, dans ces deux secteurs, l'augmentation du pourcentage d'individus intermédiaires quant aux préférences hydrauliques.

Les pourcentages d'individus rhéophiles augmentent dans les 2 secteurs après restauration (Figure 2.3.7).

→ Les changements observés entre les campagnes pré- et post-restauration reposaient deux ans après restauration sur quelques taxons dont les effectifs avaient brutalement chuté ou au

contraire brutalement augmenté mais **reposent sur un plus grand nombre de taxons 5 ou 6 ans après restauration.**

→ Les changements observés pour les rhéophiles entre les campagnes pré- et post-restauration sont plus lisibles en considérant les pourcentages d'individus que les pourcentages de taxons. Les taxons rhéophiles bien implantés dans le chenal sont, en effet en général, plus abondants. **L'augmentation du nombre d'individus rhéophiles qui devait être interprétée avec prudence en n+2 ou n+3, se confirme donc bien en n+5 et n+6.**

→ De plus, nos résultats mettent en évidence une diminution après restauration des taxons limnophiles, déjà peu abondants avant restauration.

→ Enfin, tous ces changements sont à mettre en relation avec **les changements des conditions hydrauliques observés à l'échelle du tronçon** (Olivier *et al*. 2007) et non pas avec les conditions hydrauliques locales échantillonnées qui restent sensiblement les mêmes entre les différentes campagnes (Figure 2.3.8).

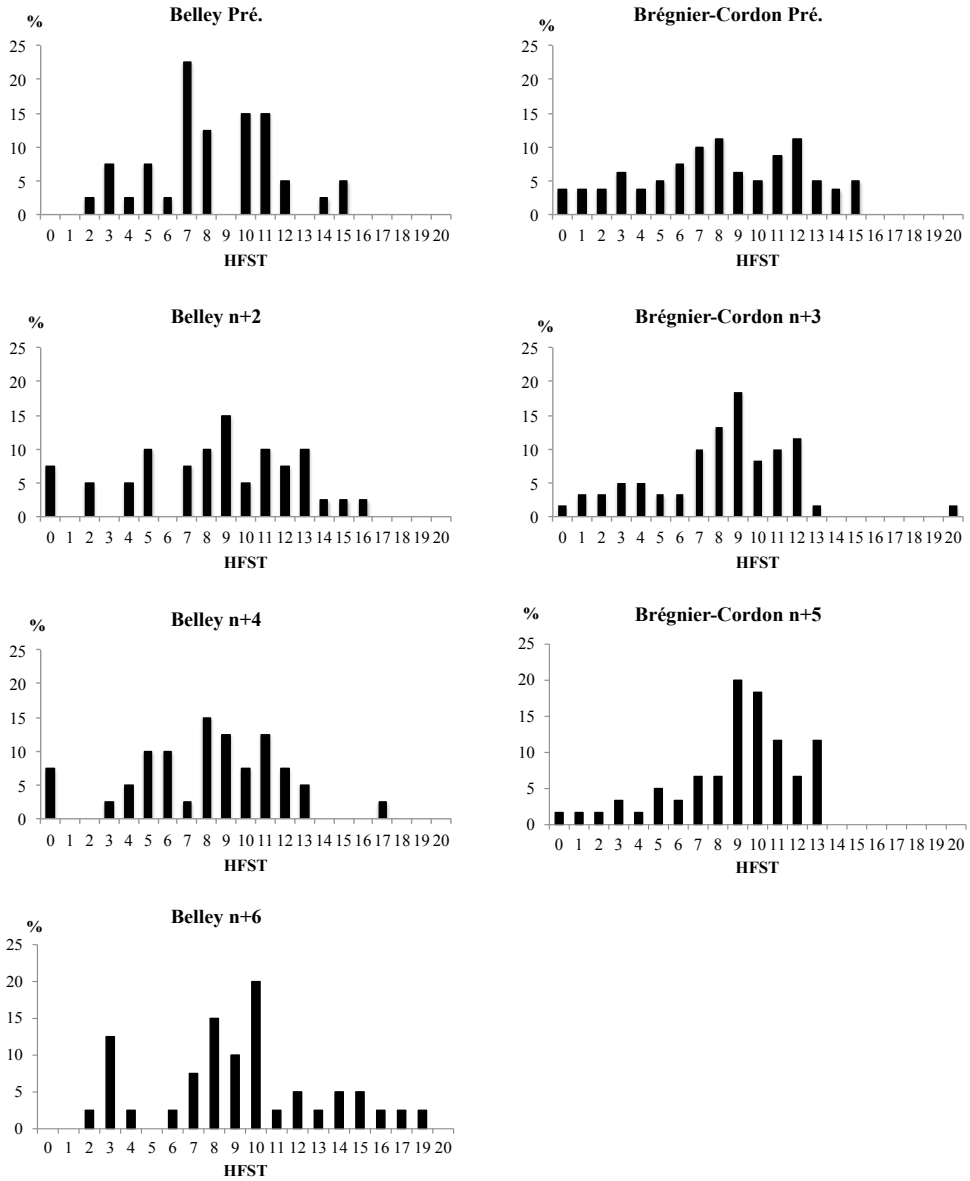


Figure 2.3.8 : Contraintes hydrauliques dans les secteurs de Belley et Brégnier-Cordon au cours des campagnes d'échantillonnage pré- et post-restauration. Avec HFST : numéro d'hémisphère.

2.3.5 Conclusions et perspectives

Dans les trois secteurs du Haut-Rhône Chautagne, Belley et Brégnier-Cordon, **les densités des macroinvertébrés** et la **richesse taxonomique** notamment des éphéméroptères, plécoptères et trichoptères, augmentent après restauration en accord avec les attentes. De même, dans ces secteurs, le **nombre de taxons** et **d'individus rhéophiles** est globalement **plus important après restauration alors que le nombre de taxons limnophiles diminue**.

Les portions court-circuitées du Rhône sont soumises à des paramètres hydro-climatiques ou des contraintes plus ponctuelles de gestion de barrages dont la variabilité inter-annuelle a des répercussions sur les peuplements aquatiques. Ces paramètres ou contraintes peuvent donc induire des variabilités inter-annuelles naturelles (paramètres hydroclimatiques) ou non (gestion des barrages) de densités des espèces. Ainsi, la variabilité inter-annuelle de l'intensité et de la fréquence des crues peut avoir des répercussions sur les peuplements d'invertébrés et ceci indépendamment des opérations de restauration des débits dans les RCC. De même, les variations des débits journaliers liées à la gestion des barrages observées les semaines précédant l'échantillonnage des campagnes d'été 2011 à Belley ont probablement eu des effets sur les peuplements faunistiques en place. **Seules des études sur du long terme nous permettront de comprendre l'origine de ces variations inter-annuelles des densités des espèces.**

De plus, l'implantation d'espèces exogènes invasives telles que *Dikerogammarus villosus* pendant les travaux de restauration du Haut-Rhône (*cf* détails dans Olivier *et al*. 2007) suivi, en 2006 par de la colonisation des Corbicules dans les secteurs de Chautagne et de Belley et depuis 2008, du Polychète *Hypania invalida* dans les secteurs de Brégnier-Cordon et de Belley soulèvent de réels problèmes. Il est en effet **difficile de séparer la part relative des effets de ces espèces sur les invertébrés en place de celle des opérations de restauration**. Cette connaissance s'avère pourtant indispensable pour pouvoir quantifier précisément les effets des augmentations de débits sur les peuplements d'invertébrés du Haut-Rhône.

Les métriques liées aux modifications de débits utilisées dans le cadre du suivi de l'augmentation des débits réservés du Rhône doivent donc être interprétées dans le cadre d'un suivi comprenant plusieurs campagnes d'échantillonnage pré et post-restauration et en intégrant l'ensemble des facteurs susceptibles d'avoir une influence sur la dynamique des espèces dans les Vieux-Rhône (modification de l'hydrologie en fonction des contraintes d'exploitation et d'entretien des usines par la CNR, facteurs hydro-climatiques, arrivée de nouvelles espèces exogènes…). La validation du modèle FSTress ne se fera donc que sur du moyen ou du long terme et il n'est pas étonnant que les résultats des premières campagnes post-restauration ne soient pas immédiatement conformes aux attentes.

D'un point de vue méthodologique des améliorations seront apportées pour augmenter notre pouvoir prédictif. De nouveaux modèles biologiques seront développés pour les espèces apparues après restauration (e.g. espèces exogènes). Certaines de ces espèces prennent une place essentielle après restauration (e.g. *Dikerogammarus villosus* ou *Hypania invalida*) et il devient donc important de connaitre leurs exigences vis-à-vis des conditions hydrauliques et de prédire les effets des augmentations de débits sur leurs densités. De plus, nous disposons actuellement d'un jeu de données suffisant pour définir les préférences hydrauliques des taxons tels que *Dryops* spp. ou *Bithynia tentaculata* (présents mais peu abondants avant restauration sur le Haut-Rhône.

2.4 Hydromorphologie des lônes

2.4.1 Objectifs et méthodologie

En matière de sédimentation des lônes, le programme de restauration du Rhône aborde deux questions majeures :

- **Quelle est la durée de vie d'une lône restaurée?** En d'autres termes, y a-t-il un comblement du bras par sédimentation? Existe-t-il des phénomènes de décapage des sédiments ralentissant le processus, voire l'inversant? Cette durée de vie est-elle modifiée par la restauration? Ce premier ensemble de questions est abordé en confrontant le taux de sédimentation (épaisseur des sédiments déposés sur une période de temps donnée) et la hauteur d'eau moyenne (disponible par ailleurs) de la lône qui est susceptible d'enregistrer le comblement ;

- **La restauration modifie-t-elle les conditions d'habitat dans la lône ?** Ces conditions d'habitat dépendent des caractéristiques de l'écoulement et de la granulométrie du lit. L'objectif est ici de déterminer si les conditions d'habitat sont modifiées par rapport aux conditions initiales et si ces nouvelles conditions vont se maintenir durablement. Pour caractériser cette évolution, un suivi de la granulométrie moyenne et de la variabilité granulométrique intra-lône est réalisé. Il est complété par un suivi automatisé des hauteurs d'eau.

Le protocole repose sur un suivi piézométrique continu et une campagne de terrain tous les deux ans durant laquelle deux types de relevés sont effectués :

* **Mesure de l'épaisseur de la sédimentation fine et de la hauteur d'eau**. La sédimentation a été observée à partir d'un réseau de points d'observation (mesure par carottage de l'épaisseur du dépôt de sédiments fins dans la zone en eau), distribués le long de l'axe de chacune des lônes (1 point tous les 10 m. de linéaire, soit entre 19 et 291 points par lône). Ces mesures permettent de calculer la durée de vie de la lône au fur et à mesure de son vieillissement. Un protocole « extensif » (un point tous les 30 m. ou bien tous les 20 m.) a été mis en place sur la lône de Malaubert et la lône de la Roussette, étant donné l'étendue du linéaire prospecté (3860 m.). D'autre part des secteurs exondés au moment des mesures ont été sondés à la tarière pédologique ou au pénétromètre. C'est le cas sur ROU, MALU, REPU lors de la caractérisation de l'état initial de 2009 et de 2011 à Montélimar et Donzère-Mondragon.

* **Mesure de la distribution granulométrique**. Cinq prélèvements équi-répartis longitudinalement sont réalisés dans l'axe de la lône à la benne d'Eckmann afin de mesurer la taille médiane des sédiments de surface et sa variabilité longitudinale. Pour les lônes atterries, les cinq prélèvements ont été réalisés à la tarière pédologique, la taille médiane des sédiments de surface étant ensuite mesurée.

Les campagnes de mesures et prélèvements n'ont pas été effectuées en 2012, elles le seront en 2013, le rapport d'étape contient par conséquent:

- une synthèse des données actualisées jusqu'en 2011;
- les perspectives de 2013.

2.4.2 Synthèse des résultats disponibles (sites restaurés des tronçons de Chautagne, Belley, Brégnier-Cordon et de Pierre-Bénite)

Au cours de l'été 2011, dix-huit lônes restaurées ont été échantillonnées sur les vieux-Rhône de Chautagne, Belley, Brégnier-Cordon et Pierre Bénite. Un deuxième état avant-restauration a été observé sur plusieurs lônes du Rhône moyen. Ne sont traités ici que des sites restaurés.

2.4.2.1 Rappel des typologies de fonctionnement morpho-sédimentaire des lônes restaurées

Les analyses des précédentes années des bras restaurés avaient mis en évidence des groupes fonctionnels de lônes permettant d'établir une typologie des réponses morpho-sédimentaires post-restauration.

Trois groupes fonctionnels se distinguent.

1- Les bras vifs permanents (Lucey, Anse de Yenne, Mattant et Vachon), ou semi-permanents (Fournier).

Tous situés sur le Haut-Rhône, ils possèdent des fonds essentiellement graveleux. Leur patron sédimentaire s'est rapidement ajusté aux nouvelles conditions post-travaux. Certains (Lucey et Mattant) présentent encore localement quelques plaques sporadiques de sédiments fins. Ces Zones Aquatiques Périfluviales (ZAP) sont pérennes.

On peut penser que la géométrie de ces lits est fixe, mais cela reste à confirmer. La mise en place de bouchons alluviaux en amont de Yenne, Mattant, Vachon est à surveiller.

2- Les lônes présentant des fonds graveleux périodiquement décapés.

Ce groupe rassemble des lônes déconnectées à l'amont (Brotalet, Luisettes, Moiroud, Béard, Grange, Jaricot) auxquelles s'ajoutent les cas particuliers de Cerisiers (connexion amont semi-permanente) et Ciselande (connectée amont-aval).

Ces ZAP sont assujetties à des phénomènes de régénération se produisant pour des épisodes de crue fréquents (<Q5). La temporalité des processus diffère entre le Haut-Rhône et le secteur de Pierre-Bénite en aval de la confluence du fleuve avec la Saône.

L'organisation longitudinale des dépôts de fines peut y être discontinue (notamment sur Luisette, Béard, Granges, Cerisiers, Ciselande) ou bien s'étendre sur des segments plus longs (Brotalet, Moiroud, Jaricot). Dans l'ensemble, ces lônes sont plutôt sableuses, mais les conditions granulométriques sont extrêmement variables au cours du temps. Certaines lônes du Haut-Rhône présentent une forte sensibilité à la phase de sédimentation dominante observée au cours de la période 2007-2009 (Brotalet, Moiroud et Béard principalement).

Une caractérisation plus précise des lônes de ce groupe nécessite un travail approfondi, notamment à partir de la mise à jour de deux indicateurs : les fréquences de débordement et leur intensité (forces tractrices). Ce travail est d'ores et déjà réalisé et viendra compléter la caractérisation du fonctionnement des lônes dans la synthèse finale.

3- Les décanteurs (Malourdie, Molottes, Ponton et Table Ronde).

Ces lônes sont déconnectées à l'amont et soumises à des retours d'eau intenses. Elles possèdent les vitesses de sédimentation les plus élevés mais tendent à décroître rapidement au cours du temps. La sédimentation y est uniforme au sein des lônes (à l'exception de la partie amont de Table Ronde). Les sédiments déposés se caractérisent par une forte homométrie (des limons fins à moyens).

Malourdie, Ponton et Table ronde ont pour caractéristique commune de posséder un angle de connexion avec le Rhône proche de 90°. Les conditions de site pour Molottes sont plus complexes.

Malgré une forte proportion de surface graveleuse, la lône de Chantemerle possède un fonctionnement de type bassin de décantation. Les études d'avant-projet (CNR 1998, 2000) prévoient des opérations d'entretien sous la forme de curage ponctuel du fond des lônes. A ce titre, il est préférable de ne pas intervenir sur les bouchons (Malourdie, Table

Ronde), étant donné leur rôle dans la diminution du rythme d'accrétion des sédiments fins à l'intérieur de ces ZAP.

2.4.2.2 Bilan 2011

Rythmes interannuels de sédimentation

Le calcul des taux de sédimentation annuels avant restauration a été revu à partir de l'exploitation des photographies aériennes géoréférencées disponibles pour dater la déconnexion amont des sites suivis (*c.f.* rapport d'étape 2010). Les valeurs post-travaux ont été affinées en prenant en compte les périodes globales de fin de travaux de génie civil fournis par la C.N.R.

Evolution temporelle des vitesses de comblement

L'analyse des taux annuels de sédimentation post-travaux souligne différentes tendances morpho-sédimentaires (Tab. 2.4.1) en confirmant les résultats précédemment décrits.

1) Concernant les bras présentant fréquemment ou continuellement des écoulements vifs (Fournier, Lucey, Yenne, Mattant, Vachon), les relevés réalisés en 2011 confirment que ces sites se caractérisent par une absence de sédimentation significative. A noter, que l'Anse de Yenne (connexion amont-aval permanente) et la Lône de Lucey (connexion amont-aval permanente via deux buses d'1 m de diamètre) présentaient une sédimentation plus forte en 2011.

2) Dans les lônes présentant des fonds graveleux périodiquement décapés (Brotalet, Luisettes, Moiroud, Béard, Granges, Jaricot), auxquelles s'ajoutent les cas particuliers des Cerisiers (connexion amont semi-permanente) et de Ciselande (connectée amont-aval), les taux de sédimentation tendent à décroître avec le temps. Luisettes et Ciselande sont les seuls sites de ce groupe à présenter une baisse continue depuis le début du suivi.

3) Les systèmes possédant une forte propension à l'accumulation de matériaux fins (Malourdie, Molottes, Ponton, Table Ronde) résultant d'un écoulement lent, de la présence d'un bouchon alluvial amont et d'une alimentation dominante par retour d'eau depuis l'aval enregistrent toujours des valeurs de sédimentation élevées comparativement aux autres sites. Les taux enregistrés en 2011 sur les "décanteurs" sont stables par rapport à ceux de 2009 pour Malourdie et Table Ronde (respectivement à T+7,5 et à T+12,1) et les valeurs annuelles de sédimentation plus élevées sur Molottes et Ponton (respectivement 12,8 et 11,6 cm /an à T+5). Ce constat reste cependant à nuancer pour Molottes étant donné que les excavations n'ont pas toujours permis d'atteindre le toit de galet à cause d'une trop forte instabilité des berges.

	Taux de sédimentation annuel moyen, en cm/an (+/- écart-type)						
Chautagne	2003	2005 (T+1)	fév. 2006	oct. 2006	2007	2009	2011
MAL	ø	32,0 (9,9)	12,6 (6,2)	14 (6,6)	8,9 (4,6)	8,6 (4,7)	7,4 (4,3)
BRO	ø	16,6 (15,9)	4,2 (5,8)	4,8 (5,2)	5,6 (6,2)	4,0 (3,4)	4,7 (3,8)
Belley	2003	2004 (T-1)	fév. 2006	oct. 2006	2007	2009	2011
LUI	ø	0 (0)	14 (14,9)	4,8 (6,6)	2,8 (4,8)	2,7 (3,6)	1,3 (1,9)
MOI	ø	0,5 (0,4)	7,5 (9,3)	6,8 (8,7)	3,0 (3,8)	2,7 (2,7)	2,7 (2,2)
FOU	ø	0 (0)	1,0 (3,6)	0,2 (1,1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
BEA	ø	0,7 (0,9)	2,3 (4,9)	3,3 (5,4)	1,0 (3,0)	1,7 (2,6)	1,8 (3,1)
LUC	ø	0,2 (0,6)	0,4 (3,7)	1,6 (3,3)	0,2 (1)	0,1 (0,5)	1,1 (2,0)
YEN	ø	0 (0)	1, (4,0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,4 (0,9)
Brégnier-Cordon	2003	2004 (T-2)	fév. 2006	oct. 2006	2007	2009	2011
GRA	ø	0 (0)	ø	4,1 (12,3)	0,6 (2,7)	1,4 (2,9)	1,4 (2.7)
VAC	ø	0 (0)	ø	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
CER NR*	ø	0,6 (1,0)	ø	0,4 (1,0)	0,2 (0,5)	0,4 (0,8)	0,8 (1,3)
CER R*		-	ø	7,7 (16,1)	10,5 (10,6)	12,7 (8,1)	12,5 (6,3)
MAT	ø	0,7 (0,8)	ø	4,5 (13,8)	ø	0,1 (1,2)	0 (0)
MOL	ø	2,2 (1,0)	ø	47,4 (26,2)	17,0 (8,4)	15,2 (3,3)	12,8 (2,2)
PON	ø	1,9 (0,9)	ø	52,8 (29,4)	16,7(9, 0)	15,1 (4,6)	11,6 (3,5)
Pierre-Bénite	2003	2004 (T+5)	2006		2007	2009	2011
CIS	0,2 (0,2)	3,6 (1,6)	Ø		1,3 (2,4)	1 (2,2)	0,9 (1,7)
JAR	4,1 (2,8)	Ø	Ø		2,3 (1,9)	1,3 (1,6)	1,9 (2,0)
TAB**	8,0 (4,5)	Ø	7,3 (2,8)		4,6 (2,8)	4,1 (2,6)	4,3 (2,1)

* la lône n'a subi qu'un curage ponctuel (environ 100 m. de linéaire) au niveau de la confluence du bras avec la Bièvre. Pour le calcul des valeurs de sédimentation après travaux, le linéaire prospecté est dissocié en deux sous ensembles : les taux de sédimentation présentés pour CER1 correspondent aux sections non restaurées (calculés à partir de la date de déconnexion amont du bras) et ceux de CER 2 sont calculés pour les points du linéaire restauré (calculés à partir de la date de fin des travaux de génie civil).

** Les points de sondage ne présentant pas de dépôts de sédiments fins en 2009 ne sont pas pris en compte dans le calcul pour l'année en question).

Tableau 2.4.1 : Taux annuels moyens de sédimentation des lônes restaurées (Les valeurs initiales sont calculées en tenant compte du nombre d'années séparant la date de déconnexion du bras de l'année du relevé à T-x ; elles se basent sur l'année de restauration pour T+x. Le nombre d'échantillons considéré pour le calcul est indiqué sur les graphiques de l'annexe A.4.4.1 pour chaque lône et chaque campagne).

Evolution temporelle de la variabilité longitudinale de la sédimentation fine

L'analyse des rythmes interannuels de sédimentation est complétée par des analyses graphiques permettant d'apprécier les trajectoires suivies par les sites en terme de recouvrement du fond des lônes par les sédiments fins (Figure 2.4.1) et d'autres mettant en relation la part relative du linéaire de chaque lône et la fréquence cumulée de l'épaisseur sédimentaire observée sur chaque point de mesure.

Evolution temporelle du taux de recouvrement du fond des bras par les sédiments fins

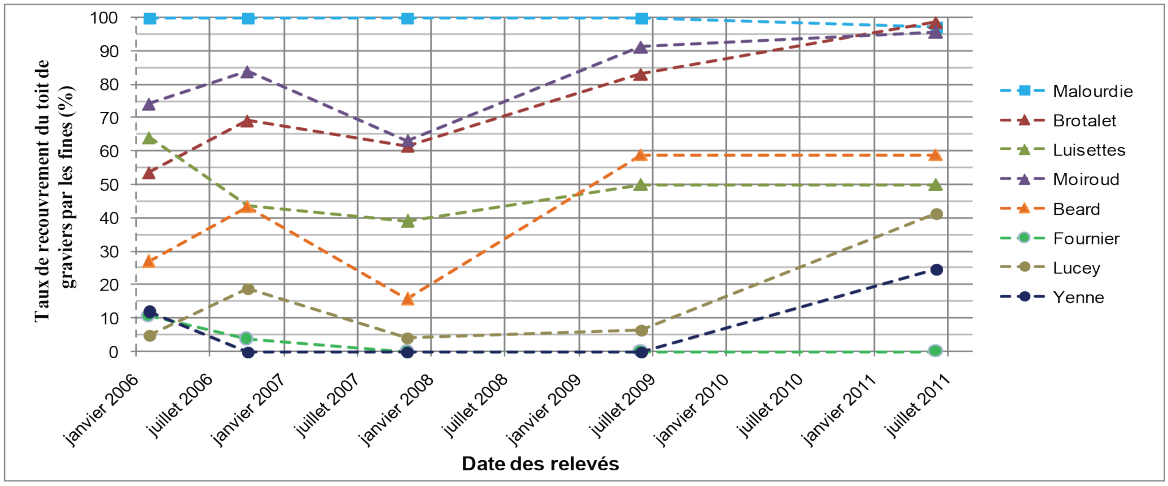
Entre 2009 et 2011, la tendance générale se traduit à nouveau par un contexte de sédimentation dominante sur l'ensemble des linéaires prospectés. Luisettes et Béard sont les seuls sites où le taux de recouvrement est resté stable sur cette période. Seul Mattant présente une tendance à la baisse.

Jaricot et Ciselande situées sur le Vieux-Rhône de Pierre-Bénite présentent entre octobre 2007 et septembre 2009 une phase où les processus érosifs ont prédominés. Ces deux sites, et plus particulièrement Jaricot, suivent une tendance similaire à celle observée sur les lônes du Haut-Rhône sur la période septembre 2009 - juillet 2011. Ciselande reste globalement stable sur cette période.

L'amplitude maximale de variation entre les campagnes de 2009 et de 2011 est observée sur les bras vifs de Lucey et Yenne, puis Chantemerle et Cerisiers (respectivement +34,6 % et +24,6 %, puis +16,6 % et +16,3%). Ces sites présentent des fréquences de connexion amont élevées. Ces bras plus affectés que les autres par le contexte hydrosédimentaire 2009-2011, confirme que la connectivité hydrologique amont peut avoir des effets antagonistes sur les patrons de sédimentation observés.

Béard, Moiroud et Lucey semblent les plus sensibles à l'unique phase de décapage généralisée à l'ensemble des sites du Haut-Rhône (octobre 2006 - octobre 2007) que nous avons pu observer depuis le début du suivi puisqu'elle affiche des taux négatifs (respectivement -27,6%; -20,6% et -14,8%).

1)



2)

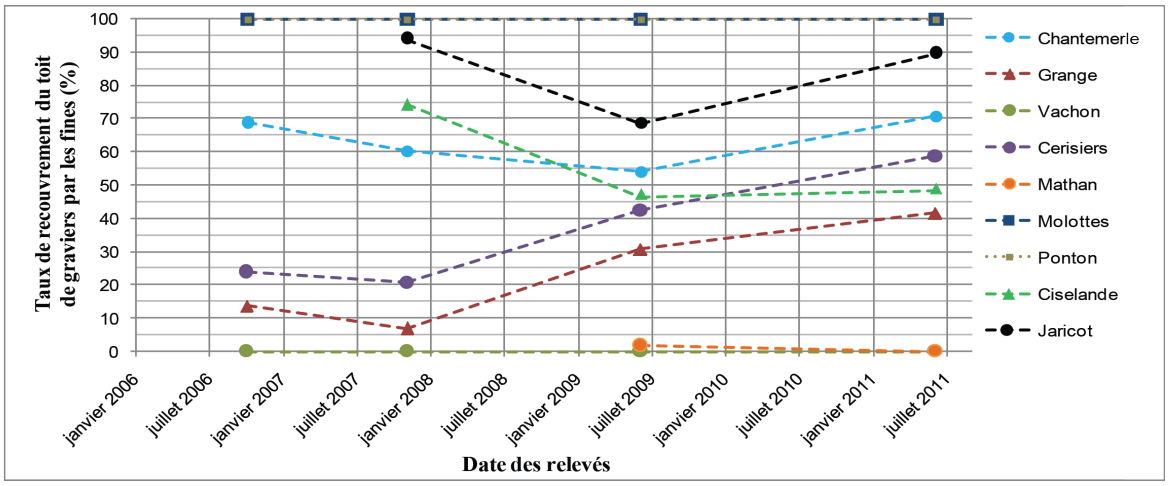


Figure 2.4.1 : Evolution temporelle du taux de recouvrement par les sédiments fins du fond des lônes restaurées des secteurs (1) de Chautagne et de Belley (5 observés - entre février 2006 et août 2011), puis (2) de Brégnier-Cordon (4 observés - entre février 2006 et août 2011) et de Pierre Bénite (3 observés - entre octobre 2007 et juillet 2011 - le nombre de points de sondage pour les relevés effectués avant 2007 étant insuffisant sur le secteur de Pierre-Bénite, ces relevés ne sont pas intégrés à l'analyse).

N.B. : Les carrés correspondent aux "décanteurs", les cercles aux bras présentant des fonds graveleux périodiquement décapés et les triangles aux bras vifs permanents ou semi-permanents.

Evolution temporelle de la variabilité longitudinale de l'épaisseur sédimentaire

1) Pour les bras présentant fréquemment ou continuellement des écoulements vifs (Fournier, Lucey, Yenne, Mattant et Vachon), la structure en paliers successifs, typique des bras secondaires courants, révèle bien la répartition spatiale des tâches de sédimentation et leur contribution dominante à la sédimentation observée. Ces dépôts d'alluvions fines sont le résultat d'une modification locale de la géométrie. Aucune trace de sédiments fins n'a été observée en 2011 sur Fournier, Vachon et Mattant alors que de nouveaux dépôts ont été observés sur Yenne et Lucey (cf rapport 2011).

2) Pour les lônes présentant des fonds graveleux périodiquement décapés (Brotalet, Luisettes, MOI, BEA, GRA, JAR, auxquelles sont inclues Cerisiers et Ciselande), deux groupes distincts avaient été identifiés dans le rapport d'étape de 2009 :

i) les lônes présentant une sédimentation discontinue (Luisettes, Béard, Granges, Cerisiers et Ciselande) au sein desquelles la succession de paliers montre que la sédimentation se réalise longitudinalement dans des zones préférentielles plus ou moins étendues. Deux sous-types ont été observés après la campagne de 2011 pour les lônes de ce groupe:

a - Luisettes, Béard et Granges, présentant des segments homogènes plus longs, mais ne concernant pas l'ensemble du linéaire. Le premier tiers amont de la zone en eau de ces sites est très peu enclin au dépôt des alluvions fines en transit, signalant ainsi que les forces tractrices sont suffisantes lors de la connexion amont pour décaper, et que les retours d'eau par l'aval observés avant débordement sont peu intenses.

b - Cerisiers et Ciselande, où les zones sans sédimentation et les zones de dépôts préférentielles localisées sont stables au cours de la période.

ii) les lônes où la sédimentation est plus régulière avec des segments homogènes plus longs (Brotalet, Moiroud et Jaricot).

3) Pour les décanteurs (Malourdie, Molottes, Ponton, Table Ronde), les graphiques mettent en évidence l'uniformité de la sédimentation sur ces sites.

Ces résultats sont synthétisés sur la Figure 2.4.2.

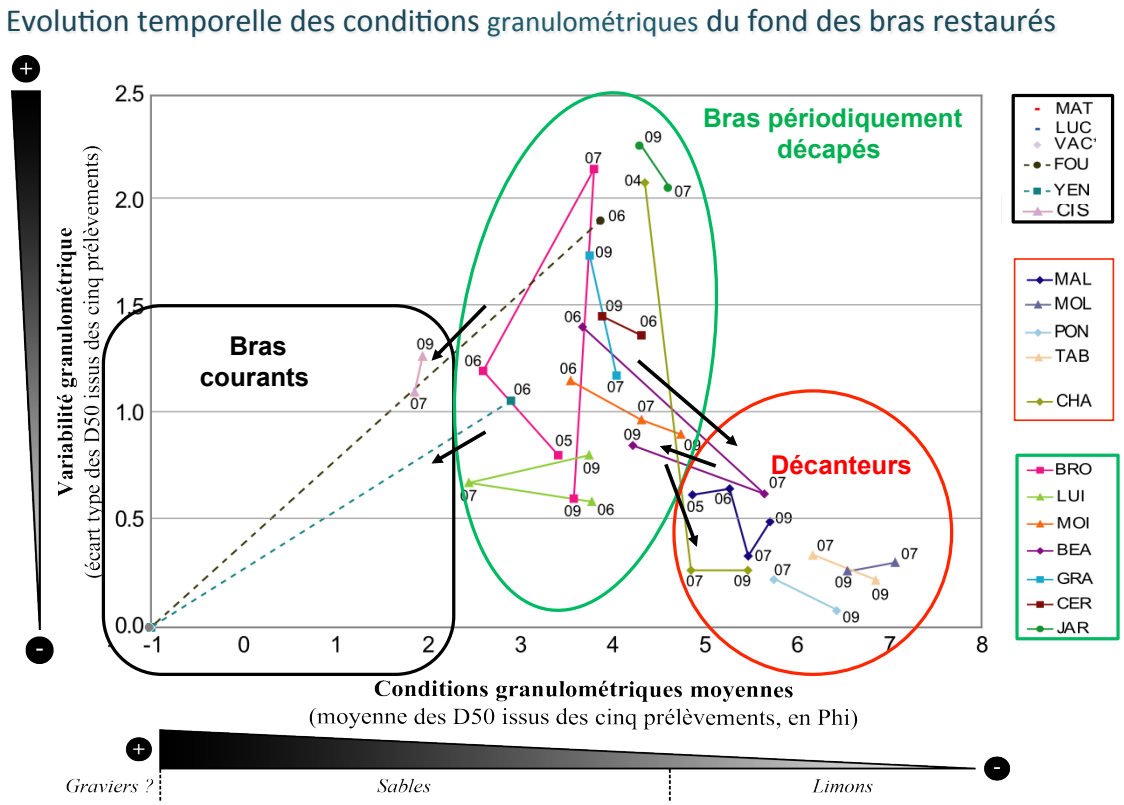


Figure 2.4.2 : classement des différents types de lônes suivies après restauration en fonction de la granulométire moyenne du subtrat et de la variabilité granulométrique au sein de chaque lône.

2.4.2.3 Rappel de l'évolution temporelle des hauteurs d'eau observées des lônes du Haut-Rhône et de Pierre-Bénite dans leur état post-réhabilitation

la mesure de la hauteur d'eau est susceptible de rendre compte de deux phénomènes : i) une évolution du remplissage sédimentaire et ii) une évolution du niveau d'eau lui-même généralement fonction du niveau du Rhône. Le niveau d'eau est donc d'une part lié à la valeur du débit au moment de l'observation mais aussi à l'évolution interannuelle de la géométrie du lit mineur du Rhône qui contrôle les niveaux de base. L'évolution de la géométrie des bras vifs constitue également une hypothèse à considérer. La combinaison des processus de comblement sédimentaire et de l'abaissement des niveaux d'eau rend compte du phénomène d'atterrissement d'un bras.

Les hauteurs d'eau observées lors de la campagne de relevés 2011 et 2013 seront intégrées lors de la synthèse finale. Les données suivantes proviennent du rapport 2011.

1) Les bras présentant fréquemment ou continuellement des écoulements vifs comme FOU, LUC, YEN, VAC enregistrent une diminution de la hauteur d'eau sur la période 2006 - 2009 (cf rapport 2011). Les résultats analysés à cette époque semblent indiquer globalement l'exhaussement des bras à l'exception de lucey où la stabilité des hauteurs d'eau indique un équilibre dynamique. Néanmoins, la plupart des lônes subissent des ajustements géométriques de leur lit ce qui rend l'interprétation de leur évolution complexe. A noter qu'un évènement potentiellement morphogène entre 2006 et 2007 est probablement impliqué dans les nouveaux ajustements de la géométrie d'une partie de ces lônes (cf. rapport 2011).

2) Pour les lônes présentant des fonds graveleux périodiquement décapés (Brotalet, Luisettes, Moiroud, Béard, Granges, Jaricot, auxquelles s'ajoutent les cas particuliers de CER (connexion amont semi-permanente) et Ciselande (connectée amont-aval), certaines trajectoires restent surprenantes et nécessitent l'intégration des nouveaux résultats récemment traités mais non intégrés au rapport. Cela concerne les hauteurs d'eau observées lors du printemps 2006 sur les sites de Luisettes et Béard.

En résumé, pour les autres lônes de cette catégorie, les hauteurs d'eau observées sont relativement stables dans le temps et pour Luisettes, Béard, Cerisiers "section restaurée", et Ciselande présentent toutes une tendance nette à l'abaissement des niveaux d'eau.

3) Concernant les décanteurs, seules les hauteurs d'eau de Malourdie a été corrigées. Les résultats indiquent, entre le printemps 2006 et l'été 2009, que la hauteur d'eau moyenne a diminué d'environ 37 %, ce qui correspond à une vitesse d'atterrissement moyenne sur cette même période de 15 cm/an.

Les résultats sur les hauteurs d'eau mesurées au moment des relevés ont été corrigées à partir des courbes de tarage et des modèles statistiques associés pour une partie des sites (*c.f.* §2.4.4 du rapport 2011).

L'exploitation des chroniques piézométriques qui doit permettre de caractériser la connectivité hydrologique latérale des bras possédant un bouchon alluvial amont est actuellement terminé, et les courbes de tarage ont été élaborées pour l'ensemble des sites instrumentés. Les modèles permettant de calibrer la relation hauteur/débit dans les lônes selon la méthode RLS ou RLM pour les cas plus complexes, seront intégrés dans les analyes présentées lors de la synthèse finale. Ces modèles permettent de finaliser l'élaboration des indicateurs hydrologiques et hydrauliques (fréquences de connexion et calcul des forces tractrices pour différents débits d'intérêts). Les données associées sont introduits dans la typologie fonctionnelle des bras restaurés, qui combinées avec les indicateurs

de variabilité des conditions granulométriques, rendent compte de la diversité des habitats et de leur évolution au cours du temps.

2.4.3 Conclusions et perspectives

La campagne de relevés sédimentaires de 2011 a permis de consolider les trajectoires observées depuis le début des mesures en termes de patrons sédimentaires des sites restaurés. La tendance générale rend compte à nouveau d'un contexte de sédimentation dominante sur la période 2009-2011 pour l'ensemble des linéaires prospectés des lônes du Haut-Rhône et de Pierre-Bénite mais les contrastes locaux sont toujours aussi significatifs. Il y a bien une grande variabilité des dynamiques hydromorphologiques.

L'analyse de l'évolution temporelle des taux annuels de sédimentation inter-observés indique qu'à l'instar des autres bras morts, les décanteurs (Malourdie, Molottes et Ponton) enregistrent des processus érosifs entre les campagnes de relevés d'octobre 2006 et d'octobre 2007.

L'analyse comparative de l'évolution temporelle des lames d'eau mesurées a montré que la géométrie des bras présentant fréquemment ou continuellement des écoulements n'est pas toujours fixe, ce qui souligne que ces bras enregistrent aussi des évolutions pouvant résulter de changements morphologiques affectant aussi le chenal principal. Dans ce cadre, l'évolution récente de la lône de Ciselande est tout à fait illustrative.

Les données acquises depuis le début du projet sont actuellement validées à l'aide des modèles réalisés sur chacun des sites. Ce travail qui sera présenté lors de la synthèse finale permet en l'occurrence de:

1 - finaliser l'élaboration des indicateurs hydrauliques et hydrologiques (fréquences de connexion et calcul des forces tractrices pour différents débits d'intérêts), à partir des courbes de tarage et des modèles statistiques associés issus de l'exploitation des enregistrements piézométriques.

2 - réaliser une typologie fonctionnelle des bras restaurés combinant les indicateurs hydrauliques, hydrologiques et granulométriques, qui permet de rendre compte de la diversité des habitats et de leur évolution au cours du temps.

Les résultats ainsi obtenus (1 et 2) permettront, lors de la synthèse finale, de proposer différents modèles prédictifs du comblement des lônes et d'apporter des éléments de réponses quant aux effets de la complexité morpho-hydraulique interne sur les patrons de sédimentation observés.

2.5 Végétation dans les lônes

2.5.1 Rappel des objectifs

Les données floristiques sont analysées, lorsque c'est possible, de manière diachronique, en comparant les différentes situations de restauration, et au travers d'une analyse de l'évolution de la diversité ainsi que du contenu floristique de la zone humide. L'évolution du fonctionnement de ces milieux est établie à l'aide d'un diagnostic fonctionnel réalisé sur la base des exigences écologiques des espèces végétales. Ce diagnostic repose sur la méthode mise au point par Bornette *et al.* (1996) et consiste à mettre en relation les espèces dominantes de la zone humide avec leurs exigences écologiques (Amoros *et al.,* 2000) à un instant donné. Les critères d'exigence sont la ***tolérance des espèces à la charge des eaux en phosphates et ammoniaque, leur tolérance au décapage ou au dépôt de sédiments lors des crues*** (degré de perturbation), et ***leur association aux milieux alimentés par les eaux souterraines.*** Ce fonctionnement est affiné le cas échéant par la connaissance des caractéristiques physiques et chimiques du site.

L'ensemble de ces critères permet de dégager le type de fonctionnement de la zone humide, déduire sa durée de vie (durée de la phase aquatique) et ses potentialités de restauration. Ce diagnostic permet par conséquent de mesurer l'opportunité de conduire une opération de restauration et le succès qu'on peut en attendre en ce qui concerne les opérations prévues, notamment sur le secteur de Péage-de-Roussillon. Il permet également de mesurer l'écart entre l'objectif fixé par l'opération et le résultat effectif de celle-ci, au fur et à mesure de l'évolution de la zone humide.

2.5.2 Stratégie d'échantillonnage

Protocole et méthodologie

Les relevés de végétation sont effectués à la fin de la saison de végétation au début de l'automne (août-septembre), sur des transects de 2 m de large s'étendant d'une rive à l'autre, perpendiculairement à l'axe d'écoulement longitudinal de la lône. Sur chaque lône, ces transects sont régulièrement espacés de l'aval vers l'amont sur toute l'étendue du chenal en eau. Sur chaque transect, l'abondance (% de recouvrement) et la sociabilité de chaque espèce sont estimées visuellement à l'aide du double indice de BRAUN-BLANQUET. Sont également mesurées la largeur en eau, la profondeur au centre du transect et la granulométrie du substrat exprimée par le pourcentage de recouvrement (mêmes classes que pour la végétation) de chaque classe granulométrique (galets et graviers, sables, limons, vases, sédiments tourbeux) estimée visuellement sur la surface du transect.

Les étapes de la mise en œuvre du diagnostic floristique sont les suivantes :

- Les espèces dominantes de chacune des zones floristiques des lônes sont recherchées dans les tables des exigences écologiques des espèces (Bornette *et al.* 1996, Amoros *et al.* 2000).
- Ces critères d'exigences, utilisés comme métriques, permettent de définir les types fonctionnels et d'estimer la durée de vie des chenaux ainsi que leurs potentialités de restauration.
- L'évolution de l'abondance relative des hélophytes dans le peuplement (plantes ripariales, ou tolérantes aux exondations) contribue également à évaluer le degré de permanence des eaux (élément pris en compte dans l'estimation de la durée de vie).

La dynamique des zones humides est analysée pour les différentes situations de restauration par des analyses multivariées classiques.

Des informations complémentaires sont également nécessaires pour l'établissement d'un diagnostic pertinent (hauteur d'eau, nature du substrat…). Le substrat dominant dans la partie la plus profonde des transects informe sur les vitesses atteintes en temps de crue dans le milieu, les substrats grossiers témoignent de vitesses élevées capables d'éliminer les sédiments fins.

Échantillonnage 2012

Secteur de Belley

Les lônes des Luisettes, Moiroud, Béard et Fournier ont été échantillonnées le 16, 17 Juillet 2012 et le 19 septembre 2012.

La campagne d'échantillonnage réalisée en 2012 est la troisième depuis la restauration de ces lônes en 2005.

Secteur de Péage de Roussillon

Les lônes de la Platière, de la Platière amont, du Noyer Nord, de l'Ilon, du casier d'Arcoules, des casiers de Platière, de la Boussarde et de la Sainte ont été échantillonnées le 23, 24 et 25 Juillet 2012.

Secteur de montélimar

Seule la lône de la Barcasse a été échantillonnée le 27 Juillet 2012, la lône de la Roussette étant en cours de restauration.

Secteur de Donzère-Mondragon

Dans le cadre de la définition de l'état initial pré-restauration, les lône de Grange Ecrasée, de Malatras, du Carré, de la République, de Malaubert, du Bayard, de Caderousse et des Joncs ont été échantillonnées le 20, 25, 26, 30 et 31 Juillet 2012, et le 01, 02 et 03 Août 2012.

2.5.3 Résultats : évolution du diagnostic floristique secteur de Belley

Lône des Luisettes

En 2012 :

- Richesse spécifique : 23 espèces, 21 espèces en enlevant les cyanophytes
- espèces dominantes : *Elodea nuttallii*
- le peuplement dominant témoigne de **conditions mésotrophes** et **d'apports phréatiques importants**
- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations moyen** et la présence de **processus d'alluvionnement faibles**.
- présence de *Sparganium emersum*, espèce protégée en région Rhône-Alpes.

Rappel de l'évolution

Le projet de curage prévoyait le surcreusement de la partie amont de la zone humide. Ce curage imposait probablement d'attaquer le plancher graveleux sur plus de 300 m. La profondeur de ce curage n'est pas précisée. Dans leur rapport de 1996, Henry & Amoros concluaient à une zone humide mésotrophe, plutôt moyennement perturbée (d'après l'abondance végétale et son organisation) du fait du gué aval, et nettement alimentée par les sous-écoulements fluviaux. L'analyse de 2004 confirmait le diagnostic et concluait même à un écosystème très perturbé, avec des processus d'alluvionnement contrôlés à l'extrémité aval de la zone humide. Elle avait donc une durée de vie élevée à très élevée, son profil actuel résultant probablement d'un ajustement passé de son profil en long aux conditions d'écoulement en crue. La restauration de ce type d'écosystèmes est considérée comme utile, puisque 1) la lône présente un fonctionnement conforme à celui que l'on peut attendre dans ce type de cours d'eau, et 2) sa pérennité est garantie par les apports d'eaux souterraines et surtout par les crues érosives.

La diminution du nombre d'espèces indicatrices d'apports phréatiques suggérait une baisse du débit phréatique par colmatage du sédiment. Cette tendance était confirmée par l'augmentation de la part de limons dans le substrat entre 2003 et 2007, au détriment de la charge grossière, et par l'augmentation de la proportion d'espèces tolérantes à l'alluvionnement dans le peuplement végétal. Une espèce invasive, *Elodea nuttalli*, était devenue dominante en 2007. Conformément aux prévisions formulées dans le rapport de 2004, il semblait donc que le curage n'avait pas eu d'impact positif sur le fonctionnement de la zone humide et la biodiversité, mais au contraire, il pouvait avoir modifié le profil d'équilibre de la zone humide, favorisant ainsi l'alluvionnement.

Evolution actuelle

La richesse spécifique se stabilise depuis 2009, avec 23 espèces en 2012, *Elodea nuttallii* et *Potamogeton natans* restent dominantes (Tableau 2.5.1).

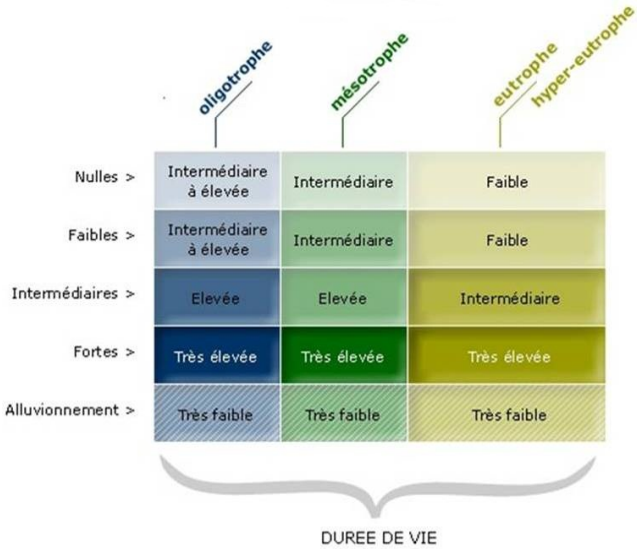
Les espèces témoignant d'apports phréatiques se maintiennent globalement (*Potamogeton natans*, *Groenlandia densa*, *Callitriche platycarpa*), certaines ne sont pas retrouvées (*Eleocharis acicularis*) mais d'autres apparaissent (*Veronica anagallis aquatica*, *sparganium emersum*…), ce qui indique des connexions permanentes de la lône avec les eaux souterraines (Tableau 2.5.1).

L'association de *Phalaris arundinacea* et *de Phragmites australis* milite en faveur de processus d'alluvionnement qui sont relativement faibles en 2012, cette tendance se confirme toutefois par l'augmentation de la part des limons dans le substrat au détriment de la charge grossière (21% de limon en 2007 à 54.5% de limon en 2009, puis 71.9% en 2012 Figure 2.5.1). Ce phénomène est plus marqué à l'aval de la lône.

L'augmentation des échanges phréatiques avec les aquifères ont probablement permis le maintien des conditions trophiques mésotrophes, mais le débit ne semble pas assez important pour limiter les phénomènes d'alluvionnement. La présence d'espèces intolérantes à l'alluvionnement (*Veronica beccabunga, Callitriche platycarpa*) indique toutefois que l'ampleur du phénomène n'est pas généralisée à toute la lône. Les perturbations par les crues et l'alimentation en eaux souterraines ne semblent pas avoir la même intensité dans ses différentes parties, elles restent globalement intermédiaires.

L'espèce introduite *Elodea nuttallii* se stabilise en termes d'abondance (voire en légère diminution, Figure 2.5.2), et on note la présence d'*Elodea canadensis* qui n'était pas réapparue depuis 1998 dans l'échantillonnage.

Dans l'ensemble, les effets du curage semblent avoir favorisés les processus d'alluvionnement, mais le phénomène tend à se stabiliser dans le temps et/ou trouver un équilibre dynamique (export ou remobilisation des particules fines) qui résulte d'évènements plus érosifs dû à la fréquence de débordement du Rhône plus importante certaines années (Luisettes 2007, pas d'alluvionnement détecté, Tableau 2.5.1, ce qui est corroboré par les résultats en sédimentologie, *données non publiées* - J. Riquier, 2013). L'évolution du cortège floristique depuis 2007 indique un fonctionnement mésotrophe lié aux apports phréatiques où le niveau des perturbations hydrologiques ne permet pas un export complet des fines s'accumulant dans la lône. On peut ainsi déduire que la durée de vie potentielle de la lône, dans ce contexte reste élevée (environ 60 ans) (schéma d'interprétation ci-dessous, voir Figure 2.5.3 pour la Lône des Luissettes).



Evaluation de la durée de vie à partir du fonctionnement écologique de la lône

Espèces\dates	1998	2003	2007	2009	**2012**
Potamogeton pectinatus	**1.43**	**0.90**	0.28	0.28	**0.45**
Chara vulgaris var. vulgaris	**1.05**				
Elodea canadensis	**0.78**				0.17
algues filamenteuses	**0.76**	0.37		0.19	**0.40**
Myriophyllum spicatum	**0.54**	0.22	0.33	0.02	
Groenlandia densa	**0.49**	**0.39**	0.09	0.19	0.04
Phalaris arundinacea	**0.38**	0.15	0.07	0.23	**0.23**
Myriophyllum verticillatum	**0.35**	0.12	0.30	0.02	
Callitriche platycarpa	0.27			0.13	0.13
Potamogeton natans	0.24		**0.74**	**1.11**	**0.87**
Ranunculus circinatus	0.19			0.02	0.04
Alisma plantago-aquatica	0.19	0.10		0.02	0.02
Potamogeton crispus	0.11	0.10	0.02		
Phragmites australis	0.11	0.05	0.02	0.13	0.13
Ceratophyllum demersum	0.05	0.10	0.09	0.09	0.02
Berula erecta	0.03	0.02			
Carex sp.	0.03	0.02		0.15	0.15
Lysimachia vulgaris	0.03				
Typha latifolia	0.03	0.02			
Elodea nuttallii		**1.22**	**0.59**	**1.51**	**1.17**
potamogeton nodosus		**1.02**			
characées		**0.90**	0.15	0.06	
Lemna minor		0.24	0.04	0.23	
Potamogeton pusillus		0.15		0.19	0.02
Eleocharis acicularis		0.10		0.09	
Callitriche sp.		0.05	0.04		
Nasturtium officinale		0.05		0.06	
Potamogeton perfoliatus		0.05			0.02
Ranunculus trichophyllus		0.05			0.02
Veronica beccabunga		0.05		0.04	0.04
Eleocharis palustris		0.02		0.02	
Mentha aquatica		0.02			
Zannichellia palustris		0.02		0.02	
Sparganium emersum				0.06	0.02
Impatiens glandulifera				0.04	
Lemna trisulca				0.04	
Glyceria fluitans				0.02	0.06
Veronica anagallis-aquatica					0.23
Fontinalis antipyretica					0.04
Leersia oryzoides					0.04
Cyanophytes					0.02
Richesse spécifique	**19**	**27**	**13**	**26**	**23**

Diagnostic écologique	***Classes***	1998	2003	2007	2009	**2012**
Niveau de trophie	oligotrophe	3.7	2.2	2.0	3.7	3.4
	Mésotrophe	**9.6**	8.3	**5.0**	**9.1**	**7.7**
	eutrophe	**9.5**	**9.6**	3.7	6.2	5.7
	hyper-eutrophe	8.9	**10.4**	3.9	6.2	5.4
Alimentation en eaux souterraines	O	**3.1**	1.3	**2.0**	**3.1**	**2.8**
	N	1.5	**2.3**	0.4	0.6	0.5
Perturbations par les crues	aucune	3.7	1.3	2.9	3.1	2.4
	faibles	9.1	5.6	4.3	6.1	5.1
	intermédiaires	10.1	8.8	**5.4**	**9.7**	**8.0**
	fortes	**12.1**	**12.0**	4.3	8.0	7.0
	alluvionnement	**10.2**	**11.1**	4.6	**7.2**	6.5

Tableau 2.5.1 : Abondance moyenne des espèces contactées et diagnostic du fonctionnement écologique de la lône des Luisettes de 1998 à 2012

Les abondances des espèces présentes sont multipliées à leur valeur d'indice, la somme de ces produits traduit l'affinité relative du peuplement pour chaque classe d'exigences écologiques. Les valeurs en gras et colorées de ce diagnostic reflètent le mieux le fonctionnement de l'écosystème à la date considérée (année 2012 en vert).

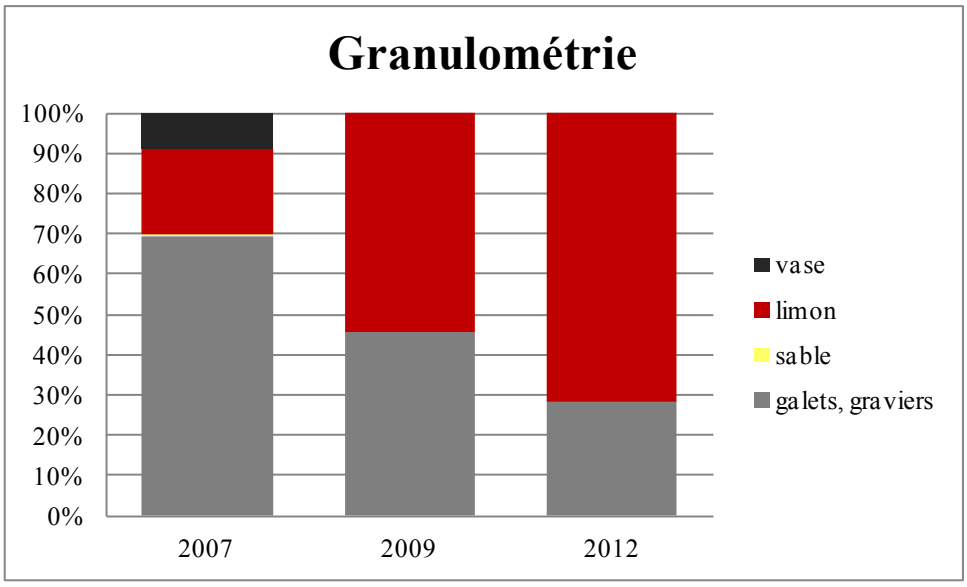


Figure 2.5.1 : Pourcentage de recouvrement du substrat sur la lône des Luisettes

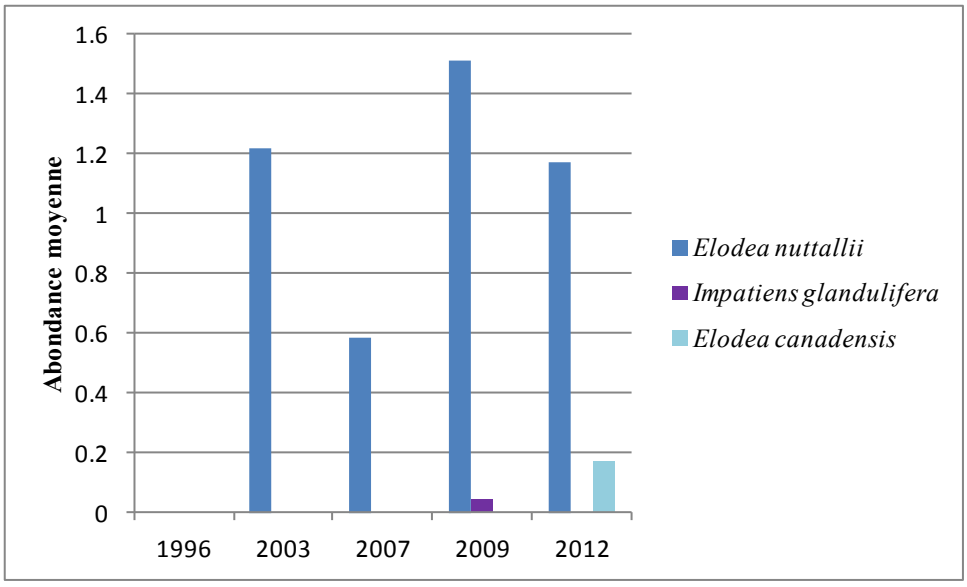


Figure 2.5.2 : Abondances moyennes des plantes invasives de la lône des Luisettes

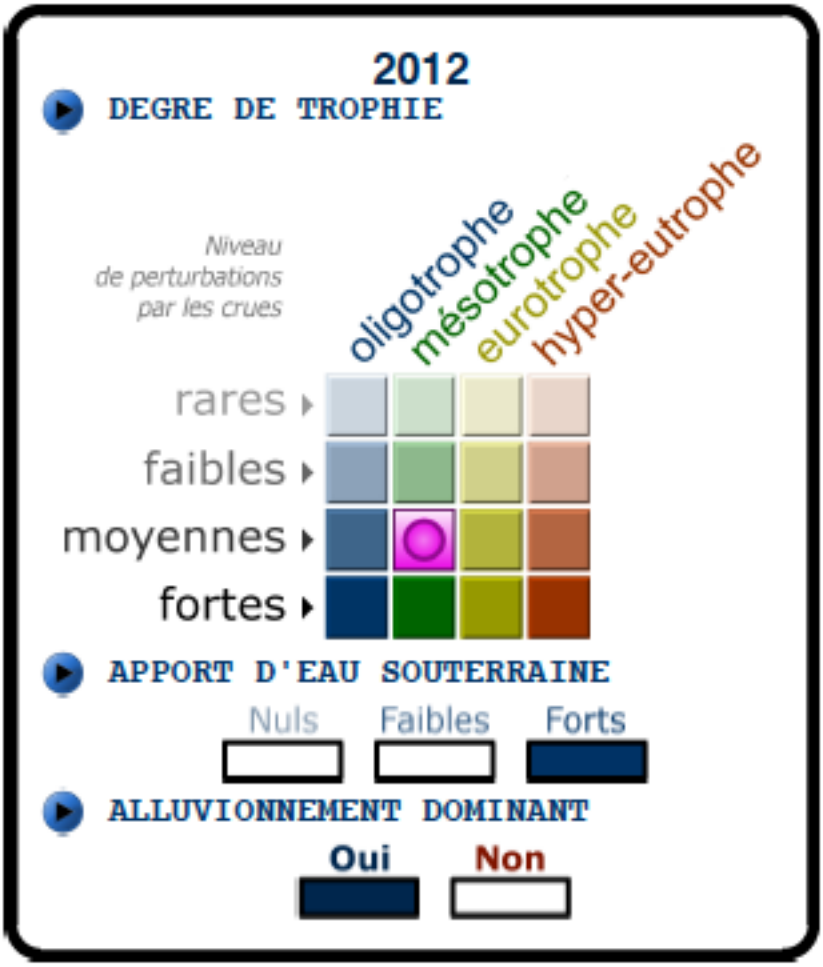


Figure 2.5.3 : Evaluation de la durée de vie à partir du fonctionnement écologique de la lône (extrait du site web :http://restaurationrhone.univ-lyon1.fr)

<u>Lône Moiroud</u>

En 2012 :

- Richesse spécifique : 23 espèces et 22 sans les algues filamenteuses

- Espèce dominante : *Elodea nuttallii*

- le peuplement dominant témoigne de **conditions mésotrophes** et **d'apports phréatiques**

- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations moyen** et de **la présence de processus d'alluvionnement**

Rappel de l'évolution

Le diagnostic de Henry & Amoros (1998) concluait à la relative stabilisation des successions dans la zone humide, grâce à une fréquence et une intensité de perturbations capables de limiter les processus successionnels et l'atterrissement de l'habitat. En 2003, on avait constaté une modification significative du fonctionnement de la zone humide, et on s'orientait plutôt vers un atterrisement de celle-ci dans un délai relativement restreint, du fait des processus

d'alluvionnement. L'objectif de la restauration consistait à curer la zone humide en amont de sa confluence avec la lône des Luisettes, et de creuser 7 mares sur la partie amont.

Le surcreusement de la zone humide, du fait qu'elle est soumise à des processus d'alluvionnement, ne devait avoir qu'un effet temporaire. En l'absence de modification de son fonctionnement hydrologique, ces processus d'alluvionnement devaient se poursuivre, et rapidement contrebalancer les bénéfices d'une restauration par curage. Sauf si le contraste entre les diagnostics réalisés en 1996 et 2003 résultait d'une période particulièrement dépourvue de hauts débits, qui aurait permis un alluvionnement plus important dans cette zone humide, on pouvait donc s'attendre à ce que le bénéfice du curage soit faible et de courte durée. Il était également à craindre que le curage ne favorise, comme dans les cas précédents, l'installation monopoliste d'*Elodea nuttallii* au détriment des espèces constituant le peuplement de 1996, que l'on aurait pu espérer voir se réimplanter dans la zone humide après curage.

En 2007, *Elodea nuttallii* s'était fortement implantée dans la lône. La richesse spécifique avait augmenté, mais les espèces témoignant de conditions eutrophes se maintenaient et les apports phréatiques restaient faibles. La lône retrouvait un niveau de perturbation moyen (apparition de *Myriophyllum spicatum, potamogeton pusillus*), mais les processus d'alluvionnement semblaient se poursuivre, avec une augmentation de l'importance du limon au détriment de la charge plus grossière (90% du substrat en 2007). Le curage ne semblait pas avoir modifié de manière significative le fonctionnement de la zone humide, et la durée de vie de l'état restauré était potentiellement faible.

Evolution actuelle

La richesse spécifique se stabilise depuis 2009 (Tableau 2.5.2), avec 23 espèces en 2012, *Elodea nuttallii* et *Potamogeton natans* restent dominantes sur la zone humide.

Les espèces témoignant de conditions mésotrophes se maintiennent (*Potamogeton natans, Groenlandia densa*), et sont associés aux espèces de milieux eutrophes qui régressent (Tableau 2.5.2, diminution de *Ceratophyllum demersum* depuis 2007 et stabilisation pour *Lemna minor* mais faiblement abondante sur les points du transect).

Si une espèce indicatrice de perturbations fortes se maintient depuis 2007 (*Potamogeton pusillus, Phalaris arundinacea*), le peuplement floristique reflète un niveau de perturbations intermédiaire (Tableau 2.5.2). Les processus d'alluvionnement sont toujours présents (la granulométrie étant peu modifiée par rapport à 2009 : Figure 2.5.4) avec une tendance à s'atténuer (Tableau 2.5.2 : maintien et légère augmentation de *Veronica beccabunga* qui n'est pas présente en milieu fortement perturbé par l'alluvionnement, et la forte diminution de *Ceratophyllum demersum* depuis 2007 avec le maintien en proportion faible de *Myriophyllum verticillatum* militent dans ce sens). Ce phénomène semblent toutefois plus important sur l'aval que sur l'amont de la lône, d'une part reflété par la végétation et d'autre part reflété par le recouvrement du substrat par les limons moins important sur la partie amont.

Les apports phréatiques semblent plus importants sur l'ensemble de la lône, avec des connexions plus intenses à l'amont (Tableau 2.5.2 : augmentation de *Groenlandia densa*, présence de *Callitriche platycarpa* et *Potamogeton natans*).

L'abondance de l'espèce exotique *Elodea nuttallii* reste relativement stable avec une légère augmentation en 2012, qui a lieu conjointement avec la réapparition ponctuelle de L'*Elodea canadensis* (Figure 2.5.5).

Depuis 2009 la végétation reflète un fonctionnement plutôt mésotrophe soutenue par une bonne alimentation phréatique. La tendance observée d'évolution de la lône vers ce stade trophique semble se confirmer, les effets attendus de la restauration sont visibles en ce sens. Seule la fréquence de connexion de la lône au fleuve par les crues apparait inchangée en conservant un régime de perturbations intermédiaires. L'alluvionnement continue d'évoluer de manière hétérogène sur la lône, avec une diminution d'intensité . La réponse des espèces à une nouvelle dynamique

fonctionnelle commence ainsi à être visible huit ans après restauration. La surveillance des processus physiques et biologiques en jeu dans la lône paraît primordiale afin de prendre en compte les conséquences d'évènements particuliers tels que les crues exceptionnelles, l'apparition et l'évolution des espèces invasives, ou encore les effets du réchauffement climatique.

D'après les informations traitées, on en déduit une durée de vie potentielle de la lône élevée (environ 60 ans, Figure 2.5.6).

Espèces\dates	1998	2003	2007	2009	2012
Lemna minor	**3.1**	**1.1**	**0.56**	**0.76**	**0.53**
Callitriche platycarpa	**3**			0.29	0.24
Elodea canadensis	**2.8**				0.12
Potamogeton pusillus	**2.4**		0.38	0.41	0.24
Chara globularis	**1.2**				
Myriophyllum verticillatum	**0.9**	**0.6**	**0.81**	0.06	0.12
Ceratophyllum demersum	0.4	**0.5**	**1.31**	0.41	0.12
phalaris arundinacea	0.3	0.4	**0.50**	**0.59**	**0.65**
Potamogeton crispus	0.3		0.19		0.12
Groenlandia densa	0.2	0.1	0.19	0.29	0.41
Alisma plantago-aquatica	0.1	0.4	0.13	0.12	
Alopecurus geniculatus	0.1				
Nasturtium officinale	0.1		0.13		0.06
Phragmites australis	0.1			0.06	0.06
Elodea nuttallii		**3.6**	**2.0**	**2.18**	**2.47**
Echinochloa crus-galli		0.2	0.06		
Carex sp.		0.1			
Potamogeton natans		0.1	**0.75**	**1.18**	**0.88**
Potamogeton pectinatus		0.1	0.06	0.24	0.24
Callitriche sp.		0.1	**0.63**		
Eleocharis palustris		0.1	0.06	0.29	0.18
Myriophyllum spicatum			0.56	0.06	
Glyceria fluitans			0.06		
Veronica anagallis-aquatica			0.06		0.18
algues filamenteuses				0.65	1.47
Scirpus sylvaticus				**0.18**	**0.18**
Impatiens glandulifera				0.12	
Veronica beccabunga				0.12	0.24
Bidens tripartita				0.06	
Juncus articulatus				0.06	
Lythrum salicaria				0.06	
Typha latifolia				0.06	
Leersia oryzoides					0.18
Graminées terrestres					0.12
Mentha aquatica					0.12
Equisetum palustre					0.06
Richesse spécifique	**14**	**13**	**18**	**22**	**23**

Diagnostic écologique	***Classes***	1998	2003	2007	2009	**2012**
Niveau de trophie	oligotrophe	5.4	1.9	3.6	4.5	4.7
	Mésotrophe	14.7	10.8	9.8	**11.7**	**11.7**
	eutrophe	**22.2**	12.4	10.6	9.8	9.4
	hyper-eutrophe	**23**	**13.6**	**11.9**	10.4	9.4
Alimentation en eaux souterraines	O	**8.4**	1.0	**2.9**	**3.4**	**3.7**
	N	3.5	**1.7**	1.9	1.4	0.9
Perturbations par les crues	aucune	7.15	4.3	6.2	4.3	3.4
	faibles	**27**	5.6	10.0	8.5	8.2
	intermédiaires	**27.5**	**12.0**	**13.5**	**13.3**	**13.7**
	fortes	21.8	10.4	11.8	11.9	12.4
	alluvionnement	12	**12.8**	**13.3**	**11.1**	**11.2**

Tableau 2.5.2 : Abondance moyenne des espèces contactées et diagnostic du fonctionnement écologique de la lône de Moiroud de 1998 à 2012

Les abondances des espèces présentes sont multipliées à leur valeur d'indice, la somme de ces produits traduit l'affinité relative du peuplement pour chaque classe d'exigences écologiques. Les valeurs en gras et colorées de ce diagnostic reflètent le mieux le fonctionnement de l'écosystème à la date considérée (année 2012 en vert).

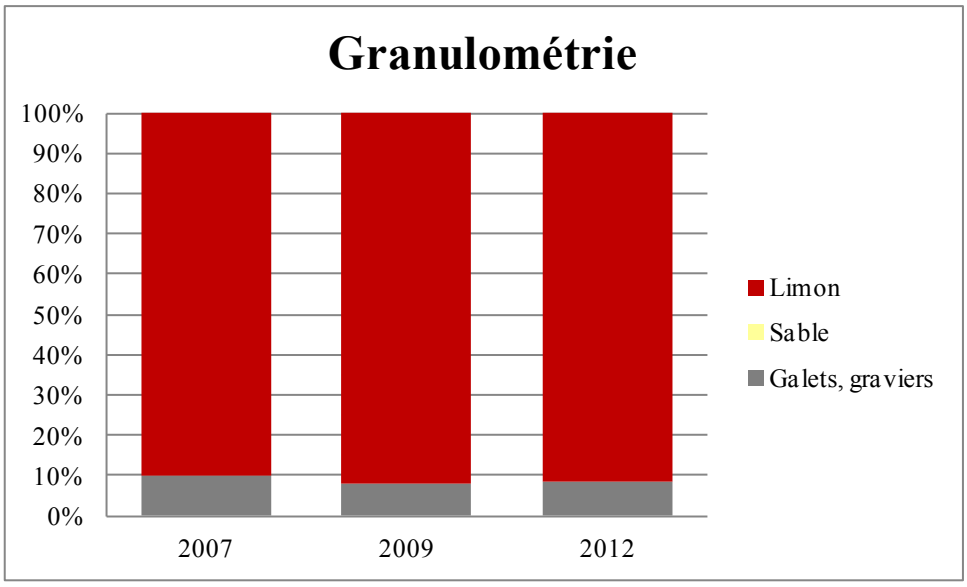


Figure 2.5.4 : Pourcentage de recouvrement du substrat sur la lône de Moiroud

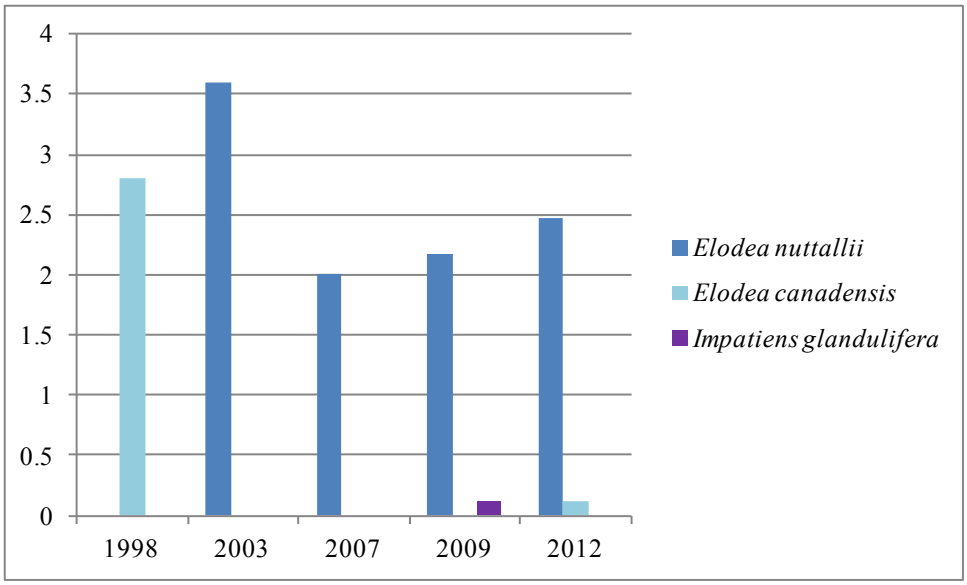


Figure 2.5.5 : Abondances moyennes des plantes invasives de la lône des Moiroud

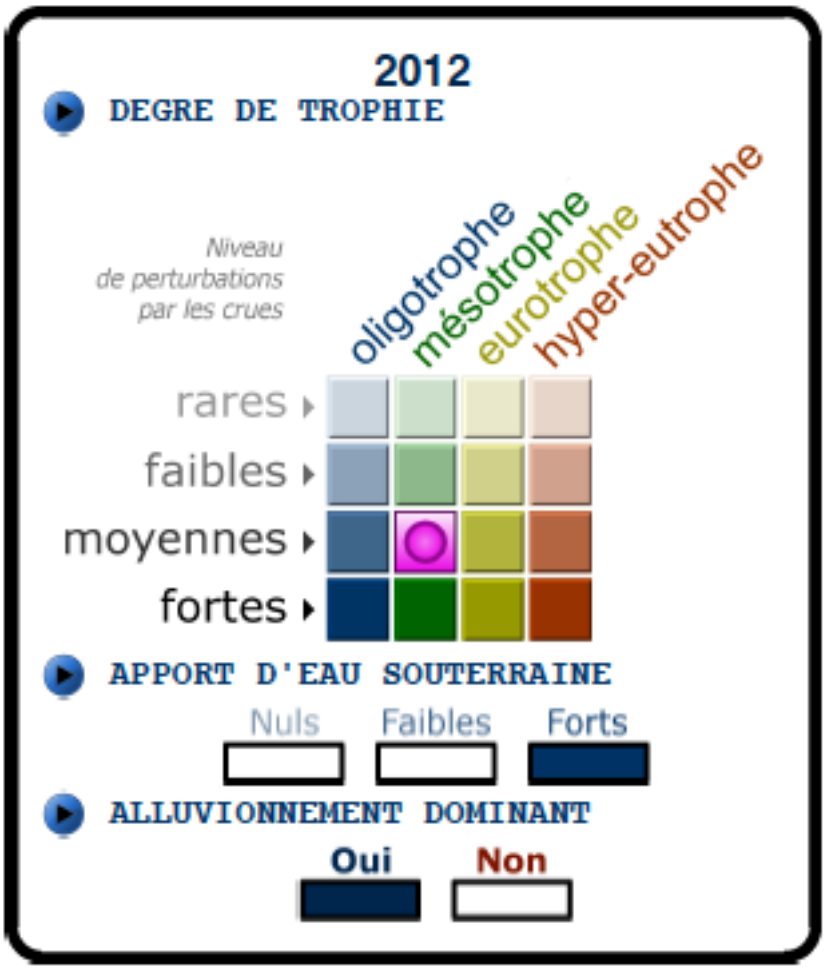


Figure 2.5.6 : Evaluation de la durée de vie à partir du fonctionnement écologique de la lône (extrait du site web :http://restaurationrhone.univ-lyon1.fr)

<u>Lône Béard</u>

En 2012 :

- richesse spécifique : 30 espèces et 29 sans les algues filamenteuses

- espèce dominante : *Potamogeton pusillus*, *Elodea nuttallii*, *Lemna trisulca, Lemna minor et Myriophyllum verticillatum*

- le peuplement dominant témoigne de **conditions méso-eutrophes** et des **apports phréatiques forts**

- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbation faible à intermédiaire** et de **l'absence de processus d'alluvionnement**

- présence de *Sparganium emersum* et *Utricularia vulgaris*, espèces protégées en Région Rhône-Alpes

Rappel de l'évolution

souterraines, malgré la prédominance d'un substrat fin. Le rapport concluait à une durée de vie intermédiaire (grâce aux apports d'eau souterraine), et des potentialités de restauration faibles à intermédiaires. Au vu des résultats de 2003, et de la vitesse des changements observés entre 1998 et 2003, ces prédictions ont été révisées à la baisse. Cependant, la progression de ce colmatage pouvait résulter de deux phénomènes dont les conséquences étaient différentes en ce qui concernait la durée de vie de la lône. Cette évolution pouvait traduire une tendance à long terme, et dans ce cas ces prédictions seraient validées. Elle peut également traduire une réduction de la fréquence des crues sur la période 1998-2003, réversible en cas de débit importants. Dans ce deuxième cas, les prévisions d'évolution formulées en 1998 ne seraient pas remise en cause. Une telle situation est très fréquente dans les zones humides, et beaucoup d'entre elles sont soumises alternativement à des processus d'alluvionnement liés à des périodes de faible débit, processus réversibles grâce à l'occurrence périodique des crues plus intenses.

Les prévisions qui avaient été fournies étaient que le curage et la reconnexion de la zone humide au Séran auraient pour conséquences :

- Phase 1 : régénération des communautés liées aux apports d'eau phréatique (*Berula erecta, Callitriche sp., Elodea canadensis, Myriophyllum verticillatum*) OU une invasion très rapide par *Elodea nuttallii.*
- Phase 2 : un remplacement progressif des communautés ci-dessus, au fur et à mesure de la reprise des processus d'alluvionnement, par des communautés de plus en plus tolérantes à l'eutrophisation (*Ceratophyllum demersum*, *Lemna minor*), avec progression de *Elodea nuttallii,* si son installation ne s'était pas réalisée durant la phase 1.

  Une alternative à ce scénario consistait au fait que le débit phréatique soit suffisamment élevé pour permettre l'évacuation des fines accumulées lors de reflux. Ce scénario était considéré comme peu probable en l'absence de modification du fonctionnement hydrologique du système (par exemple, augmentation de la fréquence des débordements), et ce malgré une sinuosité faible de la lône.

En 2007, on notait une amélioration des conditions trophiques et une reconnexion avec les aquifères et le Seran, excepté dans le tronçon amont de la lône. Cependant, ces apports phréatiques ne semblaient pas être suffisants pour limiter l'alluvionnement (la part du limon reste à plus de 90% du substrat en 2007). De plus, l'augmentation de l'abondance des espèces liée aux apports d'eaux phréatiques ne limitait pas la forte progression d'*Elodea nuttallii*. Le système fonctionnel de la zone humide ne devait pas montrer une grande pérennité si les crues ne parvennaient pas à inverser le processus. L'expérience acquise à moyen terme de la restauration des lônes conduisait à conclure que les résultats de cette première campagne de relevés ne traduisaient probablement pas de manière valide l'évolution probable de la lône, et qu'il serait nécessaire de poursuivre le suivi afin de conclure sur l'effet de la restauration.

Evolution actuelle

Entre 2007 et 2012, la richesse spécifique varie de 25 à 30 espèces (en passant par un pic à 37 espèces en 2009). Les abondances des espèces supportant les conditions eutrophes et mésotrophes restent importantes (*Lemna minor, Elodea nuttallii, Ceratophyllum demersum* Tableau 2.5.3) .

La présence constante des espèces indicatrices d'apports d'eau souterraine depuis 2007 (*Potamogeton natans*, *Callitriche platycarpa*, *Sparganium emersum Lemna trisulca…*) est révélateur de l'influence importante des connexions phréatiques sur le milieu.

La tendance observée depuis 2007, concernant la diminution de *Phalaris arundinacea* combinée à la présence d'espèces s'établissant très peu en milieu soumis à l'alluvionnement (*Veronica beccabunga*, *Callitriche platycarpa…*), milite dans le sens d'une atténuation des processus

d'alluvionnement. Phénomène corroboré par le profil granulométrique de la lône qui indique une réduction de la part des limons (Figure 3.1 : limons passant de 90% en 2007 à 52.3% en 2009, puis à 15.1% en 2012 Figure 2.5.7) mais une augmentation de la part de matière organique en décomposition (vase, 78.9% Figure 2.5.7), ce qui peut également renforcer le phénomène de colmatage de la lône.

Le peuplement dominant, ainsi que d'autres espèces plus ponctuelles notamment *Utricularia vulgaris*, tolèrent un régime de perturbation d'un niveau faible à intermédiaire (Tableau 2.5.3).

Il n'y a pas d'évolution notable d'*Elodea nuttallii* (Figure 2.5.8) qui reste abondante à un niveau équivalent à celui de 2009.

Le curage de cette lône semble avoir modifié le peuplement végétal présent. De nombreuses espèces associées à une bonne alimentation phréatique apparaissent ou réapparaissent et indiquent une bonne connexion de la zone humide avec les aquifères. Toutefois, ces apports sont plutôt diffus et ne semblent pas suffisants pour limiter les processus d'accumulation de matière organique. En revanche, il est possible que des crues occasionnelles (peu fréquentes) reconnectent la lône et puissent décaper une partie de celle-ci.

Semblables de 2007 à 2012, les conditions trophiques apparaissent assez hétérogènes le long de la lône avec une tendance eutrophe limitée en partie par les apports d'eau souterraine. Le milieu reste malgré cela fortement producteur et la matière organique continue de s'accumuler, ce qui contribue à augmenter la part de particules fines et grossières non exportées d'une part et augmente la trophie du milieu d'autre part (croissance des algues filamenteuses utilisant les résidus azotés et phosphatés issues de la dégradation de la matière organique présente dans le lit de la lône).

La durée de vie potentielle de la la lône est faible à intermédiaire (entre 30 et 60 ans) (Figure 2.5.9).

Espèces\dates	1998	2003	2007	2009	2012
Ceratophyllum demersum	1.9	1.64	0.26	0.67	0.68
Elodea canadensis	1.6		0.07	0.11	0.11
Myriophyllum verticillatum	1.4	0.18	0.33	1.00	1.11
Myriophyllum spicatum	1.2	0.09	0.41	0.30	0.07
Sparganium emersum	1.2	0.55	0.59	1.07	0.46
Lemna minor	1.1	2.18	0.93	2.70	1.11
Callitriche sp.	0.8				
Potamogeton pusillus	0.7	0.09	1.26		2.00
Chara sp.	0.4		0.04	0.04	0.04
Phalaris arundinacea	0.4	0.27	0.81	0.30	0.14
Elodea nuttallii	0.3	1.82	1.59	1.44	1.39
Potamogeton crispus	0.3		0.04	0.07	0.07
Potamogeton pectinatus	0.2	0.18		0.04	0.11
Leersia oryzoides	0.2	0.09		0.04	0.14
Berula erecta	0.1	0.09	0.07	0.44	0.18
Potamogeton natans	0.1	0.18	0.52	1.19	0.93
Ranunculus fluitans	0.1		0.07		
Eleocharis palustris	0.1	0.09		0.07	0.04
Phragmites australis	0.1	0.18		0.04	
Veronica beccabunga	0.1	0.18	0.11	0.56	0.29
Digitaria paspaloides	0.1				
Lemna trisulca		0.18	0.22	3.00	1.11
Utricularia vulgaris		0.18	0.04	0.11	0.11
Alisma plantago-aquatica		0.09	0.41	0.19	0.04
Typha latifolia		0.09	0.04		
algues filamenteuses			0.96	0.85	2.07
Callitriche platycarpa			0.37	0.52	0.50
Carex sp.			0.22	0.33	0.14
Glyceria fluitans			0.04		
Lythrum salicaria			0.04	0.04	0.04
Scirpus lacustris			0.04		
Potamogeton berchtoldii				1.70	
Ranunculus circinatus				0.11	
Cyperus fuscus				0.07	
Groenlandia densa				0.07	
Myosotis scorpioides				0.07	0.07
Riccia fluitans				0.07	0.07
Veronica anagallis-aquatica				0.07	0.04
Zannichellia palustris				0.07	
Equisetum palustre				0.04	0.04
Galium palustre				0.04	
Mentha aquatica				0.04	0.18
Reynoutria japonica				0.04	
Sparganium erectum				0.04	
Graminées terrestres					0.18
Richesse spécifique	**21**	**19**	**25**	**37**	**30**

Diagnostic écologique	***Classes***	1998	2003	2007	2009	**2012**
Niveau de trophie	oligotrophe	7.4	4.9	17	11.4	6.6
	Mésotrophe	12.9	10.1	35	**23.7**	**13.8**
	eutrophe	**17.7**	15.1	34	**23.8**	**13.6**
	hyper-eutrophe	**18.8**	**17.4**	**25**	23.1	13.2
Alimentation en eaux souterraines	O	**5.8**	2.0	**10**	**10.8**	**6.5**
	N	3.2	**4.0**	2	3.4	1.9
Perturbations par les crues	aucune	9.6	4.1	20.5	14.5	9.6
	faibles	**20.7**	7.6	**39**	**26.9**	**20.0**
	intermédiaires	**20**	**10.4**	37	25.4	**20.3**
	fortes	17.2	9.4	33	13.7	15.1
	alluvionnement	**16.5**	**11.0**	**24**	**13.8**	**14.7**

Tableau 2.5.3 : Abondance moyenne des espèces contactées et diagnostic du fonctionnement écologique de la lône Béard de 1998 à 2012. Les valeurs en gras et colorées de ce diagnostic reflètent le mieux le fonctionnement de l'écosystème à la date considérée (année 2012 en vert).

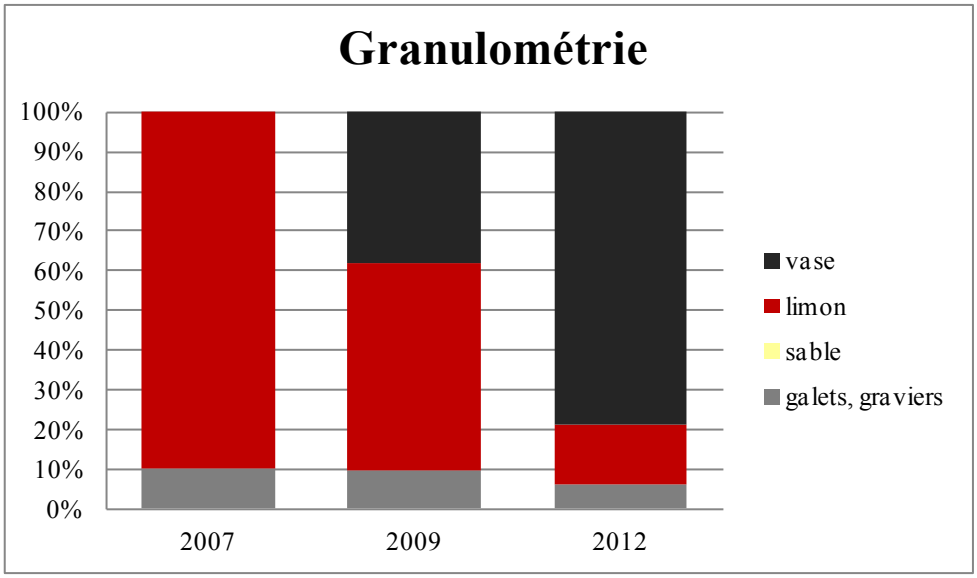


Figure 2.5.6 : Pourcentage de recouvrement du substrat sur la lône de Béard

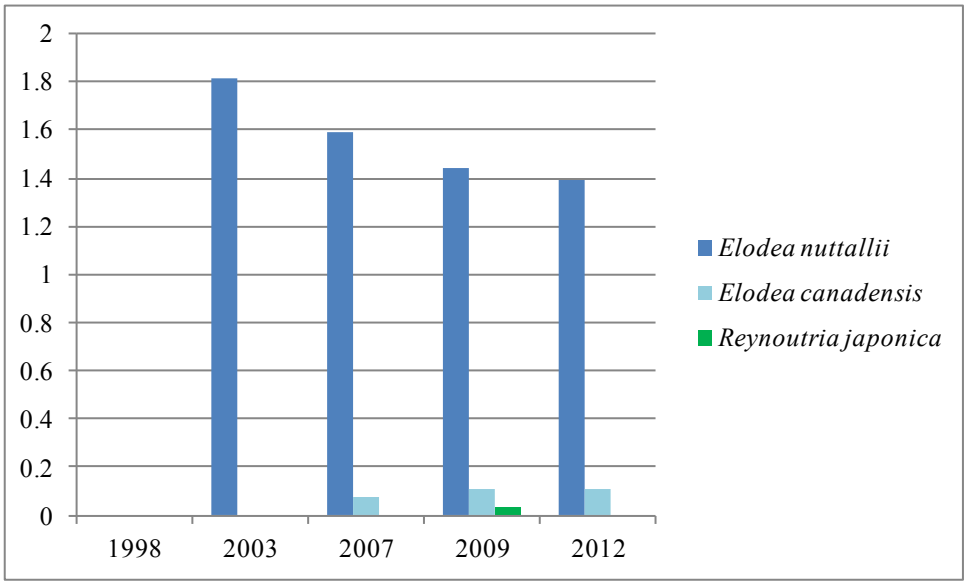


Figure 2.5.7 : Abondances moyennes des plantes invasives de la lône Béard

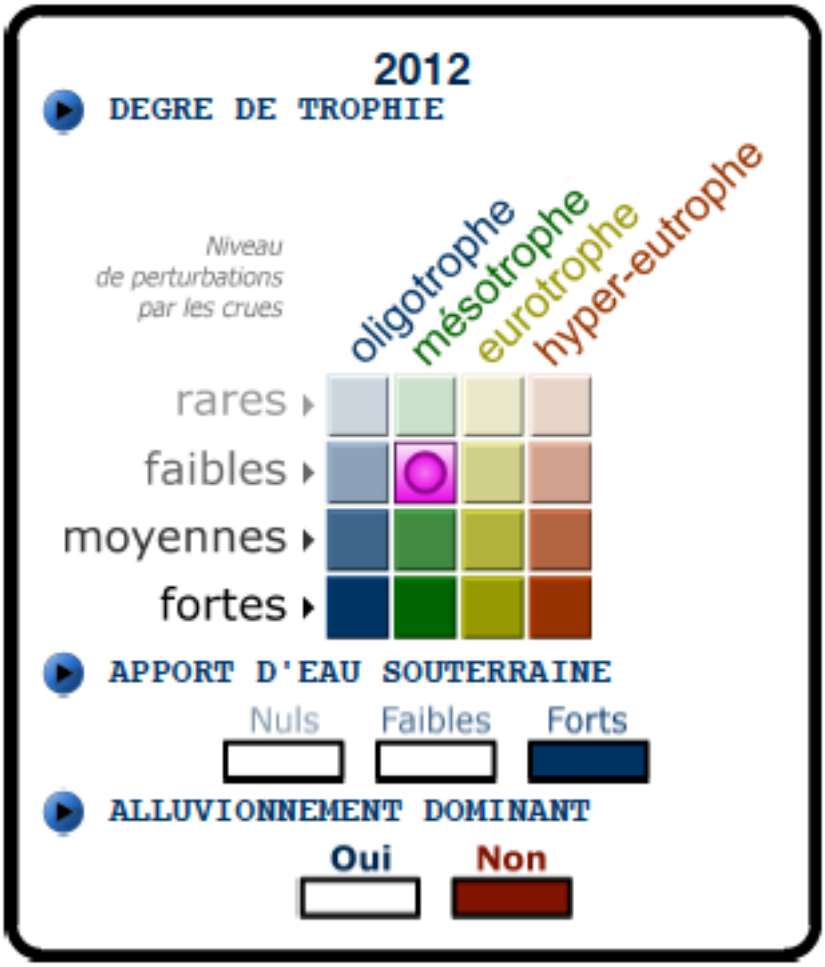


Figure 2.5.9 : Evaluation de la durée de vie à partir du fonctionnement écologique de la lône (extrait du site web :http://restaurationrhone.univ-lyon1.fr)

<u>Lône Fournier</u>

En 2012:

- Richesse spécifique : 9 espèces

- espèce dominante : *Phalaris arundinacea*

- Le peuplement dominant témoigne de **conditions méso-eutrophes** et **d'apports phréatiques nulles**

- Le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbation élevé** et de **processus d'alluvionnement faibles** probablement limités aux berges et à l'aval de la lône.

Rappel de l'évolution

L'objectif affiché du curage de la partie amont de la zone humide était d'augmenter l'alimentation de la zone humide par les aquifères. D'après l'étude de 1998 (Henry & Amoros 1998), la zone humide était connectée au Rhône court-circuité à son extrémité aval, et déconnectée

à l'amont par un petit bouchon alluvial à substrat grossier et un reste d'épi. Le rapport de 2003 concluait au fait que le curage de la partie amont ne devait pas avoir de conséquences notables sur l'alimentation phréatique de la zone humide, qui était d'ores et déjà effective. L'augmentation de la capacité hydraulique résultant de ce curage pouvait au contraire diminuer l'intensité des processus d'érosion dans cette partie de chenal, et diminuer la vitesse de renouvellement des eaux par les exfiltrations d'origine phréatique. Si tel était le cas, on pouvait s'attendre à une diminution progressive du niveau de perturbation, qui pouvait entraîner, si son niveau était suffisamment modéré, l'installation d'une mosaïque changeante. Si cet équilibre était atteint, l'arrêt des successions devait se confirmer, et l'on devait observer le comblement partiel du chenal par des limons, jusqu'au point d'équilibre, correspondant à la capacité hydaulique nécessaire pour l'écoulement des débordements du fleuve en crue. La biodiversité végétale devait augmenter très significativement.

Cependant, vu l'intensité des processus d'érosion dans cette zone humide, il est également possible que ce curage entraîne des phénomènes d'érosion progressive et/ou régressive. Dans ce contexte, on pouvait également craindre une reconnexion complète de la zone humide avec le fleuve, et la non-réalisation de l'installation d'une mosaïque changeante. Dans ce cas, la zone humide se comporterait comme un bras vif du fleuve.

En 2007, le curage de cette zone humide, qui visait à augmenter les apports phréatiques et établir un équilibre permettant l'installation d'une mosaïque changeante, semblait avoir eu l'effet inverse de celui escompté. En effet, les espèces indicatrices d'apports phréatiques avaient complètement disparu, la richesse spécifique subissait une forte diminution (13 espèces en 2003 et 6 espèces en 2007, 10 espèces en 2009), et seules des espèces de milieux très perturbés étaient présentes. Le niveau de perturbation élevé apparaîssait être le facteur limitant l'installation des espèces végétales. Les premiers effets du curage ne permettaient pas de conclure sur le devenir de cette lône, mais le niveau de perturbation ne semblait pas évoluer vers un niveau de perturbation moyen.

Evolution actuelle

La richesse spécifique n'évolue pas au cours du temps et reste faible en regard des autre lônes. L'abondance relevée cette année est très faible sur tout le transect ce qui est caractéristique des lônes subissant de forts processus érosifs lors des crues.

Les espèces témoignant de conditions perturbées restent dominantes (*Phalaris arundinacea, Myriophyllum spicatum, Fontinalis antipyretica,* Tableau 2.5.4), et la présence d'espèces d'eaux courantes (*Potamogeton nodosus*) suppose de fréquentes connexions avec le Rhône (la lône fonctionne comme un chenal de crue, au moins dans sa partie amont et pour le chenal de rive gauche). En effet, la part de substrat grossier reste important sur la lône depuis 2007 (Figure 2.5.10), ce qui, associée à la faible abondance des espèces sur tout le linéaire, illustre les fortes contraintes générées en fréquences et/ou en intensité lors des crues. La part de limon a globalement augmenté (Figure 2.5.10) et s'explique en partie par le reflux des eaux dans la lône à l'aval (lors des augmentations de débits ou des crues), où l'on retrouve beaucoup d'alluvions. Certaines zones en partie intermédiaire sont profondes avec des vitesses plutôt lentes ce qui favorise également la sédimentation.

Il existe une alimentation phréatique issue probablement des infiltrations fluviales (vasque amont notamment), mais elle est très faiblement perceptible au niveau du peuplement végétale (apparition ponctuelle en faible abondance d'espèces caractéristiques de connexions phréatiques, *Véronica anagallis-aquatica, Nasturtium officinale* et *Zannichellia palustris* dans une moindre mesure), du fait des trop fortes contraintes mécaniques régnant dans la lône lors des crues ou des débordement du Rhône.

Il semble difficile de déterminer avec précision les conditions trophiques du milieu du fait du peu d'espèces indicatrices et de leur faible abondance. En effet, si certaines espèces s'installent, le niveau de perturbations par les crues génère toujours un fort auto-entretien de la lône, ce qui limite la colonisation par la végétation aquatique, mais le peu échantillonnée témoigne d'un niveau plutôt eutrophe.

A noter l'absence de plantes invasives en 2012 (Figure 2.5.11).

Avec de telles contraintes physiques susceptibles de provoquer un rajeunissement de la lône (effet curage des crues), **la durée de vie calculée est très élevée (supérieur à 60 ans)** (Figure 2.5.12).

Espèces\dates	1998	2003	2007	2009	2012
Phalaris arundinacea	**1**	**0.76**	**0.48**	**0.48**	**0.17**
Impatiens glandulifera	**0.57**	0.23		0.04	
algues filamenteuses (bent.)	0.43			**0.64**	
Elodea canadensis	0.39				
Polygonum hydropiper	0.3	**0.47**			0.04
Veronica anagallis-aquatica	0.22			0.12	
Myriophyllum verticillatum	0.13				
Zannichellia palustris	0.13				
Potamogeton crispus	0.09				
Digitaria paspaloides	0.09				
Myriophyllum spicatum	0.04	0.29	0.16		0.13
Potamogeton pectinatus	0.04				
Potamogeton pusillus	0.04			0.04	
Ranunculus fluitans	0.04			0.12	0.08
Veronica beccabunga	0.04	0.12			
Elodea nuttallii		0.12	0.04	0.32	
Berula erecta		0.06			
Characées		0.06			
Lemna minor		0.06			
Nasturtium officinale		0.06		0.12	
Phragmites australis		0.06	0.04		0.04
Potamogeton nodosus		0.06	0.04		0.04
Zannichellia palustris		0.06	0.04	0.04	
Microcystis sp.				0.2	
Fontinalis antipyretica					0.08
Carex sp.					0.04
Ceratophyllum demersum					0.04
Richesse spécifique	**15**	**13**	**6**	**10**	**9**

Diagnostic écologique	***Classes***	1998	2003	2007	2009	**2012**
Niveau de trophie	oligotrophe	1.6	1.7	0.1	0.6	0.3
	Mésotrophe	2.4	2.6	0.6	**1.4**	**0.8**
	eutrophe	**2.4**	2.9	0.8	**1.3**	**1.0**
	hyper-eutrophe	**1.8**	**2.2**	**0.8**	1.0	**1.0**
Alimentation en eaux souterraines	O	**1.1**	**0.2**	**0.04**	**0.4**	**0.1**
	N	0.0	0.1	**0.04**	0.0	**0.1**
Perturbations par les crues	aucune	1.5	1.2	0.5	0.2	0.4
	faibles	**5.3**	3.9	1.5	1.6	0.9
	intermédiaires	4.9	4.1	1.5	2.3	0.9
	fortes	**5.6**	**5.6**	**2.2**	**3.0**	**1.6**
	alluvionnement	**5.1**	**4.9**	**2.0**	**2.4**	**1.2**

Tableau 2.5.4 : Abondance moyenne des espèces contactées et diagnostic du fonctionnement écologique de la lône Fournier de 1998 à 2012

Les abondances des espèces présentes sont multipliées à leur valeur d'indice, la somme de ces produits traduit l'affinité relative du peuplement pour chaque classe d'exigences écologiques. Les valeurs en gras et colorées de ce diagnostic reflètent le mieux le fonctionnement de l'écosystème à la date considérée (année 2012 en vert).

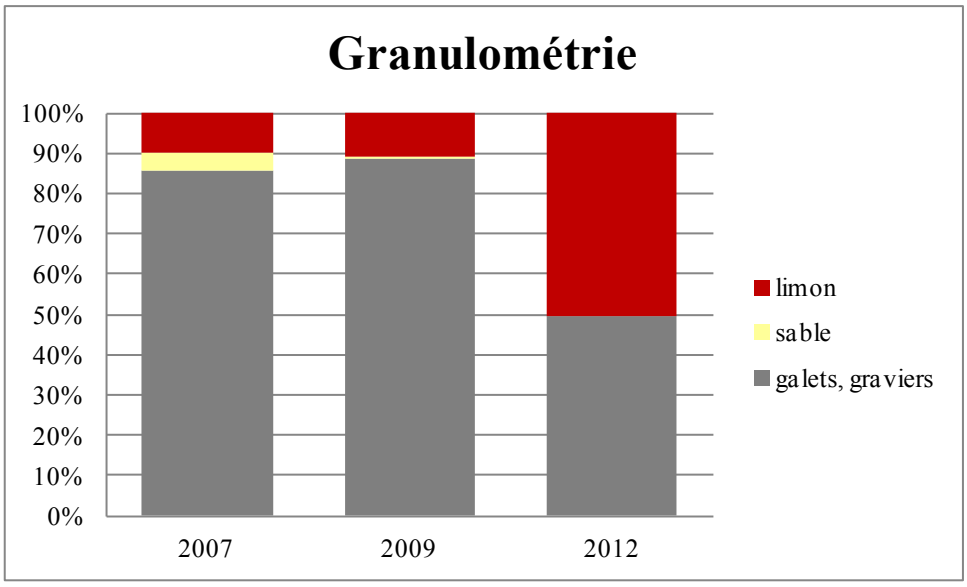


Figure 2.5.10: Pourcentage de recouvrement du substrat sur la lône Fournier

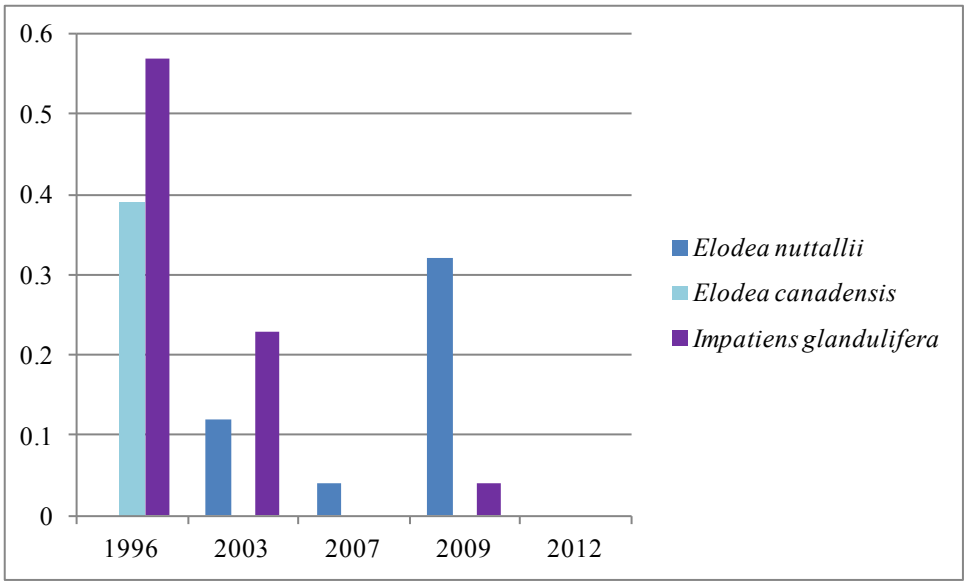


Figure 2.5.11 : Abondances moyennes des plantes invasives de la lône Fournier

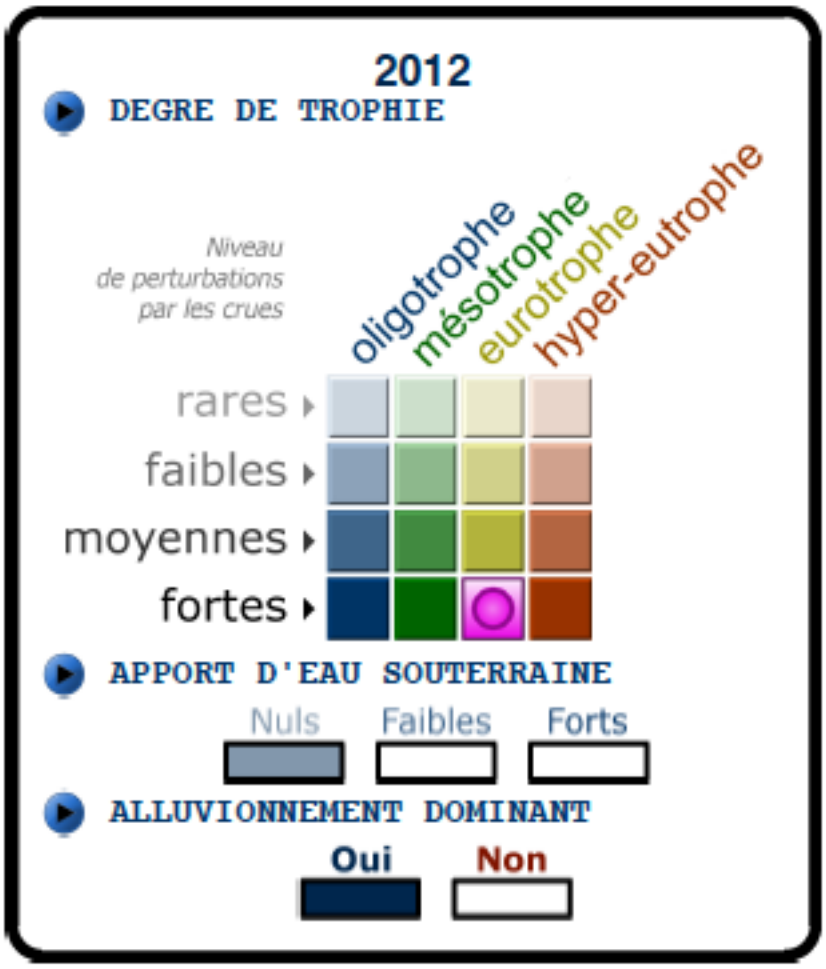


Figure 2.5.12 : Evaluation de la durée de vie à partir du fonctionnement écologique de la lône (extrait du site web :http://restaurationrhone.univ-lyon1.fr)

2.5.4 Résultats : diagnostic floristique pré-restauration

2.5.4.1 Secteur de Péage de Roussillon

Lône de la Platière

En 2012:

- Richesse spécifique : 14 espèces et 11 sans les algues (*Spirogyra sp.*, *Vaucheria sp.* et *Hydrodictyon reticulatum)*

- espèce dominante : *Najas marina* et *Ceratophyllum demersum*

- Le peuplement dominant témoigne de **conditions eutrophes à hyper-eutrophes** et **d'apports phréatiques nulles**

- Le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbation élevé** et de **processus d'alluvionnement faibles**.

- présence de *Sparganium emersum* ponctuelle, espèces protégées en Région Rhône-Alpes

Rappel de l'évolution

La lône de la Platière est une lône de grande longueur (plus de 4 km) alimentée par le contre-canal du Rhône et par le Rhône lui-même, via une prise d'eau dans le canal de dérivation. L'amont de la lône (amont de la confluence avec le contre-canal) a été surcreusé sur 600 m environ à la fin des années 80, ce qui a conduit à une érosion régressive de ce tronçon de lône. La lône était jusqu'en 1992 caractérisée par des eaux eutrophes voire hyper-eutrophes, un sédiment grossier dans la plus grande partie du lit sauf au niveau de l'extrémité aval, traduisant une influence des perturbations par les crues fortes, et des processus d'alluvionnement au niveau de la confluence avec le Rhône, processus probablement contrebalancés par les processus d'érosion lors des débordements amont (Bornette & Amoros, 1990, 1993).). En 2008, l'amont de la lône est caractérisé partoutes espèces d'eau eutrophe à hyper eutrophe, qui caractérisaient déjà la lône lors des campagnes de relevés réalisées aux dates antérieures. La lône reste caractérisée par un niveau de perturbation élevé et l'absence d'apports d'eau phréatique.

La restauration prévoit l'ouverture de brèches dans la digue pour favoriser les apports fluviaux, et le remaniement des berges afin d'augmenter l'hétérogénéité de l'habitat. Le but affiché des brèches dans la digue est d'augmenter la fréquence des crues. Actuellement, cette fréquence, déjà élevée, contribue à maintenir un niveau de perturbation important dans la lône. La lône est alimentée par le contre-canal, lui-même soutenu par une prise d'eau dans le Rhône fortement pollué dans ce secteur par les phosphates (Usines Rhône-Poulenc). L'ouverture de brèches dans la digue du vieux Rhône avait déjà été évoquée en 1990, et avait suscité une expertise négative (Bornette & Amoros 1990b). La brèche ne modifierait pas significativement la qualité de l'eau de la lône, déjà très eutrophe. Par ailleurs, le bouchon alluvial et les enrochements amont contribuent à filtrer les eaux du Rhône qui alimentent sa partie amont, et contribuent probablement à améliorer légèrement sa qualité. L'ouverture de la digue éliminerait cet effet épurateur, et contribuerait donc à dégrader la situation d'eutrophisation du site. Il conviendrait également d'envisager les conséquences possibles de tels travaux sur la stabilité de la digue, qui pourrait être soumise à des déchaussements de blocs par érosion régressive. Les travaux visant à augmenter l'hétérogénéité des berges de la lône sont probablement plus opportuns, et permettront sans doute de diversifier l'habitat, et, si ces replats permettent l'établissement d'hélophytes, d'améliorer le potentiel épuratoire de la lône, très eutrophisée. Une dernière alternative serait de contribuer à augmenter les niveaux piézométriques du secteur en diminuant la pression sur les nappes phréatiques, très importante dans la partie amont de la lône.

Evolution actuelle

En 2012, l'amont de la lône de la Platière est caractérisé par *Najas marina*, *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, toutes espèces d'eau eutrophe à hyper eutrophe, qui caractérisaient déjà la lône lors des campagnes de relevés réalisées aux dates antérieures, et dont l'abondance et la distribution varient dans le temps (Variations inter-annuelles). La lône reste caractérisée par un niveau de perturbation élevé et l'absence d'apports d'eau phréatique (Tableau 2.5.5).

On note, cette année, l'absence d'*Elodea nuttallii* dans les relevés.

Espèces\dates	2008	2012
Elodea nuttallii	**2.5**	
Ceratophyllum demersum	**1.9**	**1.00**
Lemna minuscula	**1.1**	0.05
Vallisneria spiralis	**1.1**	0.40
Lemna minor	**1**	0.10
Spirodela polyrhiza	**1**	0.10
*Hydrodictyon reticulatum**	**0.8**	
Najas marina	**0.75**	**1.35**
Myriophyllum spicatum	0.4	**0.55**
Lemna trisulca	0.05	
Lycopus europaeus	0.05	
Potamogeton nodosus	0.05	0.20
*Spirogyra** sp.	0.05	
*Vaucheria** sp.	0.05	
Phragmites australis		0.05
Polygonum hydropiper		0.05
Sparganium emersum		0.05
Richesse spécifique	**15**	**12**

Diagnostic écologique	***Classes***	2008	**2012**
Niveau de trophie	oligotrophe	1.8	1.1
	Mésotrophe	7.9	2.9
	eutrophe	18.0	8.3
	hyper-eutrophe	**20.9**	**9.5**
Alimentation en eaux souterraines	O	0.1	0.1
	N	**3.7**	**2.7**
Perturbations par les crues	aucune	4.5	1.9
	faibles	6.6	5.8
	intermédiaires	11.5	5.8
	fortes	**15.9**	**9.0**
	alluvionnement	11.3	6.8

Tableau 2.5.5 : Abondance moyenne des espèces contactées et diagnostic du fonctionnement écologique de la lône de la Platière de 2008 à 2012. Les abondances des espèces présentes sont multipliées à leur valeur d'indice, la somme de ces produits traduit l'affinité relative du peuplement pour chaque classe d'exigences écologiques. Les valeurs en gras et colorées de ce diagnostic reflètent le mieux le fonctionnement de l'écosystème à la date considérée (année 2012 en vert).

Le système de la Platière est également constitué de deux **casiers Girardon**, de **la Lône du Noyer Nord** (restaurée récemment, ouverte aux deux extrémités) et de la **Lône de l'Ilon** (restaurée récemment dans sa partie aval).

Les deux **casiers** sont des milieux hyper-eutrophes dont le peuplement est dominé par *Ceratophyllum demersum, Elodea nuttallii* et *Myriophyllum spicatum.* Le niveau de perturbation par les crues est intermédiaire à fort (Tableau 2.5.6) et la présence d'alluvionnement est probablement lié à leur fonctionnement comme décanteur lors des crues.

Espèces\dates	2008	2012
Ceratophyllum demersum	**2.8**	**2.6**
Elodea nuttallii	**1.2**	**1**
Najas marina	**1**	
Phragmites australis	**1**	
Leersia oryzoides	**0.8**	
Lemna minor	**0.8**	0.2
Lemna minuscula	**0.8**	
Myriophyllum spicatum	**0.8**	**1.6**
Spirodela polyrhiza	**0.8**	0.8
Polygonum hydropiper	0.4	0.2
Potamogeton perfoliatus	0.4	
Bidens tripartita	0.2	
Carex sp.	0.2	
Cyoerus fuscus	0.2	
Echinochloa crus-galli	0.2	
Lemna gibba	0.2	
Lycopus europaeus	0.2	
Lythrum salicaria	0.2	
Najas minor	0.2	
Potamogeton friesii ?	0.2	
Typha latifolia	0.2	
Vallisneria spiralis	0.2	0.2
Spirogyra sp.		0.2
Richesse spécifique	**22**	**8**

Diagnostic écologique	***Classes***	2008	**2012**
Niveau de trophie	oligotrophe	4.8	2.6
	Mésotrophe	10.6	7
	eutrophe	22	14.8
	hyper-eutrophe	**24.7**	**17.4**
Alimentation en eaux souterraines	O	0.4	0
	N	**4.6**	**2.8**
Perturbations par les crues	aucune	10.2	5.9
	faibles	12	7.8
	intermédiaires	14.4	9.8
	fortes	**17**	**12.2**
	alluvionnement	**16.6**	**11**

Tableau 2.5.6 : Abondance moyenne des espèces contactées et diagnostic du fonctionnement écologique des casiers Girardon de 2008 à 2012. Les abondances des espèces présentes sont multipliées à leur valeur d'indice, la somme de ces produits traduit l'affinité relative du peuplement pour chaque classe d'exigences écologiques. Les valeurs en gras et colorées de ce diagnostic reflètent le mieux le fonctionnement de l'écosystème à la date considérée (année 2012 en vert).

La Lône du Noyer Nord est également un milieu eutrophe à hyper-eutrophe (Tableau 2.5.7), les espèces dominantes sont *Ranunculus fluitans* et *Myriophylum spicatum.* Le peuplement végétale témoigne d'apports en eaux souterraines nuls et d'un niveau de perturbation hydraulique fort.

Espèces\dates	2008	2012
Lemna minuscula	0.83	0.21
Myriophyllum spicatum	0.83	**0.54**
Elodea nuttallii	0.79	
Lemna minor	0.79	0.17
Ranunculus fluitans	0.79	**0.92**
Spirodela polyrhiza	0.79	0.17
Najas marina	0.75	0.04
Ceratophyllum demersum	0.71	0.17
Vallisneria spiralis	0.42	0.17
Potamogeton nodosus	0.29	0.25
Glyceria maxima	0.08	
Mentha aquatica	0.08	0.04
Rorippa amphibia	0.08	
Berula erecta	0.04	
Bidens tripartita	0.04	
Lycopus europaeus	0.04	
Nasturtium officinale	0.04	
Polygonum hydropiper	0.04	0.13
Potamogeton crispus	0.04	
Rorippa sylvestris	0.04	
Solidago sp.	0.04	
Sparganium emersum	0.04	
Oscillatoria sp.		0.5
Potamogeton pectinatus		0.33
Phalaris arundinacea		0.13
Veronica beccabunga		0.13
Veronica anagallis-aquatica		0.08
Leersia oryzoides		0.04
Richesse spécifique	**22**	**17**

Diagnostic écologique	***Classes***	2008	**2012**
Niveau de trophie	oligotrophe	1.9	1.5
	Mésotrophe	7.2	4.8
	eutrophe	14.1	**7.0**
	hyper-eutrophe	**15.3**	**7.2**
Alimentation en eaux souterraines	O	0.4	0.3
	N	**2.5**	**1.0**
Perturbations par les crues	aucune	3.7	1.3
	faibles	7.0	3.2
	intermédiaires	8.7	3.3
	fortes	**14.1**	**8.4**
	alluvionnement	7.8	4.3

Tableau 2.5.7 : Abondance moyenne des espèces contactées et diagnostic du fonctionnement écologique de la lône du Noyer Nord de 2008 à 2012. Les abondances des espèces présentes sont multipliées à leur valeur d'indice, la somme de ces produits traduit l'affinité relative du peuplement pour chaque classe d'exigences écologiques. Les valeurs en gras et colorées de ce diagnostic reflètent le mieux le fonctionnement de l'écosystème à la date considérée (année 2012 en vert).

La Lône de l'Ilon a été recreusée sur sa partie aval (environ 180 m), elle est également eutrophe à hyper-eutrophe (Tableau 7.2.11), *Ceratophyllum demersum et Spirodela polyrhiza* sont les deux espèces dominantes, et *Potamogeton nodosus*, *Myriophylum spicatum* et *Elodea nuttallii* sont également bien représentées. Le niveau de perturbation par les crues semble élevé, mais vu sa situation et son profil, il est plus probable que les perturbations reflétées par la végétation illustrent les forts processus d'alluvionnement qui ont lieu dans la lône (Tableau 2.5.8).

Espèces\dates	2008	**2012**
Ceratophyllum demersum	1.88	**3.88**
Najas marina	1.63	0.38
Elodea nuttallii	1.38	**0.63**
Potamogeton nodosus	1.13	**0.88**
Lemna minor	1.00	0.13
Spirodela polyrhiza	1.00	**1.13**
Lemna minuscula	0.88	0.25
Myriophyllum spicatum	0.88	**0.75**
Vallisneria spiralis	0.75	0.63
Solidago sp.	0.38	
Spirogyra sp.*	0.13	
Iris pseudacorus	0.13	
Myosotis scorpioides	0.13	
Phragmites australis	0.13	
Polygonum hydropiper	0.13	
Potamogeton pectinatus	0.13	
Cladophora sp. sénescente		
Lemna minuscula		0.25
Polygonum mite		0.25
Carex sp.		0.13
Phalaris arundinacea		0.13
Richesse spécifique	**16**	**13**

Diagnostic écologique	***Classes***	2008	**2012**
Niveau de trophie	oligotrophe	2.7	2.4
	Mésotrophe	9.0	5.8
	eutrophe	21.3	17.5
	hyper-eutrophe	**25.1**	**22.4**
Alimentation en eaux souterraines	O	0.3	0.0
	N	**5.8**	**5.3**
Perturbations par les crues	aucune	5.5	6.9
	faibles	12.4	10.4
	intermédiaires	14.9	11.6
	fortes	**20.9**	**15.6**
	alluvionnement	**16.3**	**14.3**

Tableau 2.5.8 : Abondance moyenne des espèces contactées et diagnostic du fonctionnement écologique de la lône du Noyer Nord de 2008 à 2012. Les abondances des espèces présentes sont multipliées à leur valeur d'indice, la somme de ces produits traduit l'affinité relative du peuplement pour chaque classe d'exigences écologiques. Les valeurs en gras et colorées de ce diagnostic reflètent le mieux le fonctionnement de l'écosystème à la date considérée (année 2012 en vert).

Casiers d'Arcoules

Les casiers d'Arcoules sont dominés par *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum* et *Vallisneria spiralis* (Tableau 2.5.9). Toutes ces espèces sont associées à des conditions eutrophes, voire hyper-eutrophes. En termes de perturbations, les peuplements sont diversifiés, la richesse spécifique est élevée, ce qui traduit, comme l'indique également la valeur de l'indice, un niveau de perturbations élevé. Les processus d'alluvionnement suggérés lors de précédents diagnostics sont potentiellement modérés, car la plupart des relevés présentent 1) une profondeur élevée, 2) une part importante de substrat grossier. Les crues, même si elles sont susceptibles de produire localement des dépôts de sédiments, entretiennent naturellement ces casiers, qui sont probablement à un état d'équilibre. En effet, vu leur dimension et leur âge, les processus d'atterrissement, s'ils avaient été significatifs, auraient provoqué la fermeture complète des milieux. La profondeur élevée, la granulométrie grossière et la forte biodiversité d'espèces tolérantes aux perturbations, traduisent donc un auto entretien des casiers par les crues.

	2008	2012
Elodea nuttallii	**1.32**	0.42
Ceratophyllum demersum	**1.18**	**0.83**
Myriophyllum spicatum	**0.82**	**1.00**
Vallisneria spiralis	**0.82**	**1.00**
Potamogeton nodosus	**0.55**	0.21
Spirogyra sp.	0.32	
Carex sp.	0.23	0.17
Lemna minor	0.23	0.13
Lysimachia vulgaris	0.23	
Nymphoides peltata	0.18	0.13
Leersia oryzoides	0.14	
Phalaris arundinacea	0.14	**0.50**
Rorippa amphibia	0.14	0.08
Myosotis scorpioides	0.09	0.04
Polygonum hydropiper	0.09	0.17
Scirpus triqueter	0.09	0.04
Spirodela polyrhiza	0.09	0.13
Typha latifolia	0.09	
algues vertes filamenteuses	0.09	
Alisma plantago-aquatica	0.05	
Cyperus fuscus	0.05	
Iris pseudacorus	0.05	
Najas marina	0.05	0.13
alg. vertes fil. (*Rhizoclonium* sp.)		**0.50**
Potamogeton trichoides		0.17
Chara sp.		0.08
Potamogeton lucens		0.08
Lemna minuscula		0.04
Najas minor		0.04
Phragmites australis		0.04
Ranunculus circinatus		0.04
Solidago sp.		0.04
Acorus calamus		0.04
Richesse spécifique	**23**	**25**

Diagnostic écologique	***Classes***	2008	**2012**
Niveau de trophie	oligotrophe	1.6	1.6
	Mésotrophe	6.6	4.6
	eutrophe	12.3	**10.0**
	hyper-eutrophe	**13.7**	**10.7**
Alimentation en eaux souterraines	O	0.2	0.2
	N	**2.0**	**1.3**
Perturbations par les crues	aucune	3.3	2.9
	faibles	6.0	5.7
	intermédiaires	8.0	6.4
	fortes	**12.0**	**11.5**
	alluvionnement	10.5	8.1

Tableau 2.5.9 : Abondance moyenne des espèces contactées et diagnostic du fonctionnement écologique des Casiers d'Arcoules de 2008 à 2012. Les abondances des espèces présentes sont multipliées à leur valeur d'indice, la somme de ces produits traduit l'affinité relative du peuplement pour chaque classe d'exigences écologiques. Les valeurs en gras et colorées de ce diagnostic reflètent le mieux le fonctionnement de l'écosystème à la date considérée (année 2012 en vert).

Lône de la Boussarde

Henry & Amoros (1996) concluaient à une lône eutrophe, à eau permanente et à perturbations plutôt fréquentes et/ou intenses. Le casier aval et celui situé au centre étaient fréquemment perturbés par les crues (40 jours/an), alors que le casier amont l'était un peu moins (25 jours/an).

L'ensemble de la lône ayant une durée de vie potentielle élevée, une éventuelle restauration n'était donc pas à prévoir dans ce cas. Seul le léger envasement à l'extrémité amont permettait d'envisager des opérations de curage de ce plan d'eau.

La lône est caractérisée par des conditions eutrophes où les connexions avec les eaux souterraines sont absentes (Tableau 2.5.10) et où l'alluvionnement reste très important depuis 1996 (la part de limon progresse au fil des années, 50.1% de limons en 1996, 84.6% en 2009 et 98% en 2012). Si le peuplement dominant reflète un niveau de perturbation élevée, des espèces telles que *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum* et *Phalaris arundinacea* traduisent également les forts processus d'alluvionnement.

Espèces\dates	2009	**2012**
Ceratophyllum demersum	**3.08**	**3.08**
Spirodela polyrhiza	**1.62**	**0.77**
algues vertes	**1**	0.31
Lemna minor	**1**	**0.62**
Potamogeton nodosus	**0.92**	0.31
Lemna minuscula (= minuta)	**0.85**	
Elodea nuttallii	**0.62**	0.08
Myriophyllum spicatum	0.38	**1.15**
Najas marina	0.38	0.31
Vallisneria spiralis	0.31	0.46
Carex sp.	0.08	
potamogeton pectinatus	0.08	
Potamogeton perfoliatus	0.08	
Phalaris arundinacea		0.23
Polygonum hydropiper		0.15
Myosotis scorpioides		0.08
Acorus calamus		0.08
Richesse spécifique	**13**	**13**

Diagnostic écologique	***Classes***	2009	**2012**
Niveau de trophie	oligotrophe	2.3	3.0
	Mésotrophe	5.3	5.3
	eutrophe	17.4	15.2
	hyper-eutrophe	**22.2**	**18.9**
Alimentation en eaux souterraines	O	0.1	0.2
	N	**5.5**	**4.3**
Perturbations par les crues	aucune	6.7	6.0
	faibles	9.7	9.2
	intermédiaires	11.0	9.2
	fortes	**13.8**	**12.8**
	alluvionnement	**12.1**	**11.5**

Tableau 2.5.10 : Abondance moyenne des espèces contactées et diagnostic du fonctionnement écologique de la lône de la Boussarde de 2009 à 2012. Les abondances des espèces présentes sont multipliées à leur valeur d'indice, la somme de ces produits traduit l'affinité relative du peuplement pour chaque classe d'exigences écologiques. Les valeurs en gras et colorées de ce diagnostic reflètent le mieux le fonctionnement de l'écosystème à la date considérée (année 2012 en vert).

Lône de la Sainte

Elle se trouve en val de la section court-circuitée, en rive droite, au droit de la restitution. Il s'agit d'une annexe relativement atterrie comportant une grande proportion d'hélophytes (Tableau 2.5.11), la partie en eau est plutôt eutrophe et le niveau de perturbation hydraulique semble variable selon les années, allant de fort en 2008 à faibles à intermédiaire en 2012. Ceci résulte probablement de son atterrissement progressif (*Solidago sp.*) provoqué par les phénomènes d'alluvionnement qui restent très importants comme en témoignent certaines espèces (*Rorippa amphibia*, *Alisma plantago-aquatica* et *Phalaris arundinacea*). Le nombre d'espèces de macrophytes aquatiques y est faible et les abondances moyennes aussi.

Espèces\dates	2008	2012
Rorippa amphibia	**1.2**	0.43
Polygonum mite	**1.1**	0.14
Carex sp.	**0.7**	0.29
Lythrum salicaria	**0.6**	0.14
Alisma plantago-aquatica	**0.5**	**0.57**
Egeria densa	**0.5**	0.14
Phalaris arundinacea	0.3	0.43
Spirodela polyrhiza	0.3	**0.71**
Ceratophyllum demersum	0.2	0.43
Echinochloa crus-galli	0.2	
Elodea nuttallii	0.2	
Iris pseudacorus	0.2	
Bidens tripartita	0.1	
Lemna minor	0.1	**0.57**
Mentha aquatica	0.1	
Myriophyllum spicatum	0.1	
Solidago sp.	0.1	0.29
Myosotis scorpioides		0.14
Myriophyllum verticillatum		0.14
Richesse spécifique	**17**	**13**

Diagnostic écologique	***Classes***	2008	**2012**
Niveau de trophie	oligotrophe	2.0	1.5
	Mésotrophe	6.8	3.9
	eutrophe	**8.1**	**6.4**
	hyper-eutrophe	4.0	5.0
Alimentation en eaux souterraines	O	0.2	0.4
	N	**0.3**	**1.0**
Perturbations par les crues	aucune	5.4	4.0
	faibles	6.6	**6.0**
	intermédiaires	6.8	5.4
	fortes	**34.5**	5.4
	alluvionnement	**9**	**5.6**

Tableau 2.5.11 : Abondance moyenne des espèces contactées et diagnostic du fonctionnement écologique de la Sainte de 2008 à 2012. Les abondances des espèces présentes sont multipliées à leur valeur d'indice, la somme de ces produits traduit l'affinité relative du peuplement pour chaque classe d'exigences écologiques. Les valeurs en gras et colorées de ce diagnostic reflètent le mieux le fonctionnement de l'écosystème à la date considérée (année 2012 en vert).

2.5.4.2 Secteur de Montélimar

Lône de la Barcasse

Rappel de diagnostic

La lône de faible sinuosité, réduite à un plan d'eau alimenté par une station d'épuration, associée à l'absence d'hydrophytes fixées et d'hélophytes, ainsi que les caractéristiques des deux espèces non fixées rencontrées (*Lemna minor* et *Lemna gibba*), suggèrent un niveau trophique hyper-eutrophe et un niveau d'eau permanent, mais peu perturbée par les crues.

Henry & Amoros concluaient qu'en l'absence d'apports d'eau souterraine, la durée de vie potentielle de ce plan d'eau et ses potentialités de restauration seraient faibles.

Evolution actuelle

Le peuplement dominant, composé principalement de 2 espèces non fixées (*Lemna minuscula* et *Lemna minor*) associé au peu d'hydrophytes fixées (*Polygonum hydropiper*) et d'hélophytes, témoigne principalement de conditions hyper-eutrophes (Tableau 2.5.12) et d'un niveau d'eau permanent. Rappelons que la lône est alimentée par le rejet d'une station d'épuration. Le niveau de perturbation par les crues reste plutôt faible à l'inverse de ce qui est indiqué par le calcul du diagnostic écologique faussé par le peu d'espèces réellement représentatives de telles conditions. Les potentialités de restauration et la durée de vie restent faibles.

Espèces\dates	2009	2012
Lemna minuscula	**2.65**	**3.67**
Lemna gibba	**1.82**	**3.11**
Acer negundo	0.06	
Amorpha fruticosa	0.06	
Arundo donax	0.06	
Bidens tripartita	0.06	0.11
Glyceria maxima	0.06	
Polygonum hydropiper		**0.61**
Lycopus europaeus		0.06
Richesse spécifique	7	5

Diagnostic écologique	***Classes***	2009	**2012**
Niveau de trophie	oligotrophe	0.0	1.3
	Mésotrophe	0.0	1.3
	eutrophe	**3.8**	**7.8**
	hyper-eutrophe	**3.8**	**7.1**
Alimentation en eaux souterraines	O	0.0	0.0
	N	0.0	0.0
Perturbations par les crues	aucune	0.1	0.6
	faibles	0.1	1.6
	intermédiaires	0.1	1.6
	fortes	**5.6**	**11.5**
	alluvionnement	**0.0**	1.8

Tableau 2.5.12 : Abondance moyenne des espèces contactées et diagnostic du fonctionnement écologique de la Barcasse de 2009 à 2012. Les abondances des espèces présentes sont multipliées à leur valeur d'indice, la somme de ces produits traduit l'affinité relative du peuplement pour chaque classe d'exigences écologiques. Les valeurs en gras et colorées de ce diagnostic reflètent le mieux le fonctionnement de l'écosystème à la date considérée (année 2012 en vert).

2.5.4.3 Secteur de Donzère-Mondragon

Lône de Malaubert

Rappel de diagnostic

Cette lône, faiblement sinueuse, était déconnectée du Rhône court-circuité à l'extrémité amont par une digue longitudinale, mais connectée à l'extrémité aval par un ouvrage qui rehaussait le niveau d'eau dans la lône. La dominance des sédiments limoneux ou localement vaseux, ainsi que la richesse et l'abondance faibles des plantes fixées (3 espèces non fixées dominaient nettement dans pratiquement toute la partie en eau), ou encore le cortège floristique indiquaient que cette lône correspondait à un milieu eutrophe permanent et soumis à des processus d'alluvionnement lors des crues du fleuve. L'alimentation par la Berre, mais surtout par le fleuve par percolation sous la digue à l'extrémité amont, suggèrait des apports d'eau souterraine.

Malgré la remise en eau de la partie aval de la lône en 1993, Henry & Amoros concluaient d'une durée de vie potentielle intermédiaire et de potentialités de restauration faibles à intermédiaires.

Evolution actuelle

Ce milieu contient une richesse spécifique importante en regard des autres lônes, jusqu'à 41 espèces en 2012 (en comprenant les 5 espèces d'algues), qui s'explique probablement par la longueur échantillonnée (8 km). L'alternance des profils courants à l'amont et de zones plus calmes à l'aval permet également cette diversitéet la présence d'espèces associées. Dans l'ensemble elle reste une lône eutrophe à hyper-eutrophe (Tableau 2.5.13) où l'effet des perturbations est variable selon les secteurs tout en restant à un niveau élevé. La lône ne semble pas bénéficier de connexions phréatiques, à moins que leur intensité soit trop faible pour être détectée sur l'ensemble du milieu (présence tout de même en faible abondance d'espèces carctéristiques comme *Sparganium emersum* et *Callitriche platycarpa*). Enfin les phénomènes d'alluvionnement semblent relativement importants à l'exception des zones parcourues par de forts courants.

Les conditions régnant actuellement dans la lône sont proches de celles existant en 1996, la durée de vie potentielle de cette lône reste néanmoins forte, voire très forte selon les secteurs, mais ses potentialités de restauration sont faibles à intermédiaires.

Tableau 2.5.13 (page suivante) : Abondance moyenne des espèces contactées et diagnostic du fonctionnement écologique de la lône de Malaubert de 2009 à 2012. Les abondances des espèces présentes sont multipliées à leur valeur d'indice, la somme de ces produits traduit l'affinité relative du peuplement pour chaque classe d'exigences écologiques. Les valeurs en gras et colorées de ce diagnostic reflètent le mieux le fonctionnement de l'écosystème à la date considérée (année 2012 en vert).

Espèces\dates	2009	2012
Elodea nuttallii	**1.66**	**0.56**
Ceratophyllum demersum	**1.43**	**1.2**
potamogeton pectinatus	**0.88**	**0.91**
Ludwigia peploides	**0.81**	**0.7**
Potamogeton nodosus	**0.79**	**0.57**
Myriophyllum spicatum	**0.61**	**0.61**
algues fil. type *Cladophora*	**0.58**	0.46
Lemna minuscula (= minuta)	**0.53**	0.1
Sparganium emersum	0.36	0.22
Amorpha fruticosa	0.28	0.02
Vallisneria spiralis	0.16	0.16
Callitriche stagnalis	0.13	
Hydrocharis morsus-ranae	0.11	0.12
Chara sp.	0.09	
algue cyano type *Oscillatoria*	0.07	0.11
Lemna minor	0.07	0.07
Spirodela polyrhiza	0.07	0.24
Myriophyllum verticillatum	0.04	0.03
Berula erecta	0.03	0.06
Carex sp.	0.03	
Iris pseudacorus	0.03	0.08
Riccia fluitans	0.03	0.02
Utricularia vulgaris	0.03	0.01
algues fil. type *Spirogyra*	0.02	0.17
Lyhrum salicaria	0.02	
Najas marina	0.02	0.02
Phalaris arundinacea	0.02	0.07
Phragmites australis	0.02	0.04
Veronica beccabunga	0.02	0.01
Bidens tripartita	0.01	
Leersia oryzoides	0.01	
Mentha spicata	0.01	
Nasturtium officinale	0.01	0.02
Polygonum hydropiper	0.01	0.09
Potamogeton crispus	0.01	0.01
algues fil. type *Vaucheria*		0.14
Ranunculus fluitans		0.07
Cyperus eragrostis		0.04
Ranunculus circinatus		0.03
Veronica anagallis-aquatica		0.02
algues rouges (*Thorea* sp.)		0.01
Arundo donax		0.01
Callitriche platycarpa		0.01
Lemna trisulca		0.01
Lycopus europaeus		0.01
Lysimachia vulgaris		0.01
Myosotis scorpioides		0.01
Polygonum persicaria		0.01
Richesse spécifique	**35**	**41**

Diagnostic écologique	***Classes***	2009	**2012**
Niveau de trophie	oligotrophe	2.8	2.7
	Mésotrophe	9.2	6.9
	eutrophe	14.2	11.6
	hyper-eutrophe	**15.7**	**12.9**
Alimentation en eaux souterraines	O	1.0	0.9
	N	**3.2**	**2.8**
Perturbations par les crues	aucune	3.0	3.3
	faibles	6.2	6.1
	intermédiaires	9.8	7.5
	fortes	**13.3**	**11.3**
	alluvionnement	**13.6**	**10.7**

Lône du Carré

Rappel de diagnostic

En 1996, la lône était dominée dans une grande partie par des sédiments grossiers, avec une richesse spécifique faible, ce qui, associé au crotège floristique observé indiquait une lône eutrophe fréquemment et/ou intensément perturbé par les crues du fleuve. Bien que l'on rencontrait quelques petits bouchons alluviaux dans la partie aval de la lône, les zones échantillonnées étaient en permanence en eau, connectées au Rhône court-circuité à l'amont par une brèche dans la digue longitudinale, et à l'Ardèche à l'aval. Plusieurs espèces indiquaient d'éventuels apports d'eau souterraine, vraisemblablement d'origine fluviale.

Au vu de ce fonctionnement, la durée de vie de la lône qui était évaluée, était élevée à très élevée, il était donc inutile de considérer ses potentialités de restauration.

Entre 1996 et 2009, les plantes invasives (*Ludwiga peploides* et *Elodea nuttallii*) se sont installées en colonisant une très grande partie de la lône. Le colmatage de la lône a vraisemblablement entrainé la disparition d'espèces indicatrices d'échanges phréatiques et favorisé le développement d'espèces indicatrices de conditions très eutrophes. Les phénomènes d'auto-entretien générés par les crues paraissent à cette époque moins importants car ils ne limitent pas les processus d'alluvionnement.

Evolution actuelle

L'évolution de la lône est peu marqué depuis 2009, les espèce caractéristiques des milieux eutrophes, voire hyper-eutrophes sont toujours présentes et composent une partie du peuplement qui est dominé principalement par une espèce invasive, *Ludwigia peploides* (Tableau 2.5.14). Cette dernière à d'ailleurs probablement contribué à la forte régression *d'Elodea nuttalli,* bien installée sur la lône en 2009. Le niveau de perturbations par les crues s'est atténué au profit de l'alluvionnement, processus qui risque de s'accentuer dans la totalité de la lône du fait 1) de l'absence de phénomènes de rajeunissement tel que le décapement lors des crues, 2) la forte implantation de la jussie (Ludwiga pelpoides) succeptible de ralentir l'écoulement dans la lône lors des débordements du Rhône, accentuant ainsi la sédimentation des fines particules.

Dans un tel contexte, les anciennes prévisions relatives au fonctionnement de la lône doivent être ajustées. Ainsi, la durée de vie potentielle de la lône en l'absence de restauration, au regard des éléments d'évolution depuis 3 ans, est plutôt intermédiaire, et dans le cas où les anciens sous écoulements fluviaux sont toujours présents, les potentialités de réversibilté seraient intermédiaires à fortes.

Espèces\dates	2009	2012
Ludwigia peploides	**2.36**	**2.83**
Elodea nuttallii	**1.38**	0.03
Ceratophyllum demersum	**1.24**	**0.63**
Spirodela polyrhiza	**1.12**	**0.55**
Lemna minuscula	**0.83**	0.15
Lemna minor	**0.81**	0.43
Myriophyllum spicatum	0.21	0.10
Egeria densa	0.19	0.23
Phalaris arundinacea	0.17	0.08
Potamogeton nodosus	0.14	0.10
algues fil. type *Spirogyra*	0.12	
Polygonum hydropiper	0.10	
Carex sp.	0.07	0.05
Leersia oryzoides	0.07	
potamogeton pectinatus	0.05	0.08
Vallisneria spiralis	0.05	0.03
Bidens tripartita	0.02	
Digitaria paspaloides	0.02	
Echinochloa crus-galli	0.02	
Lysimachia vulgaris	0.02	0.03
Potamogeton crispus	0.02	
Riccia fluitans	0.02	0.13
Utricularia vulgaris		0.08
algues fil. type *Spirogyra*		0.08
Alisma plantago-aquatica		0.03
Leersia oryzoides		0.03
Phragmites australis		0.03
Potamogeton pusillus		0.03
Richesse spécifique	**22**	**21**

Diagnostic écologique	***Classes***	2009	**2012**
Niveau de trophie	oligotrophe	1.3	0.7
	Mésotrophe	4.6	1.2
	eutrophe	10.6	4.5
	hyper-eutrophe	**12.6**	**5.3**
Alimentation en eaux souterraines	O	0.0	0.0
	N	**2.2**	**1.2**
Perturbations par les crues	aucune	4.0	2.0
	faibles	4.9	**3.0**
	intermédiaires	7.6	2.5
	fortes	**8.5**	**3.0**
	alluvionnement	**7.1**	**2.5**

Tableau 2.5.14 : Abondance moyenne des espèces contactées et diagnostic du fonctionnement écologique de la lône du Carré de 2009 à 2012. Les abondances des espèces présentes sont multipliées à leur valeur d'indice, la somme de ces produits traduit l'affinité relative du peuplement pour chaque classe d'exigences écologiques. Les valeurs en gras et colorées de ce diagnostic reflètent le mieux le fonctionnement de l'écosystème à la date considérée (année 2012 en vert).

Lône de Malatras

Rappel de diagnostic

Le rapport (1996) diagnostiquait une lône pratiquement rectiligne, comblée de sédiments fins, totalement exondée en été et en partie colonisée par des plantes herbacées et des arbres, ce qui constituait un milieu eutrophe atterri. Les données végétales étaient insuffisantes pour établir un diagnostic fonctionnel (présence d'hélophytes uniquement dans la petite dépression échantillonnée).

Henry & Amoros concluaient que la durée de vie potentielle de cette lône était faible et ses potentialités de restauration ne pouvaient être estimées à partir des données fournies par la végétation aquatique, celle-ci étant absente du milieu. Elles devaient donc être estimées en ayant recours à d'autres descripteurs. La restauration de cette lône était envisagée.

Evolution du diagnostic

La lône est composée essentiellement d'hélophytes, et de deux uniques représentant d'hydophytes (Chara sp. désseché), signe d'un attérissement avancé de certaines zones (présence d'une plage au centre du chenal au ras de la surface avec de jeunes pousses de *Salix purpurea*). Même si le diagnostic indique une lône plutôt mésotrophe, certains éléments laissent penser qu'elle ait également une tendance eutrophe (*Typha latifolia*, *Myriophyllum spicatum, Phragmites australis,* Tableau 2.5.15), avec des connexions probables aux écoulements d'eau souterraine (présence de *Chara sp*. non codés pour le calcul du diagnostic), le diagnostic reste cependant difficile du fait du peu d'hydrophytes comme descripteurs du milieu. L'absence de perturbations par les crues et l'alluvionnement important semblent également caractériser cette lône.

La durée de vie potentielle de la lône reste inchangé et semble être faible.

	2009	2012
Scirpus lacustris	**0.92**	**1.68**
Typha latifolia	0.28	0.44
Chara sp. (épines)	0.2	
Lythrum salicaria		**0.72**
Myriophyllum spicatum		**0.68**
Phragmites australis		0.44
Chara sp. (déséchée)		0.4
Lysimachia vulgaris		0.28
Sparganium erectum		0.28
Carex sp.		0.16
Alisma plantago-aquatica		0.04
Mentha aquatica		0.04
Richesse spécifique	**3**	**11**

Diagnostic écologique	***Classes***	2009	**2012**
Niveau de trophie	oligotrophe	0.0	5.7
	Mésotrophe	0.6	**11.1**
	eutrophe	0.6	9.3
	hyper-eutrophe	0.6	5.2
Alimentation en eaux souterraines	O	0.0	0.1
	N	**0.0**	0.0
Perturbations par les crues	aucune	0.6	**6.6**
	faibles	0.0	5.6
	intermédiaires	0.0	3.3
	fortes	**0.0**	3.3
	alluvionnement	**0.0**	**6.0**

Tableau 2.5.15 : Abondance moyenne des espèces contactées et diagnostic du fonctionnement écologique de la lône de Malatras de 2009 à 2012. Les abondances des espèces présentes sont multipliées à leur valeur d'indice, la somme de ces produits traduit l'affinité relative du peuplement pour chaque classe d'exigences écologiques. Les valeurs en gras et colorées de ce diagnostic reflètent le mieux le fonctionnement de l'écosystème à la date considérée (année 2012 en vert).

Lône des Joncs

Rappel de diagnostic

La lône est un bras très peu sinueux déconnecté du cours principal aux deux extrémités mais alimenté par un petit affluent (la petite Berre) où le substrat au point le plus profond est exclusivement vaseux. La granulométrie du substrat ainsi que la végétation peu abondante et peu diversifiée suggèrent un milieu eutrophe où la fréquence de perturbations reste plutôt faible ou soumis aux processus d'alluvionnement. L'affluent qui alimente la lône pourrait agir comme un vecteur important d'alluvions, mais l'eau du Rhône court-circuité reflue probablement aussi par l'extrémité aval lors des crues. Il semblerait donc qu'il se produise un alluvionnement important dans l'ensemble de la lône.

Grâce à la permanence supposée des eaux dues aux apports de l'affluent, la durée de vie potentielle de la lône paraît intermédiaire ou élevée, car même en cas de comblement par les sédiments fins, un chenal nécessaire à l'écoulement des eaux de la petite Berre devrait persister. Les potentialités de restauration seraient faibles à intermédiaires.

Evolution du diagnostic

La très faible richesse spécifique, le substrat composé dans la quasi-totalité d'un mélange de vase et de limon, ainsi que les espèces typiques de milieux peu perturbés associées au maintien de la population de *Phragmites australis* (Tableau 5.2.16), suggèrent un milieu hyper-eutrophe, fortement perturbé par les processus d'alluvionnement.

La lône reste alimentée par la Petite Berre qui semble toujours être vecteur d'alluvions tout en apportant un flux d'eau permanent. Par les conditions d'alimentation permanente en eau de la lône, la durée de vie potentielle reste la même, que celle précédemment calculée, c'est-à-dire intermédiaire à élevée. Les potentialités de restauration restent faibles à intermédiaires.

Tableau 2.5.16 (page suivante) : Abondance moyenne des espèces contactées et diagnostic du fonctionnement écologique de la lône des Joncs de 2009 à 2012. Les abondances des espèces présentes sont multipliées à leur valeur d'indice, la somme de ces produits traduit l'affinité relative du peuplement pour chaque classe d'exigences écologiques. Les valeurs en gras et colorées de ce diagnostic reflètent le mieux le fonctionnement de l'écosystème à la date considérée (année 2012 en vert).

	2009	2012
Phragmites australis	0.43	0.92
potamogeton pectinatus	0.36	0.31
Myriophyllum spicatum	0.21	
Ceratophyllum demersum	0.14	0.08
Echinochloa crus-galli	0.07	
Elodea nuttallii	0.07	
Polygonum hydropiper	0.07	
Lemna minor		**0.08**
Lemna minuscula		0.08
Richesse spécifique	**7**	**5**

Diagnostic écologique	*Classes*	2009	2012
Niveau de trophie	oligotrophe	0.9	1.2
	Mésotrophe	2.4	2.5
	eutrophe	3.1	3.1
	hyper-eutrophe	**3.6**	**4.2**
Alimentation en eaux souterraines	O	0.0	0.0
	N	**0.5**	**0.5**
Perturbations par les crues	aucune	1.7	**2.8**
	faibles	1.6	1.9
	intermédiaires	1.9	2.1
	fortes	**2.6**	1.9
	alluvionnement	**3.0**	**2.9**

Lône de Caderousse

Rappel de diagnostic

La très faible sinuosité de cette lône, alimentée par la lône Pascal, la domination de sédiments limoneux, ainsi que la faible diversité des plantes fixées rarement abondantes, et le cortège floristique observé, indiquaient un milieu nettement eutrophe et peu perturbé par les crues du fleuve. Malgré la profondeur souvent faible, la présence de plusieurs espèces d'hydrophytes et les apports d'eau souterraine suggèraient que cette lône serait relativement permanente. A noter que les apports d'eau souterraine étaient vraisemblablement d'origine fluviale donc sans doute chargés en nutriments.

Grâce aux apports d'eaux souterraines, la durée de vie potentielle de cette lône calculée était intermédiaire, et des potentialités de restauration faibles à intermédiaires.

Evolution du diagnostic

Le peuplement dominant reste le même qu'en 2009, caractéristique d'une lône eutrophe avec des perturbations par les crues du Rhône faibles et une alimentation en eau souterraine suffisante pour maintenir les espèces associées à ce phénomène, notamment *Berula erecta*, *Sparganium emersum* et dans une moindre mesure *Mentha aquatica* (Tableau 2.5.17). La plante invasive *Ludwigia peploides* occupe très fortement le milieu et empêche probablement le développement et/ou l'installation d'espèces moins compétitives et plus caractéristiques du fonctionnement écologique de la lône (espèces typiques d'influences phréatiques). La prise en compte de la capacité de colonisation de telles espèces monopolistes ne doit pas être négligé lors de la mise en place d'un projet de restauration. Les phénomènes d'alluvionnement sont présents, mais limités en intensité par le renouvellement perceptible à l'aval de la zone humide.

La durée de vie de la lône reste donc intermédiaire avec des potentialités de restauration faibles à intermédiaires.

Espèces\dates	2009	**2012**
Ludwigia peploides	**3.15**	**3.62**
Iris pseudacorus	**0.85**	**0.58**
Lemna minuscula (= minuta)	**0.65**	**0.58**
Spirodela polyrhiza	**0.62**	**0.85**
Ceratophyllum demersum	**0.58**	**0.54**
Mentha aquatica	0.42	0.23
Sparganium emersum	0.42	0.12
Carex sp.	0.35	0.15
Lemna minor	0.23	
Lycopus europaeus	0.23	0.19
Berula erecta	0.19	0.35
Sparganium erectum	0.19	0.12
Phragmites australis	0.15	0.12
Bidens cernua	0.12	0.08
Elodea nuttallii	0.12	0.08
Myriophyllum spicatum	0.12	0.15
Polygonum hydropiper	0.12	0.15
Bidens tripartita	0.08	0.04
Myriopyllum verticillatum	0.08	0.04
Amorpha fruticosa	0.04	0.04
Callitriche sp.	0.04	
Leersia oryzoides	0.04	
Lyhrum salicaria	0.04	
Phalaris arundinacea	0.04	
Solanum dulcamara	0.04	
Vallisneria spiralis	0.04	0.19
Riccia fluitans	0.88	
algues fil. ± décomposées		0.12
algues fil. (Spirogyra)		0.12
algues (cyanophytes)		0.04
Chara globularis		0.04
Fraxinus excelsior		0.04
Najas marina		0.04
Potamogeton pusillus		0.04
Utricularia vulgaris		0.04
Richesse spécifique	**27**	**28**

Diagnostic écologique	***Classes***	2009	**2012**
Niveau de trophie	oligotrophe	4.5	3.2
	Mésotrophe	5.5	4.0
	eutrophe	**6.9**	**7.9**
	hyper-eutrophe	6.0	5.5
Alimentation en eaux souterraines	O	**2.2**	**1.5**
	N	0.8	0.6
Perturbations par les crues	aucune	6.9	6.0
	faibles	**9.8**	**9.9**
	intermédiaires	8.1	6.9
	fortes	5.8	6.4
	alluvionnement	**7.2**	**5.5**

Tableau 2.5.17 : Abondance moyenne des espèces contactées et diagnostic du fonctionnement écologique de la lône de Caderousse de 2009 à 2012. Les abondances des espèces présentes sont multipliées à leur valeur d'indice, la somme de ces produits traduit l'affinité relative du peuplement pour chaque classe d'exigences écologiques. Les valeurs en gras et colorées de ce diagnostic reflètent le mieux le fonctionnement de l'écosystème à la date considérée (année 2012 en vert).

Lône de la Grange Ecrasée

Rappel de diagnostic

La lône a été déconnectée du cours principal aux deux extrémités par une digue qui rehausse le niveau d'eau, ce qui a ralentit probablement l'écoulement des crues et a favorisé la sédimentation. La sinuosité plutôt faible, la dominance des sédiments limoneux, et le cortège floristique observé indiquaient un milieu nettement eutrophe soumis à des processus d'alluvionnement lors des crues du fleuve. La profondeur, dépassant parfois 2 m, suggèrait que la zone en eau resterait permanente. Plusieurs espèces indiquaient des apports d'eau souterraine, vraisemblablement d'origine fluviale.

Le rapport concluait que la durée de vie potentielle de cette lône aménagée pour les pêcheurs était intermédiaire, et que ses potentialités de restauration seraient faibles à intermédiaires.

Evolution du diagnostic

Les espèces présentes dans la lône de Grange Ecrasée sont caractéristiques de milieux eutrophes, voire hyper-eutrophes faiblement perturbés, où l'alluvionnement est relativement important (Tableau 2.5.18). Les apports phréatiques dont témoigne une faible partie du peuplement cette année (*Sparganium emersum*) ne semblent pas suffisants pour modifier le statut trophique de la lône. Les digues aux extrémités contribuent à ralentir l'écoulement de l'eau, favorisant les phénomènes d'alluvionnements qui sont probablement amplifiés par l'occupation de l'espace relativement dense de *Ludwigia peploides.*

La durée de vie de la lône reste intermédiaire, mais selon l'intensification des processus de dépôt de sédiment dans la lône et en l'absence de curage par les crues, elle peut devenir faible. Les potentialités de restauration restent faibles à intermédiaires.

Espèces\dates	2009	2012
Egeria densa	**2.16**	**1.20**
Ceratophyllum demersum	**1.88**	**1.16**
Ludwigia peploides	**1.8**	**2.52**
Myriophyllum spicatum	**0.68**	**0.68**
potamogeton pectinatus	0.48	0.28
characées (*Tolypella* sp. ?)	0.44	0.24
Najas marina	0.4	0.04
Vallisneria spiralis	0.4	0.08
Sparganium emersum	0.32	0.20
algues filamenteuses	0.28	**0.68**
Myriophyllum aquaticum	0.28	
Potamogeton nodosus	0.24	0.04
Ranunculus circinatus	0.16	
Callitriche sp.	0.12	0.08
Phragmites australis	0.12	0.20
Amorpha fruticosa	0.08	0.08
Iris pseudacorus	0.08	
Sparganium erectum	0.08	0.40
Utricularia vulgaris	0.08	0.16
Elodea nuttallii	0.04	0.24
Groenlandia densa	0.04	
Lemna trisulca	0.04	
Polygonum hydropiper	0.04	
Potamogeton crispus	0.04	
Potamogeton perfoliatus	0.04	
Spirodela polyrhiza	0.04	**0.64**
Veronica anagallis-aquatica	0.04	
Myriophyllum verticillatum		**0.76**
Riccia fluitans		**0.60**
Lemna minor		0.40
Lemna minuscula		0.40
Azolla filiculoides		0.08
Richesse spécifique	**27**	**23**

Diagnostic écologique	***Classes***	2009	**2012**
Niveau de trophie	oligotrophe	3.2	2.1
	Mésotrophe	5.8	5.0
	eutrophe	11.4	**11.4**
	hyper-eutrophe	**12.5**	**11.3**
Alimentation en eaux souterraines	O	1.0	1.2
	N	**3.0**	**1.9**
Perturbations par les crues	aucune	3.6	7.2
	faibles	7.3	**10.1**
	intermédiaires	7.2	7.1
	fortes	**10.3**	6.9
	alluvionnement	**10.0**	**8.3**

Tableau 2.5.18 : Abondance moyenne des espèces contactées et diagnostic du fonctionnement écologique de la lône de Grange Ecrasée de 2009 à 2012. Les abondances des espèces présentes sont multipliées à leur valeur d'indice, la somme de ces produits traduit l'affinité relative du peuplement pour chaque classe d'exigences écologiques. Les valeurs en gras et colorées de ce diagnostic reflètent le mieux le fonctionnement de l'écosystème à la date considérée (année 2012 en vert).

Lône de la République

Rappel de diagnostic

La lône est constituée d'une série de casiers séparés par des épis transversaux plus ou moins comblés de sédiments fins et isolés du cours principal par une digue longitudinale entrecoupée par quelques brèches. La faible sinuosité, la dominance des sédiments limoneux, ainsi que la richesse et l'abondance faibles des plantes fixées, ou encore le cortège floristique observé, indiquaient que les plans d'eau échantillonnés dans cette série de casiers correspondaient à des milieux nettement eutrophes et soumis à des processus d'alluvionnement lors des crues du fleuve. La profondeur souvent voisine de 2 m dans les plans d'eau les plus grands suggèrait qu'ils étaient permanents et qu'ils n'étaient pas alimentés par des apports d'eau souterraine.

Le rapport concluait que malgré l'aménagement léger de la partie aval de la lône en 1993 pour améliorer sa qualité piscicole, la durée de vie potentielle de ces plans d'eau serait intermédiaire, et leurs potentialités de restauration seraient faibles à intermédiaires.

Evolution du diagnostic

La lône est caractérisée par des conditions hyper-eutrophes (*Ceratophyllum demersum* très largement dominant) sans alimentations en eau phréatique, avec un niveau de perturbation par les crues faible (Tableau 2.5.19). Les processus d'alluvionnement sont toujours importants. Depuis 2009, l'espèce invasive *Ludwigia pelpoides* s'est largement implantée sur la lône et est peut être à l'origine de la régression importante d'*Elodea nutallii* (0.94 en 2009 contre 0.03 en 2012).

Les conclusions concernant la durée de vie ne change pas puisque le conditions n'ont pas changé, elle est donc estimée intermédiaire avec des potentialités de restauration faibles à intermédiaires.

Espèces\dates	2009	2012
Ceratophyllum demersum	2.26	2.03
Ludwigia peploides	1.39	2.35
algues vertes filamenteuses	1.06	0.74
Elodea nuttallii	0.94	0.03
Spirodela polyrhiza	0.77	1.13
Myriophyllum spicatum	0.68	0.52
Lemna minor	0.29	0.29
Amorpha fruticosa	0.26	0.23
Najas marina	0.23	0.03
potamogeton pectinatus	0.23	0.03
Potamogeton nodosus	0.19	0.13
Azolla filiculoides	0.10	
Digitaria paspaloides	0.06	
Hydrocharis morsus-ranae	0.06	0.03
Phragmites australis	0.06	0.06
Vallisneria spiralis	0.06	
Cyperus eragrostis	0.03	
Iris pseudacorus	0.03	
Myriopyllum verticillatum	0.03	0.13
Najas minor	0.03	
Utricularia vulgaris	0.03	0.39
Lemna minuscula		0.81
Potamogeton perfoliatus		0.1
Carex sp.		0.06
Leersia oryzoides		0.06
Polygonum hydropiper		0.06
Riccia fluitans		0.06
algues (cyanophytes)		0.03
Alisma plantago-aquatica		0.03
Bidens tripartita		0.03
Datura stramonumn		0.03
Egeria densa		0.03
Potamogeton crispus		0.03
Typha latifolia		0.03
Vallisneria spiralis		0.03
Richesse spécifique	**21**	**29**

Diagnostic écologique	***Classes***	2009	**2012**
Niveau de trophie	oligotrophe	1.8	1.6
	Mésotrophe	5.4	2.9
	eutrophe	12.8	10.7
	hyper-eutrophe	**15.5**	**12.0**
Alimentation en eaux souterraines	O	0.2	0.3
	N	**3.2**	**2.5**
Perturbations par les crues	aucune	5.0	5.7
	faibles	6.4	**7.8**
	intermédiaires	8.2	6.5
	fortes	**10.0**	7.0
	alluvionnement	**9.8**	**6.5**

Tableau 2.5.19 : Abondance moyenne des espèces contactées et diagnostic du fonctionnement écologique de la lône de la République de 2009 à 2012. Les abondances des espèces présentes sont multipliées à leur valeur d'indice, la somme de ces produits traduit l'affinité relative du peuplement pour chaque classe d'exigences écologiques. Les valeurs en gras et colorées de ce diagnostic reflètent le mieux le fonctionnement de l'écosystème à la date considérée (année 2012 en vert).

Lône du Bayard

Rappel de diagnostic

Cette lône déconnectée du cours principal à l'amont était manifestement alimentée par des apports d'eau souterraine (vraisemblablement d'origine fluviale), et était connectée à la lône Pascal à l'aval (ce qui est tujours le cas). Sa faible sinuosité, sa localisation à environ 2 km du Rhône court-circuité, la dominance des sédiments fins (vase et limon), ainsi que la richesse faible des plantes fixées, et la dominance d'une espèce non fixée, indiquaient un milieu nettement eutrophe, probablement peu perturbé par les crues du fleuve. La profondeur souvent supérieure à 1,5 m dans le plan d'eau amont suggèrait que cette zone restait permanente.

Le rapport concluait que grâce aux apports d'eau souterraine, la durée de vie potentielle de cette lône serait intermédiaire, et ses potentialités de restauration seraient faibles à intermédiaires.

Evolution du diagnostic

La lône est toujours caractérisée par des conditions eutrophes (*Najas marina, Ceratophyllum demersum et Myriophyllum spicatum,* Tableau 2.5.20) et des infiltrations d'eau souterraine de faible intensité (*Berula erecta*, *Mentha aquatica* et *Sparganium emersum* en faibles proportions) probablement d'origine fuviale. Les phénomènes d'alluvionnements sont également présents sur la quasi-totalité de la lône et ne sont probablement pas exportés par les perturbations par les crues (d'un niveau faible à intermédiaire sur la lône) puisque la proportion de vase et de limon (représente 98% du substrat) n'évolue pas vers un substrat plus grossier.

En tenant compte des différents processus régnant sur la lône et de sa forte profondeur par endroit, sa durée de vie reste intermédiaire avec des potentialités de restaurations faibles à intermédiaires.

Espèces\dates	2009	**2012**
Myriophyllum spicatum	**0.81**	**0.55**
Myriopyllum verticillatum	**0.60**	**0.74**
Carex sp.	**0.58**	0.45
Najas marina	0.42	**1.03**
Berula erecta	0.33	0.18
Ceratophyllum demersum	0.33	**0.55**
Mentha aquatica	0.25	0.18
Phragmites australis	0.19	0.18
Chara sp.	0.17	
Lemna minor	0.13	0.13
Lyhrum salicaria	0.13	0.13
potamogeton pectinatus	0.13	0.16
Spirodela polyrhiza	0.13	0.24
Sparganium erectum	0.10	0.03
Iris pseudacorus	0.08	0.24
Ludwigia peploides	0.08	0.32
algues fil. type Spirogyra	0.06	
Lycopus europaeus	0.06	
Potamogeton nodosus	0.06	
Utricularia vulgaris	0.06	0.05
Scirpus lacustris	0.04	
Alisma plantago-aquatica	0.02	0.03
Bidens tripartita	0.02	
Callitriche sp.	0.02	
Echinochloa crus-galli	0.02	
Potamogeton crispus	0.02	0.03
algues fil. (Spirogyra)		0.16
algues (cyanophytes)		0.13
Chara globularis		0.13
Sparganium emersum		0.11
Fraxinus excelsior		0.05
Cyperus fuscus		0.03
Lemna minuscula		0.03
Richesse spécifique	**26**	**25**

Diagnostic écologique	***Classes***	2009	**2012**
Niveau de trophie	oligotrophe	3.0	2.6
	Mésotrophe	5.3	4.6
	eutrophe	**6.8**	**7.9**
	hyper-eutrophe	6.7	7.7
Alimentation en eaux souterraines	O	**1.8**	1.8
	N	1.1	**1.9**
Perturbations par les crues	aucune	6.0	6.1
	faibles	8.4	9.8
	intermédiaires	6.9	8.1
	fortes	6.5	7.6
	alluvionnement	**7.5**	**8.7**

Tableau 2.5.20 : Abondance moyenne des espèces contactées et diagnostic du fonctionnement écologique de la lône du Bayard de 2009 à 2012. Les abondances des espèces présentes sont multipliées à leur valeur d'indice, la somme de ces produits traduit l'affinité relative du peuplement pour chaque classe d'exigences écologiques. Les valeurs en gras et colorées de ce diagnostic reflètent le mieux le fonctionnement de l'écosystème à la date considérée (année 2012 en vert).

2.5.5 Bilan et conclusions

Pour la majorité des lônes de **Belley**, la restauration semble avoir permis la régénération des communautés liées aux apports d'eau souterraine. Cependant, ces apports ne paraissent pas suffisants pour limiter les phénomènes d'alluvionnement dans les annexes fluviales excepté dans la lône Fournier qui est soumise à de très fortes contraintes hydrauliques lors des crues du Rhône (fort auto-entretien). Ces processus d'accumulation des fines semblent néanmoins diminuer dans le temps, ou se stabiliser du fait de leur remobilisation lors des crues, ce qui est le cas sur Luisettes et Moiroud. Ces dernières bénéficient d'un renouvellement d'eau par des connexions phréatiques relativement importantes, surtout pour la lône des Luisettes, dans laquelle on observe un profil thermique typique d'un milieu alimenté en eau souterraine plus froide (courbe de température relativement stable toute l'année). Il en est de même sur Béard, cependant, la capacité hydraulique de celle-ci associée à son renouvellement d'eau phréatique ne suffit pas à exporter les particules fines qui s'accumulent sur tout le linéaire. Moiroud semble posséder des connexions phréatiques plus faibles, ce qui limite le maintien d'une température fraiche et constante toute l'année et explique ainsi la variabilité inter-annuelle de l'installation des communautés végétales liés à ces apports.

Concernant les conditions trophiques, les tendances d'évolution se stabilisent vers un stade méso-eutrophe pour Moiroud, Fournier et Béard ce qui résulte probablement de meilleures connexions phréatiques. Quant à la lône des Luisettes, les conditions mésotrophes se maintiennent, et son fonctionnement global ne semble pas avoir été modifié par le curage de la zone amont.

Comme formulé dans le rapport de 2003, le curage a favorisé l'installation de l'espèce monopoliste *Elodea nuttallii* dans toutes les zones humides. Indépendamment des variations des conditions écologiques chaque année, elle tend à se stabiliser sauf sur Fournier où elle est pésente de manière ponctuelle, voire même absente en 2012, du fait des fortes contraintes d'auto-entretien. Son évolution future est à suivre avec beaucoup d'attention.

Les lônes du secteur de **Donzère Mondragon** sont sujettes pour la plupart à des phénomènes de colonisation intense par des espèces invasives. En effet, la majorité d'entre elles a été colonisée par *Ludwigia peploides* (espèce monopoliste dont l'allélopathie est avérée) qui entraîne une diminution de la diversité biologique et contribue à accélérer le comblement des zones humides. L'abondance *d'Elodea nuttallii* a fortement chuté dans toutes les lônes de ce secteur, ce qui résulte probablement de la forte occupation du milieu par la Jussie (*Ludwigia pelpoides*).

La réponse des espèces à une nouvelle dynamique fonctionnelle commence ainsi à être visible huit ans après restauration. La surveillance des processus physiques et biologiques en jeu dans la lône paraît primordiale afin de prendre en compte les conséquences d'évènements particuliers tels que les crues exceptionnelles, l'apparition et l'évolution des espèces invasives, ou encore les effets du réchauffement climatique.

En s'aidant des premiers retours d'expériences (notamment Pierre-Bénite), il est possible de dégager quelques enseignements pour les restaurations qui pourraient être envisagées sur d'autres lônes (notamment Donzère-Mondragon). Au vu des problèmes d'alluvionnement présent dans la majeure partie des lônes, il est nécessaire d'éviter toute intervention susceptible de favoriser les dépôts d'alluvions (e.g. la réouverture des bouchons aval favorise le reflux d'eau fluviale dans les lônes et de ce fait l'alluvionnement). De même, l'étude des effets de l'augmentation de la fréquence de débordements par arasement de bouchons amont est essentielle si le milieu est soumis à des dépôts fréquents, car l'impact n'est pas favorable sur le fonctionnement de la lône ou en diminue les bénéfices attendus. Dans ce cas, les principaux paramètres à prendre en compte sont la sinuosité et la capacité hydraulique de la lône. Lors de ces arasements les effets négatifs peuvent être accentués dans le cas d'un creusement conjoint du lit de la lône, car l'augmentation de la capacité hydraulique

contribue à diminuer la vitesse d'écoulement lors des crues, ce qui favorise les phénomènes de sédimentation.
Le surcreusement des lônes doit donc se faire dans des situations dans lesquelles il ne s'accompagnera pas de dépôts accélérés lors des crues (cas de déconnexion ou de faible influence des crues).

2.6 Synthèse des résultats sur les communautés de macroinvertébrés des lônes suivies sur les secteurs du Bas-Rhône et du Haut-Rhône

2.6.1 Introduction

Dans le cadre du suivi scientifique du programme de restauration du Rhône, les macroinvertébrés aquatiques des annexes fluviales (lônes) sont pris en compte afin de suivre les conséquences des travaux de restauration sur la diversité biologique de ces milieux.

Les macroinvertébrés accomplissent des fonctions primordiales dans la fragmentation et la décomposition de la matière organique. Les peuplements de macroinvertébrés reflètent en outre la productivité des milieux et sont un maillon important de la chaîne trophique, particulièrement pour les poissons. Par des modifications du régime hydraulique, des habitats présents dans les lônes et de leur environnement immédiat (ripisylve par exemple), les travaux de restauration réalisés sur le Rhône entraînent potentiellement des modifications quantitatives et qualitatives des communautés d'invertébrés aquatiques.

Parmi les invertébrés aquatiques, plusieurs groupes permettent de porter un diagnostic sur la gamme complète d'habitats en contexte alluvial : des habitats lotiques (chenal principal et bras latéraux courants) aux habitats semi-aquatiques. Ils fournissent donc une "vision de site" et permettent de diagnostiquer les conséquences biotiques des modifications de communication entre les lônes et le chenal principal.

Aucun nouveau résultat n'est disponible en 2012, et le présent rapport reprend de manière synthétique les résultats principaux depuis 2010. Ils concernent la caractérisation de l'état initial de 14 lônes du Bas-Rhône et l'état des communautés de 18 lônes, quatre ans après restauration, dans les deux secteurs du Haut-Rhône (7 lônes à Belley et 11 à Brégnier-Cordon). Parmi les 18 lônes du Haut-Rhône, des sites non restaurés dans les deux secteurs sont considérés comme témoins.

2.6.2 Résultats du suivi pré-restauration sur le Bas-Rhône

2.6.2.1 Composition faunistique des communautés d'invertébrés aquatiques.

Différences de composition entre le Haut- et Bas-Rhône

Une analyse conjointe des sites et du bas-Rhône du point de vu de leur composition faunistique (voir rapport 2010) fait apparaître a) une dispersion comparable des sites des deux secteurs indiquant des niveaux comparables de diversité entre les sites, b) une divergence plus grande des compositions taxonomiques pour les sites situés à l'extrémité lotique du gradient, supérieure à celle des sites les plus lénitiques.

L'examen des taxons qui discriminent le plus les deux secteurs laisse apparaître des fréquences très élevées dans le Bas-Rhône pour des taxons non-indigènes à tendances rhéophiles ou potamiques qui sont absents ou peu fréquents dans les sites du Haut-Rhône avant restauration (*Gammarus roeselii*, *Hypania invalida*, *Dikerogammarus villosus, Menetus dilatatus)*. De plus, les deux espèces d'Ephéméroptères rhéophiles *Potamanthus luteus* et *Caenis macrura* sont très peu fréquentes sur le Bas-Rhône où *Caenis macrura* est remplacée par *Caenis luctuosa*, moins rhéophile.

Différenciation faunistique des lônes étudiées sur le Bas-Rhône

L'analyse de la composition faunistique des sites du Bas-Rhône (Rapport 2010) fait apparaître trois points principaux :

a) La singularisation de deux sites à caractère temporaire : Jonc aval et Roussette amont. Dans ces deux sites manquent des taxons de milieu permanent comme les Odonates *Ischnura elegans*, *Erythromma viridulum*, l'Ephémère *Caenis luctuosa* et le Gastéropode *Gyraulus parvus*, qui sont fréquents dans les autres sites. De plus, Jonc aval possède deux espèces de gastéropodes uniques et caractéristiques de milieux pouvant s'exonder : *Anisus spirorbis* (près de 300 individus/m^2 en moyenne) et *Viviparus contectus*.

b) La singularisation de milieux lotiques permanents soit du fait d'une connexion complète avec le Rhône (Lône de la Platière et Noyer Nord au Péage de Roussillon), de la proximité d'une connexion aval (aval de la Roussette à Montélimar) ou de l'arrivée d'un affluent (Malaubert centre et aval à Donzère). Ces sites possèdent en commun des taxons rhéophiles (*Baetis sp.*, *Procloen bifidum*, *Serratella ignita*, *Goera pillosa*, *Ancylus fluviatilis*, *Psychomyia pusilla*, *Hydropsyche angustipennis*) et l'Annélide non-indigène *Hypania invalida*.

c) Le reste des sites (19 sites sur les 28) montre un niveau de différenciation faunistique assez faible. A l'intérieur de ce groupe de sites, Les lônes de Caderousse et de la République, ainsi que les sites de Malaubert amont et Joncs amont peuvent être considérés comme représentant un « pôle » le plus stagnant, caractérisé par l'Ephéméroptère (*Caenis robusta*). L'amont de la lône de Malaubert est remarquable par un riche assemblage de Coléoptères de milieux stagnants (*Ilybius*, *Hydrobius*, *Hydrophilus*, *Hydrochara* ; *Helochares*, *Laccophilus*).

2.6.2.2 Bilan des métriques basées sur les richesses taxonomiques.

Richesse totale

Mesurée sur l'ensemble des données amalgamées, la riche taxonomique des lônes étudiées sur le Haut-Rhône est supérieure à celle mesurée sur le Bas-Rhône Pour 100'000 individus prélevés dans les secteurs de Belley et Brégnier-Cordon, on obtient en moyenne 182 ± 2 taxons, alors que l'on n'en obtient que 162 ± 3 sur l'ensemble des trois secteurs considérés sur le Bas-Rhône.

Du point de vue de cette richesse totale, les deux sites les plus riches du Bas-Rhône sont le site aval de la Boussarde au Péage-de-Roussillon et l'amont de la lône Bayard à Donzère. Le premier est en fait le seul casier Girardon inclus dans l'étude, ce casier représentant le « prolongement » de la lône de la Boussarde. Quant à la lône Bayard, la juxtaposition de caractères lotiques et lentiques a été soulignée plus haut, s'y ajoute la présence de taxons qui n'ont été rencontrés que dans ce site, comme la libellule *Boyeria irene*.

A l'opposé, les lônes de Malatras et de la République, ainsi que le site aval de la Roussette apparaissent très pauvres. A Malatras, des phénomènes évidents de désoxygénation ont été observés sur le terrain en septembre 2010. La lône de la République semble quant à elle subir des baisses de niveau importantes, conduisant à des assecs substantiels également en fin d'été.

Richesse en insectes EPT

Comme dans le cas de la richesse totale, la richesse en insectes EPT mesurée globalement sur l'amalgame de tous les sites, est significativement plus élevée sur le Haut-Rhône (49 ± 2 taxons pour 10'000 individus) que sur le Bas-Rhône (40 ± 2 taxons pour 10'000 individus).

Ce résultat global ne s'applique néanmoins plus lorsque l'on considère les résultats par site qui présentent des valeurs et des dispersions comparables entre le Haut- et le Bas-Rhône. Les sites les plus riches en insectes EPT sont au Péage de Roussillon, la lône de la Platière et le site central de la lône de la Boussarde, ainsi que la lône Bayard à Donzère. A l'opposé, les lônes du Carré et de la Roussette, ainsi que le site amont de Malatras sont les plus pauvres (1 à 2 taxons seulement).

Richesse en mollusques gastéropodes

Calculée sur l'ensemble des sites amalgamés et sur 10'000 individus, la richesse en mollusques gastéropodes n'est pas significativement plus élevée sur le Haut-Rhône (23 ± 1 taxons) que sur le Bas-Rhône (21 ± 1 taxons). La gamme des valeurs par site est également identique entre les deux secteurs (Rapport 2010).

Parmi les sites riches en gastéropodes sur le Bas-Rhône, il convient de noter, la lône Bayard, dont le site aval présente une richesse supérieure à toutes les observations faites sur le Haut-Rhône (11 taxons pour 50 individus), ainsi que les sites amont de la lône des Joncs et de la lône de la Platière. A l'opposé, les sites pauvres sont pour la plupart des sites déjà signalés comme tels par les richesses totale et en insectes EPT : la Roussette, Malatras (aval) et la République (aval). Le site courant de Malaubert centre est également pauvre en gastéropodes.

Métriques basées sur les espèces non-indigènes

Dix-sept espèces non-indigènes ont été échantillonnées dans les 14 lônes étudiées sur le Bas-Rhône. Huit de ces espèces n'ont pour l'instant pas été rencontrées sur le Haut-Rhône (*Corophium curvispinum*, *Gammarus roeselii*, *G. tigrinus*, *Atyaephira desmarestii*, *Menetus dilatatus*, *Hemimysis anomala*, *Mysis* gr. *relicta* et *M. mixta*). Ces espèces sont connues du bassin du Rhin et de la Saône. Les espèces non-indigènes connues à ce jour sur le Haut-Rhône ont toutes été retrouvées sur le Bas-Rhône.

Les espèces non-indigènes atteignant les densités les plus élevées sont les Crustacés *Gammarus roeselii*, *Gammarus tigrinus*, les Gastéropodes *Potamopyrgus antipodarum* et *Physella acuta/heterostropha*.

Trois métriques (richesse des espèces non-indigènes, proportion de l'abondance qu'elles représentent dans chaque site et densité) ont été calculées afin de décrire la contribution des espèces non-indigènes dans la communauté de chaque site (Rapport 2010). Ces trois métriques exprimées par site, sont toutes significativement plus élevées dans les lônes du Bas-Rhône que dans celles du Haut-Rhône étudiées en 2003-2005 avant leur restauration.

Les lônes présentant les valeurs les plus élevées pour les métriques décrivant les espèces non-indigènes sont situées au Péage-de-Roussillon.

Les résultats indiquent également que les sites temporaires ou à forte fluctuation de niveau (Roussette, Malaubert amont, Joncs aval et également pour la lône Bayard) présentent les valeurs les plus faibles pour ces métriques. Ces sites montrent pour ces métriques des valeurs proches de celles observées sur le Haut-Rhône avant restauration.

Les trois métriques relatives aux espèces non-indigènes montrent une relation croissante significative avec la connectivité latérale, que ce soit sur le Haut-Rhône ou sur le Bas-Rhône (Rapport 2010). Il apparait d'après les résultats qu'en moyenne, pour un même niveau de connectivité avec le Rhône, un site du Bas-Rhône compte de 4 (connectivité faible) à 6 (connectivité élevée) espèces non-indigènes de plus qu'un site du Haut-Rhône.

2.6.2.3 Conclusion

Tendances générales

L'étude des communautés d'invertébrés aquatiques menée entre 2007 et 2011 sur 14 lônes du Bas-Rhône avant leur restauration et 18 lônes du Haut-Rhône suivi après leur restauration permet de dégager les conclusions suivantes.

Sur le Haut-Rhône :

Les communautés devenues plus rhéophiles témoignent de lônes « plus vives ».

L'évolution post-restauration de la richesse taxonomique des insectes appartenant aux ordres des Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères (EPT), ainsi que les changements de composition des communautés d'invertébrés indiquent à t+4 le succès d'une restauration vers des milieux aquatiques alluviaux à plus forte connectivité avec le fleuve.

A l'échelle des secteurs, cette tendance ne s'effectue cependant pas au détriment des indicateurs de milieux plus stagnants diversifiés, puisque la richesse des mollusques gastéropodes augmente ou demeure élevée.

Ces tendances doivent être suivies au-delà de quatre années après restauration car les tendances décrites jusqu'ici montrent des fluctuations entre secteurs (Belley vs Brégnier-Cordon) et souvent des inflexions entre t+2 et t+4. Deux années d'échantillonnage après restauration demeurent clairement insuffisantes pour séparer tendances successionnelles et fluctuations à plus court terme.

Une diversification des habitats aquatiques alluviaux par la restauration.

Une information extrêmement positive que confirment les résultats obtenus à t+4 est l'augmentation - après restauration - de la diversité faunistique entre les lônes à l'échelle des secteurs. Sur le groupe de 20 stations restaurées suivies, cette diversification significative peut être estimée à environ 60% de l'état pré-restauration à t+2 et à environ 70% de l'état pré-restauration à t+4. Il s'agit là d'une expression de la diversité des communautés - et donc des conditions d'habitat - entre lônes restaurées. La restauration n'a donc pas « homogénéisé » les lônes du point de vue des macroinvertébrés aquatiques.

Une progression des espèces exogènes.

D'une manière générale, les espèces exogènes progressent en nombre et en densité dans l'ensemble des sites, même non concernés par la restauration. Cette progression est particulièrement marquée dans les lônes connectées au fleuve. Elle s'effectue cependant avec une grande diversité de tendances et d'amplitudes selon les lônes. Des baisses sont ainsi observées dans certains sites ou pour certaines espèces à t+4. Certaines lônes « témoins » non restaurées et assez isolées par rapport aux flux du cours actif du fleuve (lônes de Rossillon et du Mortier, Vieille Lône) constituent des témoins dont le suivi demeure précieux car la prévalence des espèces exogènes y demeure extrêmement faible.

Les résultats faunistiques n'indiquent pas de différences au niveau des richesses par site.

Ainsi, on peut rejeter l'hypothèse qui pouvait être formulée d'une moins grande richesse faunistique des sites du Bas-Rhône, potentiellement causée par un impact plus ancien des aménagements hydro-électriques, une intensité plus grande des activités industrielles et agricoles et une moins bonne qualité des eaux du fleuve.

La prévalence des espèces non-indigènes sur le Bas-Rhône le différencie du Haut-Rhône.

En effet, toutes les métriques (nombre d'espèces, proportion dans les communautés et densités) sont significativement plus élevées dans les sites du Bas-Rhône. Ce résultat est cohérent avec la connexion plus directe du Bas-Rhône avec l'axe Rhin - Saône et donc les bassins fluviaux est-européens par lesquels se dispersent la majorité des espèces « invasives » ponto-caspiennes. Comme sur le Haut-Rhône, il existe une relation positive entre la connexion d'un site au fleuve et la prévalence des espèces non-indigènes. Ces espèces, présentes en plus grand nombre au sud de Lyon, sont ainsi responsables d'une divergence de composition faunistique pour les sites les plus connectés au fleuve entre le Bas- et le Haut-Rhône (tel que décrit entre 2003 et 2005 avant sa restauration).

Perspectives

Une compréhension des processus fonctionnels en jeu plus importante.

Au-delà des tendances générales résumées ci-dessus, l'hétérogénéité des trajectoires individuelles décrites pour des lônes ayant subi des restaurations très similaires, pose la question de la compréhension de processus non pris en compte jusqu'ici dans une approche très descriptive. Il serait ainsi pertinent d'étudier les phénomènes de production primaire et d'importation de nutriments ou de matière organique dans certains sites restaurés à « comportements » contrastés. De même, des différences de transfert trophique ou d'interactions avec les prédateurs (poissons) seraient à appréhender pour comprendre la divergence des communautés dans des sites ayant des fonctionnements hydrologiques proches.

Une meilleure qualification des sites à succession rapide à l'échelle des secteurs restaurés.

Si l'accent a jusqu'ici été mis sur le succès de la restauration des chenaux les plus actifs de la zone alluviale, la question se pose également des stades successionnels les plus déconnectés du fleuve, qui représentent une composante primordiale de la biodiversité des invertébrés aquatiques de la zone alluviale. Les secteurs de Belley et Brégnier comportent ainsi à la date de ce rapport 1) des « mouilles » restaurées dont certaines fonctionnent comme décanteurs sédimentaires et paraissent évoluer rapidement vers des stades peu profonds, voire semi-aquatiques ; 2) des parties amont non restaurées qui évoluent également rapidement vers des stades terrestres (lônes de Rossillon et du Mortier par exemple). Une meilleure prise en compte de ces milieux, de leur régime thermique et de leurs communautés, notamment dans le contexte du réchauffement, semble importante dans la perspective de « l'entretien » ou de la création de ces mouilles dont la pérennité à moyen terme n'est pas assurée.

Les bons candidats à une restauration sur le Bas-Rhône.

L'examen global des sites étudiés sur le Bas-Rhône, identifiés comme pauvres par les métriques de richesse (Lône de Malatras, du Carré, de la République et de la Roussette particulièrement), permet de suggérer que plusieurs d'entre eux à Montélimar et à Donzère sont de bons candidats à une restauration par reconnexion, si cette option est techniquement réalisable compte tenu des contraintes géomorphologiques, hydrauliques et foncières. De telles actions contribueraient ainsi à la (re)-création de chenaux à tendances potamiques

lotiques dans des secteurs qui en sont dépourvus. A l'opposé, des sites comme la lône Bayard, de par ses communautés uniques, ses richesses élevées et la faible représentation des espèces non-indigènes, ou encore l'amont de la lône de Malaubert (milieu très peu profond à riche communauté de Coléoptères), devraient être préservés comme « hot-spots » à l'échelle du secteur.

Une attention portée aux espèces « invasives » récentes.

Le suivi des sites rhodaniens restaurés constitue également un observatoire de l'introduction de nouvelles espèces exogènes. Le suivi des plus récentes d'entre elles qui peuvent atteindre des effectifs élevés (*Corbicula fluminea*, *Dikerogammarus villosus*, *Hypania invalida*) ou présenter des modes de dispersion non clairement élucidés (*Gyraulus parvus*, *Crangonyx pseudogracilis*), représente un enjeu dans le contexte de la restauration, afin de comprendre les dynamiques temporelles et leurs interactions avec les communautés en place.

2.6.3 Résultats du suivi post-restauration sur le Haut-Rhône

2.6.3.1 Bilan des changements de composition faunistique pour le secteur de Belley

L'analyse des variations de composition faunistique des stations au cours du temps à l'échelle de l'ensemble des lônes étudiées à Belley a été réalisée avec une méthode d'ordination (AFC) qui positionne les stations à une date donnée en fonction de la ressemblance de leurs compositions (Figure 2.6.1).

L'analyse montre d'abord le maintien d'une structure spatiale forte qui différencie les lônes au-delà de leurs changements temporels. Elles s'ordonnent le long d'un gradient croissant de relation avec le fleuve selon la séquence : BEARD / MOIR / LUIS / FOUR / LUCE / CHAN / ENIL. Les sites BEARam et ENILavn représentent les extrémités de ce gradient.

La dérive temporelle de chaque site considéré individuellement (Figure 2.6.2) montre les tendances suivantes :

- les changements post-restauration (transition pré-restauration / t+2) se font tout d'abord majoritairement dans le sens d'une augmentation de la connectivité avec le fleuve ;
- des changements importants ont lieu dans des sites très modifiés par recreusement ou reconnexion : BEARam et av, ENILam et av, mais également dans certains sites non modifiés du point de vue sédimentaire (MOIRam, LUCEam) ;
- dans plusieurs cas, les changements faunistiques observés entre t+2 et t+4, s'effectuent dans le sens d'un retour, de plus faible ampleur, vers la situation initiale : BEARam et av, MOIRam et av, LUISam, FOURam et av, ENILav. Le « retour » à t+4 vers un état proche de la situation pré-restauration est particulièrement notable dans les mouilles amont de MOIRam et LUISam. La poursuite d'un changement dans le même sens a lieu pour LUISav, LUCE et ENILam.
- Les lônes de Chantemerle et Lucey sont, comparativement, les plus stables du point de vue faunistique au cours de la période d'étude.

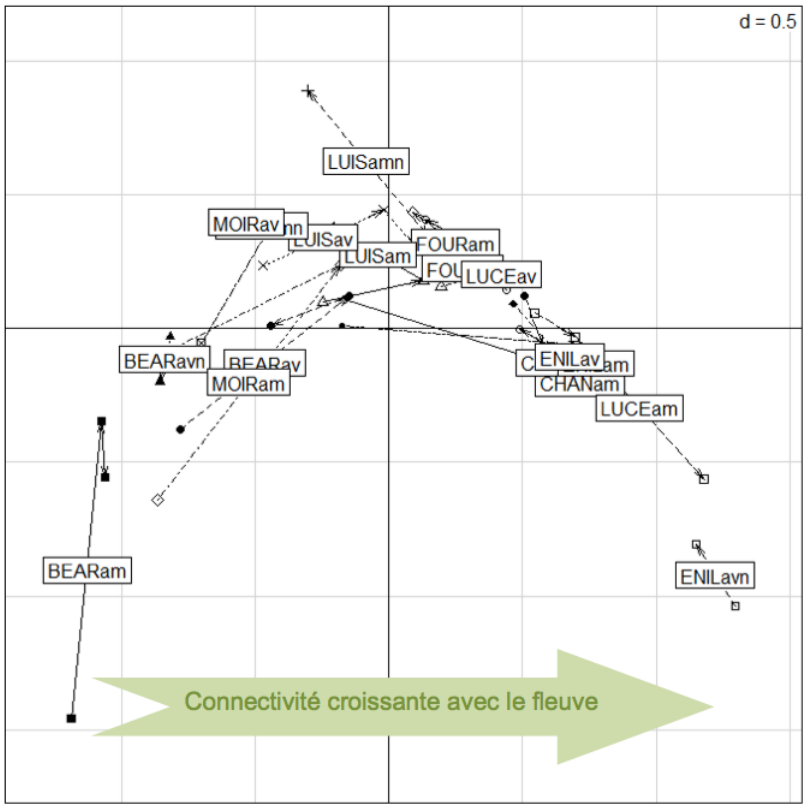


Figure 2.6.1 ***:*** *Ordination des 18 sites des 7 lônes du secteur de Belley avec leur trajectoire temporelle entre les trois périodes d'étude (pré-restauration, t+2, t+4). Les sites « nouveaux – n » n'ont que t+2 et t+4. Cette image est subdivisée par lône à la Figure 9. Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) sur les données d'abondance des taxons* $\log_e$*-transformées.*

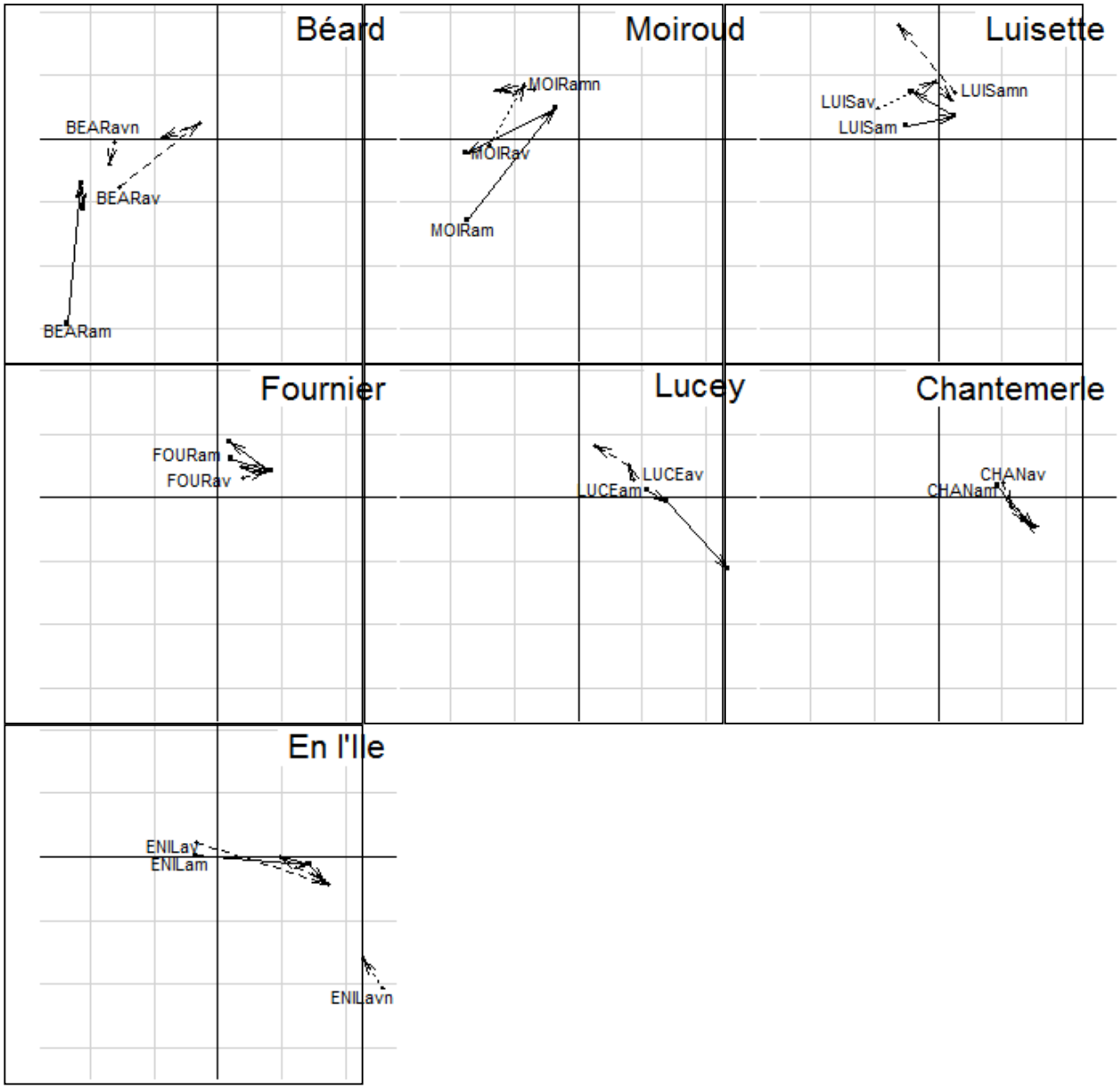


Figure 2.6.2 : Ordination des 18 sites des 7 lônes restaurées du secteur de Belley avec leur trajectoire temporelle entre les trois périodes d'étude : pré-restauration, t+2, t+4. Les sites « nouveaux – n » n'apparaissent qu'à t+2 et t+4. Cette Figure résulte de la subdivision par lône de la Figure 8. Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) sur les données d'abondance des taxons $\log_e$-transformées.

2.6.3.2 Bilan des changements de composition faunistique pour le secteur de Brégnier-Cordon

Comme pour les données du secteur de Belley, l'analyse des variations de composition faunistique des stations au cours du temps à l'échelle de l'ensemble des lônes étudiées à Brégnier-Cordon a été réalisée avec une méthode d'ordination (AFC) qui positionne les stations à une date donnée en fonction de la ressemblance de leurs compositions (Figure 2.6.3).

A Brégnier-Cordon, le suivi de plusieurs lônes « de référence » très isolées du fleuve, ainsi que les changements très radicaux ayant été entrainés par la restauration dans les lônes de Vachon et Mathan, conduisent à la distinction de deux groupes de sites, sans le gradient de cas intermédiaires évident à Belley.

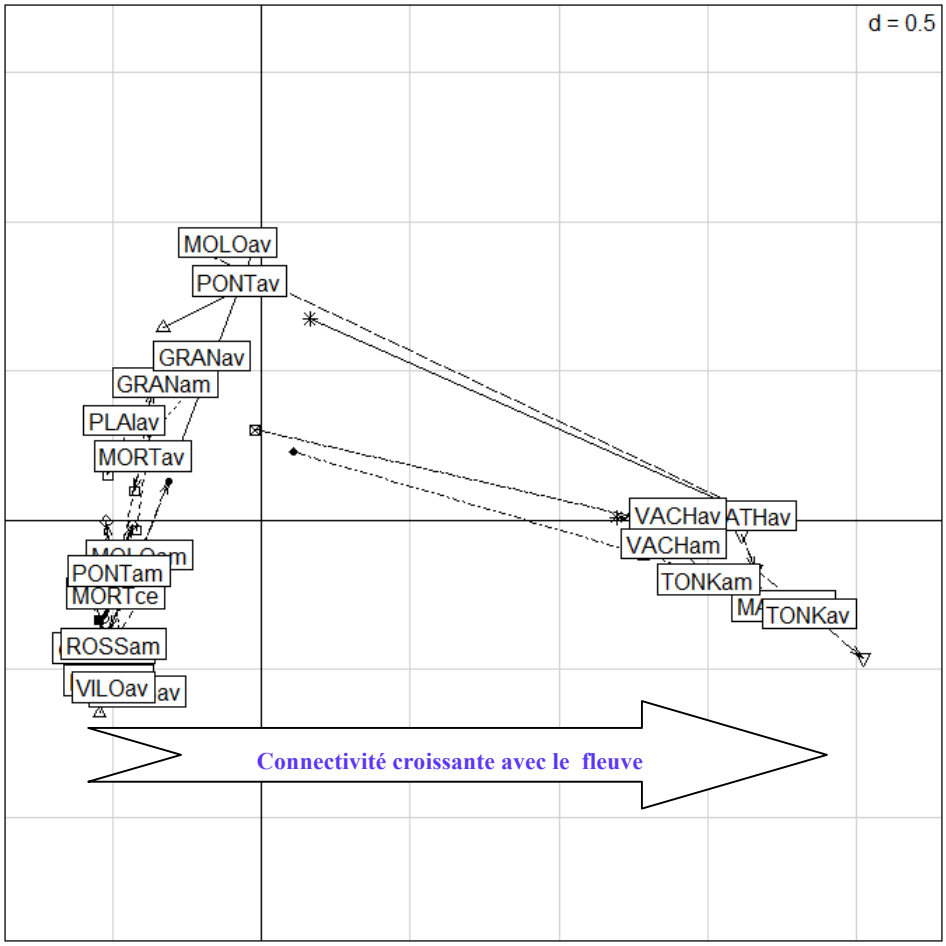


Figure 2.6.3 : Ordination des 20 sites de 11 lônes du secteur de Brégnier-Cordon avec leur trajectoire temporelle entre les trois périodes d'étude : pré-restauration, t+2, t+4 (t+5 pour VACH). Cette image est subdivisée par lône à la Figure 24 et 25. Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) sur les données d'abondance des taxons log_e-transformées.

La dérive temporelle individuelle de chaque site restauré (Figure 2.6.4) ou non restauré (Figure 2.6.5) montre les tendances suivantes :

- comme à Belley, les changements faunistiques post-restauration (transition pré-restauration / t+2) se font tout d'abord dans un sens indiquant une augmentation de la connectivité avec le fleuve ;

- des changements radicaux ont lieu à Vachon, reconnectée par l'amont au Rhône, et à Mathan, où le thalweg asséché, parsemé de quelques mouilles, a été transformé en un chenal à courant permanent. La composition faunistique de ces deux lônes converge vers celle de la lône du Tonkin, référence lotique du secteur. Des changements importants caractérisent aussi l'aval des Molottes (MOLOav), où une mouille temporaire à été très approfondie et connectée par l'aval au Rhône ;

- également, comme à Belley, dans plusieurs cas, les changements faunistiques observés entre t+2 et t+4, s'effectuent dans le sens d'un retour, de plus faible ampleur, vers la situation initiale : GRANav, MOLOav, PONTav, VACH. La poursuite d'un changement dans le même sens a lieu pour GRANam et MATH. Dans tous les cas, les changements entre t+2 et t+4 (ou t+5 pour VACH) pour les sites restaurés, sont d'un ordre de grandeur très inférieur à celui observé entre la situation pré-restauration et t+2;

- les changements faunistiques mesurés dans les sites non restaurés témoignent d'une stabilité supérieure à celle des sites restaurés. Des « oscillations » sont observables, souvent dans des milieux de petite taille (MOLOam, PONTam, PLAINam) comme c'était le cas à MOIRam du secteur de Belley.

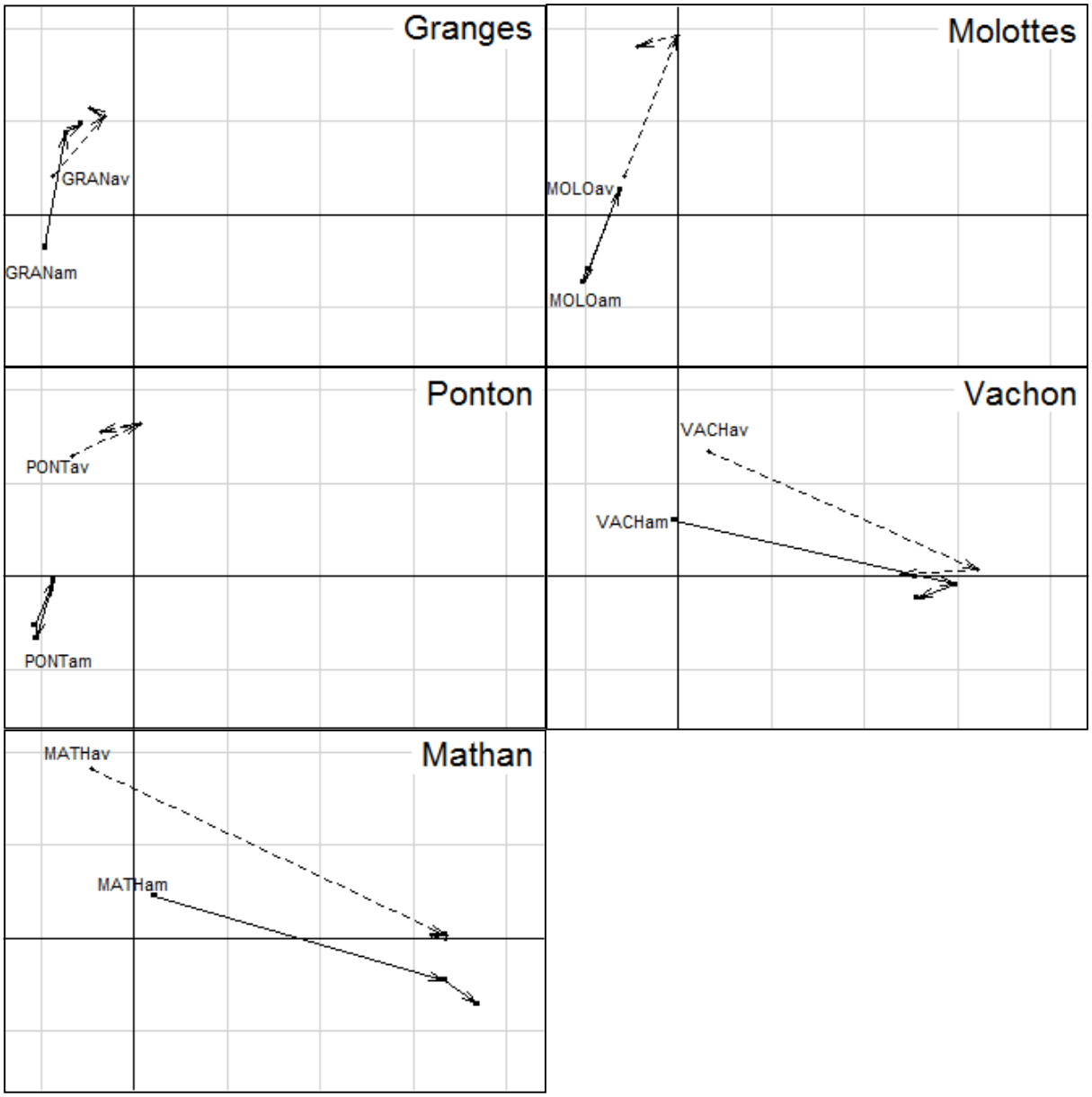


Figure 2.6.4 : Ordination des 10 sites de 5 lônes restaurées du secteur de Brégnier-Cordon avec leur trajectoire temporelle entre les trois périodes d'étude : pré-restauration, t+2, t+4 (t+5 pour VACH). Cette Figure résulte de la subdivision par lône de la Figure 23. Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) sur les données d'abondance des taxons log_e-transformées

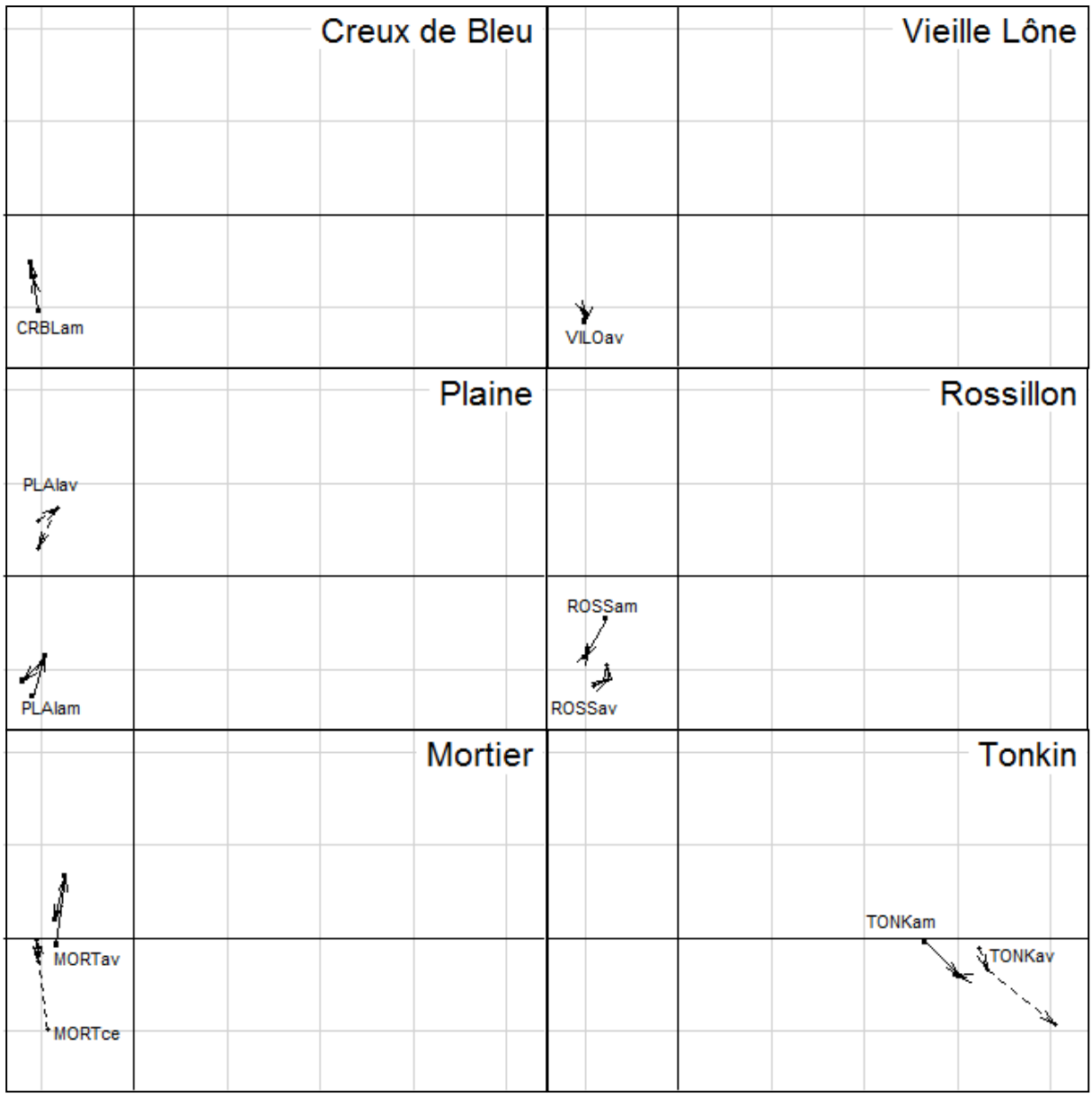


Figure 2.6.5 : Ordination des 10 sites de 6 lônes non restaurées du secteur de Brégnier-Cordon avec leur trajectoire temporelle entre les trois périodes d'étude : pré-restauration, t+2, t+4. Cette Figure résulte de la subdivision par lône de la Figure 23. Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) sur les données d'abondance des taxons log_e-transformées

2.6.3.3 Analyses globales sur les secteurs de Belley et Brégnier-Cordon.

Trois outils ont été utilisés pour apporter un point de vue global sur l'effet de la restauration à t+4 dans les deux secteurs considérés conjointement.

La richesse raréfiée permet de comparer la richesse taxonomique de collections faunistiques comportant des nombres variables d'individus. Elle peut être vue comme une mesure de diversité. Elle permet ici de mesurer l'effet de la restauration sur des ensembles de sites considérés collectivement du point de vue de deux groupes taxonomiques, les gastéropodes et les insectes EPT, sensés réagir de façon opposée à l'augmentation de connectivité avec le fleuve.

La mesure de la diversité des assemblages faunistiques entre sites restaurés. Il s'agit de la diversité des communautés à l'échelle de l'ensemble de la zone alluviale (diversité dite « beta »). Quelle a été l'effet de la restauration à l'échelle du paysage ?

Les espèces exogènes (« invasives ») dont le suivi dans les milieux restaurés est un enjeu compte tenu du flux contemporain de ces espèces dans les hydrosystèmes européens et de la création de milieux neufs par les actions de restauration.

Impact de la restauration sur la richesse des communautés d'invertébrés

La richesse des mollusques gastéropodes représente un indicateur de qualité des milieux stagnants à faiblement courants. Elle augmente avec la complexité structurale de l'habitat (types et diversité des herbiers aquatiques, qualité du périphyton). Les témoins stagnants (TEMs : 16.2 ± 1 espèces pour 1'000 individus) sont ainsi très différenciés des témoins courants (TEMc : 9.8 ± 1 espèces).

A Belley, quatre ans après restauration, la situation est revenue à l'état initial (15.6 ± 1.3). Les quatre sites « nouveaux » de Belley suivent exactement la même tendance avec un fort enrichissement entre t+2 et t+4.

A Brégnier-Cordon, on observe une chute significative à t+4 (13.8 ± 0.7). Il est certain que les lônes restaurées suivies à Brégnier-Cordon ont globalement subi une augmentation de connectivité plus forte qu'à Belley (4 lônes sur 5 reconnectées au fleuve), ce qui tend à entrainer une évolution de la richesse en gastéropodes vers le niveau des témoins courants. A Belley, les sites restaurés sont en plus grand nombre des sites recreusés mais non reconnectés directement, où les herbiers aquatiques se reconstituent progressivement entre la restauration et t+4, entrainant donc des conditions de plus en plus favorables aux gastéropodes.

La richesse des insectes EPT est un indicateur de qualité des milieux faiblement courants à courants et augmente avec l'hydraulicité et la diversification des types de substrats.

A Belley, la restauration entraine une augmentation significative de cette richesse à t+2 (de 18.4 ± 2 à 23 ± 2 taxons) et son maintien à t+4 (22.4 ± 1.7 taxons pour 500 individus).

A Brégnier-Cordon, l'augmentation de la richesse raréfiée en insectes EPT est majeure, conduisant les sites restaurés du niveau des témoins stagnants (10.4 ± 1.6 taxons pour 500 individus) à celui des témoins courants (27 ± 1.2). Comme dans le cas des mollusques gastéropodes, cette richesse décline légèrement, mais de façon significative à t+4 (22.9 ± 1.7 taxons).

Dans les deux cas (Belley et Brégnier-Cordon), la restauration entraine donc logiquement une augmentation de la richesse en insectes EPT, indicateurs de l'augmentation d'hydraulicité. Qu'ils soient stables (Belley), ou déclinant (Brégnier) à t+4, **les niveaux de richesses demeurent supérieurs à leur état pré-restauration.**

Impact de la restauration sur la diversité des communautés d'invertébrés entre sites restaurés

L'analyse de la diversité des communautés d'invertébrés entre stations (Figure 6) confirme les résultats obtenus à t+2. Dans le référentiel constitué par les témoins stagnants (TEMs) et courants (TEMc), deux tendances sont observables :

1) la composition « moyenne » des communautés des lônes restaurées se déplace à t+2 dans le sens d'une augmentation de la connectivité avec le fleuve (déplacement PRE – POS2). Un léger retour en sens opposé est visible de t+2 à t+4 (POS4). Ce retour avait été noté pour certaines stations dans les analyses individuelles qui précèdent. Il est ici décelable collectivement à l'échelle de l'ensemble des lônes restaurées.

2) la diversité inter-stations des communautés d'invertébrés augmente à t+2 par rapport à la situation pré-restauration. Cette tendance se manifeste par l'augmentation de la surface de l'ellipse qui résume la distribution des sites restaurés de PRE à POS2. Le niveau de diversité atteint à t+2 se maintien à t+4. Cet effet est statistiquement significatif.

Trois outils ont été utilisés pour apporter un point de vue global sur l'effet de la restauration à t+4 dans les deux secteurs considérés conjointement.

La richesse raréfiée permet de comparer la richesse taxonomique de collections faunistiques comportant des nombres variables d'individus. Elle peut être vue comme une mesure de diversité. Elle permet ici de mesurer l'effet de la restauration sur des ensembles de sites considérés collectivement du point de vue de deux groupes taxonomiques, les gastéropodes et les insectes EPT, sensés réagir de façon opposée à l'augmentation de connectivité avec le fleuve.

La mesure de la diversité des assemblages faunistiques entre sites restaurés. Il s'agit de la diversité des communautés à l'échelle de l'ensemble de la zone alluviale (diversité dite « beta »). Quelle a été l'effet de la restauration à l'échelle du paysage ?

Les espèces exogènes (« invasives ») dont le suivi dans les milieux restaurés est un enjeu compte tenu du flux contemporain de ces espèces dans les hydrosystèmes européens et de la création de milieux neufs par les actions de restauration.

Impact de la restauration sur la richesse des communautés d'invertébrés

La richesse des mollusques gastéropodes représente un indicateur de qualité des milieux stagnants à faiblement courants. Elle augmente avec la complexité structurale de l'habitat (types et diversité des herbiers aquatiques, qualité du périphyton). Les témoins stagnants (TEMs : 16.2 ± 1 espèces pour 1'000 individus) sont ainsi très différenciés des témoins courants (TEMc : 9.8 ± 1 espèces).

A Belley, quatre ans après restauration, la situation est revenue à l'état initial (15.6 ± 1.3). Les quatre sites « nouveaux » de Belley suivent exactement la même tendance avec un fort enrichissement entre t+2 et t+4.

A Brégnier-Cordon, on observe une chute significative à t+4 (13.8 ± 0.7). Il est certain que les lônes restaurées suivies à Brégnier-Cordon ont globalement subi une augmentation de connectivité plus forte qu'à Belley (4 lônes sur 5 reconnectées au fleuve), ce qui tend à entrainer une évolution de la richesse en gastéropodes vers le niveau des témoins courants. A Belley, les sites restaurés sont en plus grand nombre des sites recreusés mais non reconnectés directement, où les herbiers aquatiques se reconstituent progressivement entre la restauration et t+4, entrainant donc des conditions de plus en plus favorables aux gastéropodes.

La richesse des insectes EPT est un indicateur de qualité des milieux faiblement courants à courants et augmente avec l'hydraulicité et la diversification des types de substrats.

A Belley, la restauration entraine une augmentation significative de cette richesse à t+2 (de 18.4 ± 2 à 23 ± 2 taxons) et son maintien à t+4 (22.4 ± 1.7 taxons pour 500 individus).

A Brégnier-Cordon, l'augmentation de la richesse raréfiée en insectes EPT est majeure, conduisant les sites restaurés du niveau des témoins stagnants (10.4 ± 1.6 taxons pour 500 individus) à celui des témoins courants (27 ± 1.2). Comme dans le cas des mollusques gastéropodes, cette richesse décline légèrement, mais de façon significative à t+4 (22.9 ± 1.7 taxons).

Dans les deux cas (Belley et Brégnier-Cordon), la restauration entraine donc logiquement une augmentation de la richesse en insectes EPT, indicateurs de l'augmentation d'hydraulicité. Qu'ils soient stables (Belley), ou déclinant (Brégnier) à t+4, **les niveaux de richesses demeurent supérieurs à leur état pré-restauration.**

Impact de la restauration sur la diversité des communautés d'invertébrés entre sites restaurés

L'analyse de la diversité des communautés d'invertébrés entre stations (Figure 2.6.6) confirme les résultats obtenus à t+2. Dans le référentiel constitué par les témoins stagnants (TEMs) et courants (TEMc), deux tendances sont observables :

1) la composition « moyenne » des communautés des lônes restaurées se déplace à t+2 dans le sens d'une augmentation de la connectivité avec le fleuve (déplacement PRE – POS2). Un léger retour en sens opposé est visible de t+2 à t+4 (POS4). Ce retour avait été noté pour certaines stations dans les analyses individuelles qui précèdent. Il est ici décelable collectivement à l'échelle de l'ensemble des lônes restaurées.

2) la diversité inter-stations des communautés d'invertébrés augmente à t+2 par rapport à la situation pré-restauration. Cette tendance se manifeste par l'augmentation de la surface de l'ellipse qui résume la distribution des sites restaurés de PRE à POS2. Le niveau de diversité atteint à t+2 se maintien à t+4. Cet effet est statistiquement significatif.

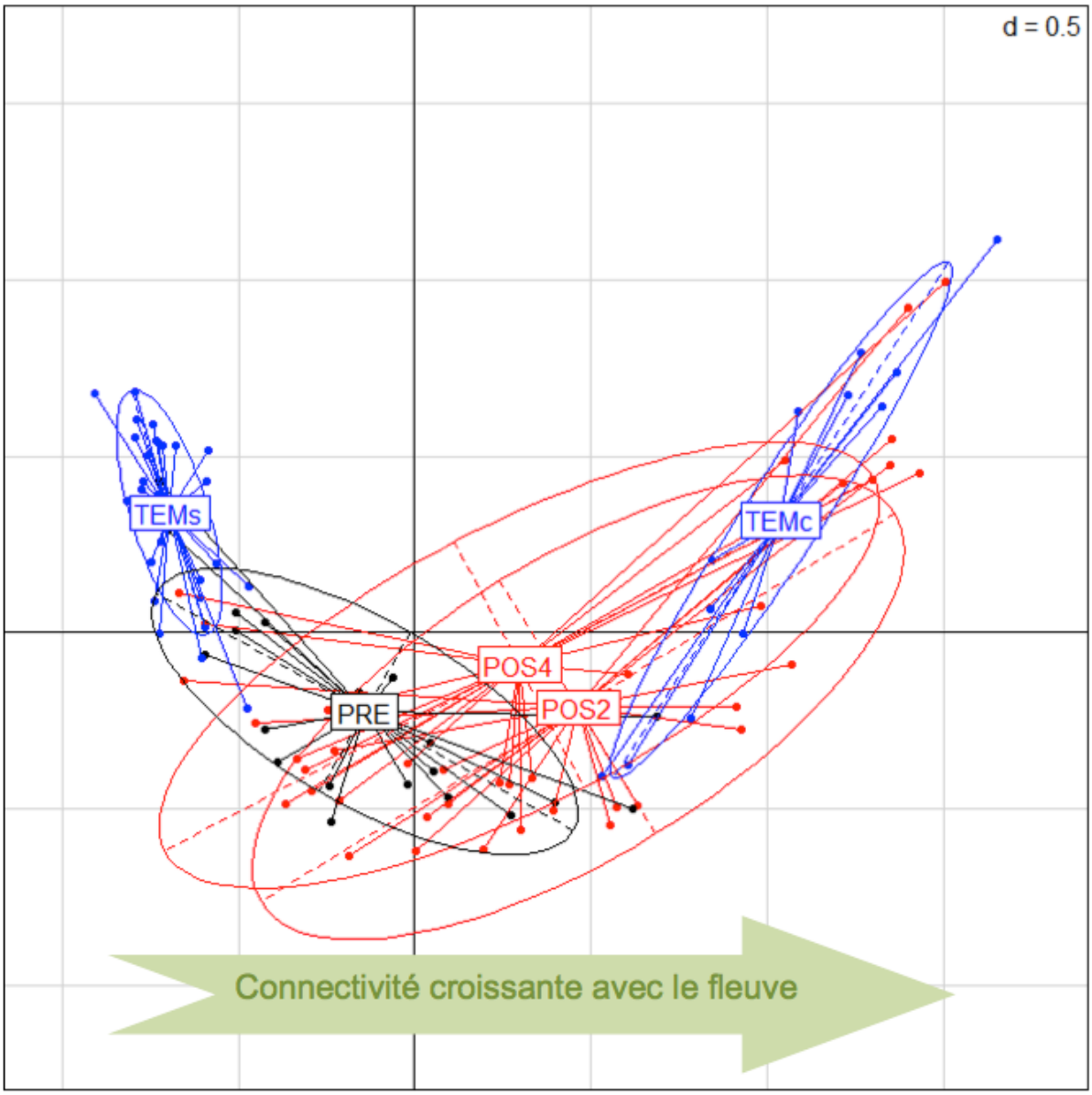


Figure 2.6.6 : Diversité faunistique inter-station mesurée à l'aide d'une Analyse Factorielle des Correspondances des données d'abondance des taxons $\log_e$-transformées. Chaque point correspond à un site à une période d'étude (les deux saisons d'une même période sont fusionnées). La taille d'une ellipse exprime la diversité faunistique du groupe de stations correspondant.

TEMs : témoins stagnants (ROSS, MORT, CRBLam, VILOav, PLAI, PONTam, MOLOam) aux trois périodes d'échantillonnage.
TEMc : témoins courants (CHAN, TONK) aux trois périodes d'échantillonnage.
PRE : sites restaurés de Belley (BEARam et av, ENILam et av, FOUR, LUCE, LUISam et av, MOIRam et av) et de Brégnier-Cordon (GRAN, MATH, MOLOav, PONTav, VACH) pré-restauration.
POS2 : les mêmes sites que PRE à t+2.
POS4 : les mêmes sites que PRE et POS2 à t+4 (t+5 pour VACH).

Bilan concernant les espèces exogènes

Quatorze espèces exogènes ont été répertoriées dans les échantillons prélevés entre 2003 et 2010 (2011 pour la lône Vachon). Pour six d'entre elles, il s'agit de la première mention dans les lônes du Haut-Rhône français : *Crangonyx pseudogracilis*, *Dikerogammarus villosus*, *Hemimysis anomala*, *Mysis gr. relicta* (Crustacés), *Menetus dilatatus* (Gastéropode) et *Hypania invalida* (Annélide). Quatre espèces ont été échantillonnées pour la première fois après la restauration du secteur correspondant : *Hypania invalida* pour la première fois à Belley (t+2), *Hemimysis anomala*, *Mysis gr. relicta* et *Menetus dilatatus* pour la première fois à Belley (t+4).

Certaines espèces exogènes « récentes » (arrivées dans le dernier quart du vingtième siècle) atteignent des fréquences élevées dans le système étudié. Ainsi l'Annélide *Hypania invalida* et les mollusques *Corbicula fluminea* et *Gyraulus parvus* peuvent atteindre ou dépasser des fréquences de 75% dans certains types de stations.

D'une manière générale, les richesses en espèces exogènes par site augmentent au cours de la période d'étude.

Chez les témoins stagnants (TEMs), les niveaux de richesse exogènes restent bas (inférieurs à deux espèces par station et par saison en valeur médiane), mais augmentent significativement à t+4 par rapport à l'état pré-restauration (test de Wilcoxon unilatéral apparié, p=0.02).

Chez les témoins courants, les niveaux de richesse sont plus hauts dès le début de l'étude (plus de quatre espèces par station et par saison en valeur médiane). Il n'y a pas de changement significatif entre les trois périodes.

2.6.3.4 Bilan synthétique.

Une compréhension des processus fonctionnels en jeu.

Au-delà des tendances générales résumées ci-dessus, l'hétérogénéité des trajectoires individuelles décrites pour des lônes ayant subi des restaurations très similaires, pose la question de la compréhension de processus non pris en compte jusqu'ici dans une approche très descriptive. Il serait ainsi pertinent d'étudier les phénomènes de production primaire et d'importation de nutriments ou de matière organique dans certains sites restaurés à « comportements » contrastés. De même, des différences de transfert trophique ou d'interactions avec les prédateurs (poissons) seraient à appréhender pour comprendre la divergence des communautés dans des sites ayant des fonctionnements hydrologiques proches.

Une meilleure qualification des sites à succession rapide à l'échelle des secteurs restaurés.

Si l'accent a jusqu'ici été mis sur le succès de la restauration des chenaux les plus actifs de la zone alluviale, la question se pose également des stades successionnels les plus déconnectés du fleuve, qui représentent une composante primordiale de la biodiversité des invertébrés aquatiques de la zone alluviale. Les secteurs de Belley et Brégnier comportent ainsi à la date de ce rapport 1) des « mouilles » restaurées dont certaines fonctionnent comme décanteurs sédimentaires et paraissent évoluer rapidement vers des stades peu profonds, voire semi-aquatiques ; 2) des parties amont non restaurées qui évoluent également rapidement vers des stades terrestres (lônes de Rossillon et du Mortier par exemple). Une meilleure prise en compte de ces milieux, de leur régime thermique et de leurs communautés, notamment dans le contexte du réchauffement, semble importante dans la perspective de « l'entretien » ou de la création de ces mouilles dont la pérennité à moyen terme n'est pas assurée.

Une attention portée aux espèces « invasives » récentes.

Le suivi des sites rhodaniens restaurés constitue également un observatoire de l'introduction de nouvelles espèces exogènes. Le suivi des plus récentes d'entre elles qui peuvent atteindre des effectifs élevés (*Corbicula fluminea*, *Dikerogammarus villosus*, *Hypania invalida*) ou présenter des modes de dispersion non clairement élucidés (*Gyraulus parvus*, *Crangonyx pseudogracilis*), représente un enjeu dans le contexte de la restauration, afin de comprendre les dynamiques temporelles et leurs interactions avec les communautés en place.

2.7 Peuplements de poissons des lônes.

L'objectif principal de la restauration des lônes est de recréer des annexes fluviales dans une plaine alluviale dans laquelle elles ont disparu à la suite de l'endiguement et de l'aménagement hydroélectrique du fleuve. Dans un système naturel, ces annexes participent au fonctionnement écologique du fleuve en ajoutant des fonctionnalités complémentaires de celles du chenal actif. Dans le cas des poissons, les caractéristiques de l'habitat physique (peu ou pas de contraintes hydrauliques, granulométrie du substrat, diversification des habitats, présence/absence de végétation aquatique, nature des végétaux...,) confèrent à ces milieux des capacités d'accueil pour la reproduction et la croissance des juvéniles différentes de celles du chenal principal. L'analyse de la composition faunistique, de la structure en taille des populations (en particulier l'importance de la classe d'âge de l'année), des exigences des espèces présentes par rapport au substrat de reproduction (guildes de Balon, 1975) permet de donner une vision synthétique des fonctions remplies par ces annexes.

2.7.1 Objectifs et méthodologie

L'objectif est de mesurer la fréquence des différentes espèces et guildes de reproduction au cours du temps afin d'apprécier si les lônes jouent un rôle de nurserie et de refuge pour les poissons.

Une campagne d'échantillonnage était initialement prévue en automne tous les deux ans, mais elle est effectuée annuellement. Une campagne correspond à une pêche électrique de 25 points EPA réalisée en bateau ou à pied selon les modalités d'accès à la lône. Les points de pêche sont répartis dans la lône.

2.7.2 Échantillonnages

Parmi les Vingt huit lônes suivies, une a été ajoutée pour le suivi piscicole dans le secteur de Péage de Roussillon. Il s'agit de la lône Noyé Sud restaurée et remise en eau dans le système Platière début 2012 (Tableau 2.7.1).

Les trois lônes de Pierre Bénite (Ciselande, Jaricot et Table Ronde) n'ont pu être échantillonnées en 2012 du fait des conditions météorologiques défavorables de l'Automne 2012, ainsi que la lône de la Roussette dans le secteur de Montélimar du fait des travaux de restauration toujours en cours de réalisation lors des pêches en 2012.

L'échantillonnage des lônes des secteurs de Chautagne, Belley, Brégnier-Cordon, Pierre-Bénite et de Péage de Roussillon pour la lône Noyé Sud est réalisé dans le cadre du suivi post-restauration. Celui effectué à Péage-de-Roussillon (pour les autres lônes), Montélimar et Donzère est réalisé dans le cadre de la définition de l'état initial pré-restauration. Les lônes du secteur de Donzère ont été échantillonnées pour la première fois en 2010.

Date	Secteur	Station	Nombre de points
27/09/12	Chautagne	Lône de la Malourdie	25
27/09/12		Lône du Brotalet	25
06/09/12	Belley	Lône des Luisettes	25
06/09/12		Lône Moiroud	25
25/10/12		Lône Béard	25
17/09/12		Lône Fournier	25
17/09/12		Anse de Yenne	25
25/10/12	Brégnier-Cordon	Lône de Chantemerle	25
05/09/12		Lône des Granges	25
05/09/12		Lône Vachon	25
05/09/12		Lône des Cerisiers	25
04/09/12		Lône Mattant	25
03/09/12		Lône des Molottes	25
04/09/12		Lône du Ponton	25
Non échantillonnée en 2012	Pierre-Bénite	Lône de Table Ronde	25
Non échantillonnée en 2012		Lône de Ciselande	25
Non échantillonnée en 2012		Lône de Jaricot	25
23/10/12	Péage de Roussillon	Lône Platière	30
23/10/12		Lône Noyé nord	15
23/10/12		Lône de l'Ilon	10
23/10/12		Lône Noyé Sud	10
Non échantillonnée en 2012	Montélimar	Lône de la Roussette	25
10/10/11	Donzère	Lône du Bayard	25
10/10/11		Lône de Caderousse	25
14/10/11		Lône Malaubert	25
12/10/11		Lône de Grange écrasée	25
12/10/11		Lône des Joncs	25
12/10/11		Lône du Carré	25

Tableau 2.7.1 : plan d échantillonnage des peuplements piscicoles des lônes en 2012.

2.7.3 Résultats

Les résultats bruts des pêches réalisées en 2012 dans les lônes sont présentés dans l'annexe A.2.7.1.

Les variations temporelles des effectifs après restauration et avant restauration sont différentes d'une lône à l'autre et sont résumées dans le Tableau 2.7.2 pour les sites restaurés du Haut-Rhône.

	Effectif total									
Lônes	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Moyenne
Lône Malourdie	58	72	401	122	135	48	66	50	305	140
Lône Brotalet	500	160	210	262	121	125	82	64	140	185
Anse de Yenne	-	276	176	89	228	27	18	42	261	140
Lône des Luisettes	-	58	156	68	41	19	8	33	176	70
Lône Moiroud	-	10	195	32	60	6	13	62	114	62
Lône Fournier	-	142	69	89	69	58	16	17	674	142
Lône Béard	-	178	13	4	12	8	1	1	26	30
Lône des cerisiers	-	-	270	248	22	180	68	385	287	209
Lône des granges	-	-	74	220	5	16	44	41	104	72
Lône des Molottes	-	-	489	513	411	246	180	35	1016	413
Lône Mattant	-	-	183	145	31	143	53	683	258	214
Lône de Chantemerle	-	-	168	56	25	22	135	3	330	106
Lône Vachon	-	-	117	51	6	73	67	185	67	81
Lône du Ponton	-	-	220	421	632	300	222	14	676	355

	Pourcentage d'esp. litho-phyto & phytophiles									
Lônes	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Moyenne
Lône Malourdie	0.00	0.03	0.08	0.01	0.10	0.00	0.02	0.02	0.02	0.03
Lône Brotalet	0.07	0.26	0.17	0.12	0.31	0.28	0.40	0.00	0.35	0.22
Lône des Luisettes	-	0.53	0.38	0.50	0.15	0.11	0.13	0.06	0.16	0.25
Lône Moiroud	-	0.50	0.34	0.25	0.02	0.00	0.38	0.00	0.04	0.19
Lône Béard	-	0.07	0.31	0.50	0.00	0.38	1.00	1.00	0.85	0.51
Lône Fournier	-	0.05	0.04	0.20	0.09	0.00	0.25	0.00	0.50	0.14
Anse de Yenne	-	0.09	0.20	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.16	0.06
Lône de Chantemerle	-	-	0.15	0.25	0.80	0.68	0.96	0.33	0.49	0.52
Lône des granges	-	-	0.45	0.20	0.20	0.38	0.11	0.37	0.67	0.34
Lône Vachon	-	-	0.19	0.12	0.00	0.11	0.16	0.16	0.39	0.16
Lône des cerisiers	-	-	0.05	0.20	0.14	0.06	0.06	0.34	0.08	0.13
Lône Mattant	-	-	0.16	0.03	0.03	0.12	0.13	0.08	0.43	0.14
Lône des Molottes	-	-	0.54	0.43	0.11	0.31	0.17	0.71	0.45	0.39
Lône du Ponton	-	-	0.61	0.24	0.64	0.86	0.42	0.93	0.43	0.59

	Pourcentage de 0+									
Lônes	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Moyenne
Lône Malourdie	0.86	0.69	0.76	0.71	0.6	0.83	0.79	0.36	0.53	**0.68**
Lône Brotalet	0.66	0.56	0.80	0.90	0.79	0.98	0.67	1	0.50	**0.76**
Lône des Luisettes	-	0.67	0.47	0.28	0.78	0.68	0.63	0.48	0.55	**0.57**
Lône Moiroud	-	0.30	0.58	0.44	0.72	0.83	0	0.73	0.47	**0.51**
Lône Béard	-	0.38	0.08	0.00	0.25	0.5	1	0	0.23	**0.31**
Lône Fournier	-	0.88	0.94	0.57	0.83	0.69	0.25	0.18	0.79	**0.64**
Anse de Yenne	-	0.92	0.93	0.24	0.41	0.7	0.61	0.59	0.59	**0.62**
Lône de Chantemerle	-	-	0.86	0.30	0.96	0.82	0.94	0	0.75	**0.66**
Lône des granges	-	-	0.76	0.49	0.6	0.31	0.41	0.29	0.62	**0.50**
Lône Vachon	-	-	0.79	0.27	0	0.53	0.36	0.17	0.22	**0.33**
Lône des cerisiers	-	-	0.49	0.56	0.5	0.57	0.18	0.37	0.45	**0.45**
Lône Mattant	-	-	0.48	0.28	0.35	0.2	0.15	0.48	0.12	**0.29**
Lône des Molottes	-	-	0.90	0.88	0.96	0.66	0.97	0.49	0.81	**0.81**
Lône du Ponton	-	-	0.86	0.71	0.99	0.9	0.97	0.71	0.96	**0.87**

Tableau 2.7.2 : Effectifs totaux capturés par pêche, proportion d'espèces phytophiles et litho-phytophiles et proportion de juvéniles de l'année (0+) dans chacune des lônes suivies après restauration. Les valeurs moyennes les plus importantes ont été surlignées.

Secteur de Chautagne

Les deux annexes (Malourdie et Brotalet) ont des modalités de fonctionnement et d'alimentation en eau très différentes (Olivier *et al.*, 2006).

La lône de la Malourdie est une annexe fluviale alimentée par la nappe phréatique et les eaux en provenance du contre-canal de rive gauche du canal d'amenée. Elle possède des eaux très claires et froides. La végétation aquatique immergée offre néanmoins quelques abris utilisés par les poissons. La température de l'eau relativement basse ne constitue pas un facteur attractif pour la majorité des espèces et en particulier pour les juvéniles dont le développement et la croissance sont favorisés par des eaux plus chaudes. L'aval de la lône a été perturbé par les travaux de construction de l'écluse de Chautagne. Les effectifs capturés sont généralement faibles et deux espèces dominent habituellement: l'épinoche sur toute la lône, la loche franche et le vairon qui sont rencontrés essentiellement dans la partie amont et courante de la lône.

Les effectifs capturés en 2012 sont plus importants que les années précédentes (305 poissons parmi 9 espèces, annexe A.2.7.1) mais sont principalement dus à la forte abondance de vairons contactés sur un point de pêche à l'amont de la lône (199 vairons). On note également que la proportion de juvéniles de l'année est plus proche de ce qui est habituellement observé dans le milieu (53% en 2012 et variant entre 60% et 86% pour les années précédentes) qu'en 2011 (36%).

La **lône du Brotalet** est un milieu principalement alimenté par les eaux superficielles du Rhône (communication par l'aval de la lône). La partie amont, plus profonde est partiellement alimentée par le sous-écoulement et la turbidité y est plus faible que dans la zone aval très influencée par le remous de l'aménagement hydro-électrique. L'évolution progressive de cette lône après restauration se traduit par un phénomène de comblement et le développement d'une végétation aquatique abondante, surtout dans sa partie amont. Cette caractéristique, associée à une profondeur relativement importante (souvent supérieur à 1 m), confère à ce milieu une capacité d'accueil importante pour la faune piscicole.

Même si les effectifs ont doublé par rapport à 2010 et 2011 (respectivement 82 et 64 ind.), ils restent relativement faibles au regard de la capacité d'accueil de la lône. Parmi les 10 espèces recensées, seuls le chevaine, le gardon et le goujon dominent le peuplement échantillonné. La part de juvéniles représente 50% de la population piscicole, ce qui est moins élevé que les années précédentes, mais reste toutefois caractéristique des lônes favorable à leur croissance et leur développement. Depuis sa restauration, cette lône continue d'acquerir au cours du temps les caractéristiques d'habitat lui conférant des capacités d'accueil intéressantes pour les juvéniles de poissons et les espèces lénitophiles (tanche, rotengle, bouvière). Néanmoins, elle montre toujours des signes de comblement et de colonisation par des algues filamenteuses, il apparaît donc nécessaire de bien caractériser l'évolution de ces deux facteurs au cours des années à venir.

Le Tableau de bord du suivi scientifique prévoit d'identifier des espèces cibles pour les lônes du Rhône. Ces espèces sont les taxons typiques des lônes du Rhône et leur présence est particulièrement recherchée dans les milieux stagnants (lônes fermées à l'amont) et riches en végétation aquatique. Les espèces cibles des lônes sont le **rotengle**, la **tanche**, la **bouvière** et le **brochet**.

Les abondances brutes de ces espèces en 2012 sont :

Lônes	Bouvière	Brochet	Rotengle	Tanche
Lône de la Malourdie	0	0	0	7
Lône du Brotalet	0	1	0	1

Les abondances relatives des espèces phytophiles et litho-phytophiles sont :

Lônes	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Lône de la Malourdie	0%	2.8%	8.3%	1%	9.6%	0%	2%	2%	2%
Lône du Brotalet	7%	26.2%	16.7%	12.2%	30.6%	28%	40.2%	0%	35%

Le pourcentage calculé de ces espèces reste très faible dans la lône de la Malourdie. Quant à la lône du Brotalet, en dépit d'une année 2011 particulière (0% d'espèces phytophiles et litho-phytophiles), elle reste une annexe fluviale favorable en termes d'habitats adaptés aux espèces phytophiles et litho-phytophiles.

Secteur de Belley

L'échantillonnage de la faune piscicole a été réalisé dans 5 lônes restaurées du secteur de Belley entre 2005 et 2012.

Les effectifs capturés en 2012 sont les plus importants de toutes les campagnes sur Belley depuis la restauration, avec 1251 ind. échantillonnés et 21 espèces.

	ABL	BAF	BOU	BRB	BRE	BRO	CHE	EPI	GAR	GOU	GRE	HOT	LOF	PER	PES	ROT	SPI	TAN	TRF	VAI	VAN	Total	Nb sp.
Yenne	1	14				1	70		40	100		2	1				4		2	14	12	261	12
Luisettes			7				21	57	24	1	1		29					3		33		176	9
Moiroud			42				6	54								3		2		7		114	6
Fournier		32		4	9		29	102	317				44	4		2		1		130		674	11
Béard							2	1							1	2		20				26	5
Total	1	46	49	4	9	1	128	214	381	101	1	2	74	4	1	7	4	26	2	184	12	1251	21

Tableau 2.7.3 : effectifs capturés par espèce des lônes de Belley en 2012.

La **lône des Luisettes** a été curée dans sa partie amont qui reçoit une alimentation phréatique (sous-écoulement), la partie aval, constituée par un plan d'eau de grande dimension qui reçoit la lône Moiroud n'a pas été modifiée. Le contraste entre ces deux parties est important. Cette lône possède une richesse importante en habitats stagnants et abrite habituellement la plupart des espèces lénitophiles (tanche, rotengle, bouvière, épinoche). Les effectifs échantillonnés sont généralement assez faibles et le nombre d'espèces capturées moyen (16 espèces depuis la restauration).

En 2012, en plus des espèces habituellement rencontrées, du vairon, du gardon et de nombreuses loches sont capturés, ce qui contribue fortement à l'augmentation des effectifs par rapport aux autres années (Tableau 2.7.2). Les espèces phytophiles et litho-phytophiles reste dans des proportions habituellement constatées ainsi que les juvéniles de l'année.

La **lône Moiroud** a été également curée, elle ne communique pas avec le chenal principal, la partie la plus amont est très peu profonde, le lit est constitué de sédiments fins. La sédimentation et la colonisation par la végétation aquatique sont relativement importantes mais l'évolution du contenu piscicole est peu marquée après restauration.

L'augmentation des effectifs de poissons par rapport aux années précédentes est du à de nombreuses bouvières capturés lors de la pêche électrique (42 bouvières, Annexe 2.7.1).

La **lône Béard** a été recreusée sur la quasi-totalité de son parcours, la profondeur est relativement faible et les sédiments fins accumulés sur le fond sont généralement anoxiques, la végétation aquatique est très abondante dans cette lône. La partie aval communique avec le vieux-Rhône par un étroit chenal. Depuis 2006, cette lône abrite très peu de poissons, sans doute en raison de la densité de végétation (colonisation très rapide après restauration) et des variations nycthémérales de concentration en oxygène dissous.

La **lône Fournier** comporte deux parties très distinctes. La zone amont est alimentée par percolation à travers un banc de galets, les sédiments du fond sont majoritairement grossiers, les eaux sont donc très claires et relativement froides par rapport au Vieux-Rhône. La fréquentation par les poissons est limitée et quelques bois morts offrent des abris. La partie aval, entièrement recreusée lors de sa restauration, s'est assez vite comblée au fil des crues : les sédiments grossiers à l'amont réduisent considérablement la largeur et la profondeur du chenal entre la zone amont et la zone aval (communication de plus en plus ténue) ; les sédiments fins (limons) prédominent dans la zone aval, en amont de la communication avec le Vieux-Rhône. L'utilisation de cette lône par les poissons est assez limitée.

On note cependant que les effectifs de cette lône en 2012 sont très importants (674 ind., Tableau 2.7.2) au regard des années précédentes. Le peuplement est composé majoritairement de gardons, vairons, épinoches, loches et barbeaux. Deux éléments importants caractérisent cette année, la présence d'espèces phytophiles et litho-phytophiles représentant la moitié de la population échantillonnée, ce qui résulte de la forte proportion de gardon (47% des effectifs) d'une part, et l'importance du recrutement des juvéniles (79% du peuplement).

L'**Anse de Yenne** a été curée début 2005 et constituait alors un chenal courant alimenté en amont par les eaux du Vieux-Rhône. Rapidement (dès 2006), des sédiments grossiers se sont accumulés à l'entrée du bras, les berges en pente forte ont été fortement érodées et le chenal s'est transformé en une annexe lentique, toujours ouverte à l'amont. De plus, un chenal courant ouvert en rive droite en 2005, a été rapidement comblé et bouché par les sédiments en 2006 et 2007. La lône comporte des bois morts immergés et des excavations sous berge (érosion) qui constituent d'excellents abris pour les poissons de grandes tailles (chevaines et vandoises sub-adultes ou adultes). Depuis sa réhabilitation, cette lône, initialement très courante (présence de truites), s'est rapidement exhaussée dans sa partie amont, puis érodée latéralement, et évolue maintenant vers un milieu plus riche en abris pour les poissons mais présentant néanmoins des capacités d'accueil (volumes disponibles pour les poissons) probablement assez réduites.

Comme pour toutes les lônes de Belley, les effectifs en 2012 sont supérieurs à la plupart des années précédentes (effectifs comprable en 2005 et 2008, Tableau 2.7.2), avec en plus de la présence de truitelles à l'aval de la lône.

Les abondances brutes des espèces cibles en 2012 sont :

Lônes	Bouvière	Brochet	Rotengle	Tanche
Anse Yenne	0	1	0	0
Lône des Luisettes	7	0	0	3
Lône Moiroud	42	0	3	2
Lône Fournier	0	0	2	1
Lône Béard	0	0	2	20

Ces espèces caractéristiques des lônes sont plus représentées que les années précédentes, à l'exception des lônes au caractère plus lotique (Anse de Yenne et Fournier) qui favorise les espèces affectionnant les zones courantes pour se développer. La lone Béard reste peuplée d'espèces résistantes aux conditions anoxiques omniprésentes sur le milieu.

Les abondances relatives des espèces phytophiles et litho-phytophiles sont :

Lônes	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Lône des Luisettes	53.4%	37.8%	50.0%	14.6%	10.5%	12.5%	6.0%	15.9%
Lône Moiroud	50.0%	33.8%	25.0%	1.7%	0.0%	38.5%	0.0%	4.4%
Lône Béard	6.7%	30.8%	50.0%	0.0%	37.5%	100.0%	100.0%	84.6%
Lône Fournier	4.9%	4.3%	20.2%	8.7%	0.0%	25.0%	0.0%	50.0%
Anse de Yenne	8.7%	20.4%	2.2%	1.3%	0.0%	0.0%	0.0%	16.1%

Certains poissons phytophiles et litho-phytophiles sont adaptés à survivre dans des conditions anoxiques (rotengle, tanche, brochet), ils prédominent dans la population piscicole de la lône de Béard (84.6% d'espèce phytophiles et litho-phytophiles), mais reste faiblement abondant. A noter la présence de 50% d'espèces phytophiles et litho-phytophiles dans le peuplement échantillonné sur la lône Fournier en 2012. Il s'agit majoritairement de juvéniles de l'année présents sur la partie amont et stagnante de la lône.

Secteur de Brégnier-Cordon

Les lônes suivies sur ce secteur ont des caractéristiques morphologiques et hydrauliques différentes.

La **lône de Chantemerle** n'a pas été modifiée par le programme de restauration. Alimentée par l'amont (débit faible), elle présente sur la majeure partie de son cours un faciès lentique avec des berges limoneuses, et une colonisation irrégulière de végétaux aquatiques. Avant sa réouverture par l'amont, elle était réputée pour sa richesse piscicole et très fréquentée par les pêcheurs. La création d'une entrée d'eau permanente à l'amont a probablement changé en profondeur ses caractéristiques écologiques et depuis, elle n'abrite plus de densités importantes de poissons.

La **lône Vachon et la lône Mattant** ont été ouvertes à l'amont et à l'aval et sont plus ou moins courantes (en fonction du débit réservé) sur tout leur linéaire. Les faibles effectifs échantillonnés les années précédentes et la faible richesse spécifique dans la lône Vachon sont difficilement attribuables à une cause particulière. Les espèces rencontrées après restauration dans la lône Mattant attestent du caractère **courant de ce bras secondaire** du Rhône : truite fario, spirlin, hotu, barbeau fluviatile et chabot.

La **lône des Granges** est un chenal de crue à fond de galets, comportant une partie aval profonde et stagnante. Les eaux sont limpides et la végétation aquatique localement abondante. La partie la plus amont est constituée de mouilles peu profondes reliées ou non entre elles par des connexions très peu profondes (quelques cm). La fréquentation de la lône par les poissons semble assez restreinte.

La **lône des Cerisiers** a été modifiée dans sa partie amont et a conservé ses caractéristiques initiales sur la majeure partie de son cours. Son évolution post-restauration se caractérise par un taux de comblement important dans sa partie médiane et une augmentation de l'encombrement par des arbres couchés. Elle reçoit les eaux de la Bièvre dont la conductivité est particulièrement élevée (≈ 600µS/cm) par rapport aux eaux du Rhône (≈ 300µS/cm). La partie amont de la lône, légèrement courante abrite principalement des poissons de petites tailles (loche franche, goujons, juvéniles de chevaines et de vandoises). La partie aval lentique abrite des poissons de plus grandes tailles (chevaines, gardons, brochets, vandoises) qui trouvent dans cette zone des abris ligneux importants. La partie médiane rassemble des poissons de différentes tailles (hotus, vandoises, chevaines, ablettes).

La **lône du Ponton** et la **lône des Molottes** ont des configurations similaires : chenal en forme de U, parfois profond, substrat limoneux, fermé à l'amont et ouvert à l'aval, milieux

strictement stagnants en dehors des crues, colonisés par de la végétation aquatique avec une production primaire importante en été, et de nombreux abris en rive (phragmites, bois mort). Ces deux lônes constituent des milieux propices à la reproduction et à la croissance des juvéniles de nombreuses espèces.

Les résultats obtenus en 2012 (Tableau 2.7.2) diffèrent des années précédentes sur certains points (comme Chantemerle) et confortent certaines lônes dans leur rôle vis-à-vis des peuplements piscicoles. Comme pour les autres stations, les effectifs sont très importants en 2012 à Brégnier-cordon, allant de 67 ind. (Vachon) à 1016 ind. sur la lône des Molottes, et 2738 (Annexe 2.7.1)poissons capturés sont comptabilisés sur l'ensemble des lônes de ce secteur.

Depuis le début du suivi post-restauration, les abondances ainsi que le nombre d'espèces dans les lônes de Granges et de Chantemerle n'ont jamais été élevés. L'année 2012 se caractérise par une augmentation des effectifs dans les deux lônes, surtout sur Chantemerle. Le peuplement de cette dernière est composé principalement de poissons présents dans le chenal du Rhône court-circuité, comme l'ablette, le chevaine, le gardon et le goujon pour les plus abondants (Annexe 2.7.1). La présence de 49% d'espèces phytophiles et litho-phytophiles ainsi que la forte proportion de juvéniles dans la population échantillonnée indique la capacité potentielle de la lône à fournir des habitats et un fonctionnement propices à leur croissance et leur développement. Malgrés les 104 ind. capturés lors des pêches, les effectifs de la lône des Granges restent faibles, avec toutefois une part importante de juvénile de l'année (62%, Tableau 2.7.2).

La lône des Molottes et la lône du Ponton retrouvent, par rapport à 2011 (qui était une année très particulière du fait des très faibles effectifs constatés), des effectifs très élevés, et qui n'ont jamais été aussi élevés depuis le début des pêches sur ce secteur, avec respectivement 1016 poissons et 676 poissons échantillonnés. La part importante des juvéniles de l'année dans le peuplement correspond à leur rôle de nurserie (avec respectivement en 2012, 81% de juvénile et 96%, Tableau 2.7.2) envers une grande diversité d'espèces (17 espèces pour Molottes et 15 espèces pour Poton Annexe 2.7.1).

En accord avec 2011, les résultats obtenus lors des pêches réalisées dans les **lônes des Cerisiers** et de **Mattant** restent en adéquation avec leur capacité d'acceuil. La présence de différents faciès (lentiques, radiers, zones profondes, embâcles…) offrent des habitats pour un grand nombre d'espèces et différentes classes d'âges. La fréquence des habitats courants sur Mattant en fait une lône où les conditions lotiques prédominent sur le reste, ce qui en fait une zone moins favorable au développement des stades juvéniles de nombreuses espèces. En effet, la composition du peuplement en juvéniles de l'année reste toujours bien inférieur à 50% depuis le début des prospections post-restauration (12% de juvéniles en 2012, Tableau 2.7.2). Les deux lônes, relativement courantes, abritent des espèces rhéophiles telles que le barbeau, le hotu, la truite fario, la vandoise, la loche franche, le vairon , avec sur Mattant le spirlin et le chabot en plus, ce qui témoigne de son caractère plus lotique (plus forte proportion d'habitats courants). On retrouve également plusieurs espèces lénitophiles telles que le gardon, le brochet, la brème bordelière et d'autres avec des proportions plus importantes dans la lône des Cerisiers, ce qui témoigne de son caractère moins lotique (plus forte proportion d'habitats lentiques). Par ailleurs, la part de juvéniles représente presque la moitié du peuplement de cette lône (45% de juvéniles en 2012).

Les effectifs échantillonnés restent faibles en 2012 comme la plupart des années précédentes (67 ind., Tableau 2.7.2). Les espèces dominantes attestent du caractère lotique de la zone (chevaines, barbeaux, et vandoises) avec des poissons pour la majorité adultes ou sub-adultes (que 22 % de juvéniles de l'année). La présence dans cette lône de certaines espèces lénitophiles comme la tanche et le brochet est à noter.

Les résultats restent encourageants pour les lônes des Cerisiers et de Mattant par rapport à leurs potentialités d'accueil.

Comme en 2011, cette année semble avoir été favorable à la reproduction et au recrutement des juvéniles.

Lônes	Bouvière	Brochet	Rotengle	Tanche
Lône des Cerisiers	1	0	0	23
lône des Granges	0	3	1	7
Lône des Molottes	211	5	11	10
Lône Mattant	0	1	0	2
Lône de Chantemerle	1	1	0	5
Lône Vachon	0	1	0	2
Lône du Ponton	209	1	18	2

La présence des espèces caractéristiques de ces milieux annexes met en évidence les différences entre les lônes fermées à l'amont, relativement profondes (Molottes et Ponton) et les autres. Ces différences sont bien marquées en termes d'effectifs brutes et de proportions de ces espèces dans le peuplement (23.3% d'espèces cibles pour les Molottes et 34% pour Ponton).

Les abondances relatives des espèces phytophiles et litho-phytophiles sont :

Lônes	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**
Lône de Chantemerle	15.5%	25.0%	80.0%	68.2%	96.3%	33.3%	48.8%
Lône des granges	44.6%	19.5%	20.0%	37.5%	11.4%	36.6%	67.3%
Lône Vachon	18.8%	11.8%	0.0%	11.0%	16.4%	16.2%	38.8%
Lône des cerisiers	5.2%	20.2%	13.6%	6.1%	5.9%	34.3%	8.4%
Lône Mattant	15.8%	2.8%	3.2%	11.9%	13.2%	8.5%	43.4%
Lône des Molottes	54.4%	42.9%	11.2%	30.9%	16.7%	71.4%	44.7%
Lône du Ponton	61.4%	23.5%	63.9%	86.3%	42.3%	92.9%	43.0%

Ces pourcentages sont variables d'une année à l'autre, mais reste relativement importants dans les lônes de Chantemerle, Granges, Molottes et Ponton (Tableau 2.7.2), dans lesquelles les caractéristiques d'habitat, en particulier la présence de macrophytes et de bois morts, sont favorables aux espèces phytophiles et litho-phytophiles. La baisse de ces proportions en 2012 dans les Molottes et Ponton résulte de la forte abondance de la bouvière et du chevaine dans les effectifs (Annexe 2.7.1). La part de ces espèces sur la lône des Granges est la plus importante depuis le début des campagnes d'échantillonnages (67%), elle est due à la forte proportion de gardon capturés cette année (55 sur 104 poissons).

Bilan Haut-Rhône

Pour les lônes restaurées du Haut-Rhône, la représentation de trois paramètres simples (effectifs totaux capturés par pêche soit 25 E.P.A. réalisés à une date donnée, pourcentages de juvéniles de l'année, pourcentages d'espèces litho-phytophiles et phytophiles) mesurés dans chacune des lônes échantillonnées permet de les comparer (Tableau 2.7.6).

Neuf des quatorze lônes échantillonnées possèdent des abondances moyennes supérieures à 100 ind./25 E.P.A en moyenne avec des effectifs conséquents en 2012 puisque seule deux lônes sont en dessous des 100 ind./25 E.P.A (Béard et Vachon). Dans la plupart d'entre elles, les proportions de juvéniles de l'année sont toujours importantes (en moyenne supérieur à 50%) mettant en lumière le rôle de site de reproduction et de grossissement pour les espèces

rencontrées. Néanmoins, certains sites possèdent des abondances moyennes supérieures à 100 ind./25 E.P.A. avec un taux de juvéniles de l'année faible (lône des Cerisiers, lône Mattant). Ceci rend compte du rôle refuge (conditions d'habitat plus lentique pour les adultes) de ces milieux et des conditions de croissance plus appropriées pour des sub-adultes de nombreuses espèces.

Secteur de Pierre-Bénite

Trois lônes (Table Ronde, Ciselande et Jaricot), ont été restaurées en 1999 dans le cadre du programme global de réhabilitation du Vieux Rhône. Ces restaurations avaient une vocation expérimentale, et reposaient sur 3 scénarios de réponse différents. La restauration a été réalisée durant l'été 1999 par un creusement du fond des lits sur une épaisseur de 2 à 4 m, et des hélophytes ont été plantés en 2000 (phragmites, Carex, phalaris) pour stabiliser les berges et accélérer la dynamique végétale (diversification des formations et contrôle de l'installation des espèces invasives). Les macrophytes et la sédimentation constituaient jusqu'à aujourd'hui les deux seules thématiques de suivi des effets de la restauration. Suite à une demande des collectivités locales, l'échantillonnage a été réalisé en 2012 et sera reconduit chaque année dans le cadre du suivi, l'objectif étant d'améliorer les connaissances sur les caractéristiques piscicoles du secteur et de suivre l'évolution de ces populations. N'ayant pas d'état initial pré-restauration, ni de premières campagnes juste après restauration, l'analyse scientifique sera restreinte principalement à l'évaluation des fonctionalités complémentaires jouées par ces lônes en termes de capacités d'accueil différentes de celles du chenal (zone refuge pour les poissons plus lénitophiles, zone de reproduction et de croissance pour des juvéniles).

Les 3 lônes suivies ont des caractéristiques morphologiques et hydrauliques différentes.

La lône de la Table Ronde est une annexe fluviale qui, totalement exondée avant restauration, a été reconnectée au Rhône par son extrémité aval. Elle est alimentée en eau uniquement par les reflux du Rhône. Il s'agit d'une lône plutôt large, composée de plusieurs petites îles, fortement exposées à l'ensoleillement et avec un écoulement quasiment nul.

La lône de Ciselande est longue d'un peu plus de 1 km, elle présente des secteurs à écoulement rapide et d'autres à écoulement plus faible, voire nul dans les plans d'eau ponctués d'îles. Ces plans d'eau, isolés auparavant, ont été reliés les uns aux autres par curage et connectés au Rhône à l'amont et à l'aval lors des travaux de restauration en 1999.

La lône de Jaricot est un bras mort d'environ 800 m de long, étroit et ombragé avec un écoulement lent. Elle a été curée avec pour objectif de la reconnecter à la nappe de versant. Elle a également été reconnectée au Rhône via le bassin de vernaison situé à l'aval.

Les lônes de Pierre Bénite n'ont pu être échantillonnées en 2012 du fait des débits d'automne trop importants.

	Effectif total							
SECTEUR	Lônes	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Moyenne
Péage	Système Platière**	112	268	81	148	83	244	156
	Lône Platière*	110	202	121	145	119	315	169
	Lône Noyer Nord*	132	128	58	53	40	138	92
	lône Ilon*	5	260	-	127	24	84	100
	Lône Noyer sud*	-	-	-	-	-	216	216
Montélimar	Lône de la Roussette	-	-	38	13	15	-	22
Donzère	Lône Grange Ecrasée	-	-	-	37	68	173	93
	Lône du Carré	-	-	-	172	138	192	167
	Lône Malaubert	-	-	-	58	91	350	166
	Lône du Bayard	-	-	-	222	44	392	219
	Lône de Caderousse	-	-	-	34	49	174	86
	Lône des Joncs	-	-	-	304	48	158	170

	Pourcentage d'esp. Litho-phyto & phytophiles							
SECTEUR	Lônes	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Moyenne
Péage	Lône Platière	0.66	0.72	0.53	0.69	0.52	0.23	0.56
	Lône Noyer Nord	0.70	0.47	0.79	0.49	0.18	0.42	0.51
	lône Ilon	0.60	0.26	0.00	0.89	0.38	0.48	0.43
	Lône Noyer sud	-	-	-	-	-	0.05	0.05
Montélimar	Lône de la Roussette	-	-	0.08	0.38	0.00	-	0.15
Donzère	Lône Grange Ecrasée	-	-	-	0.43	0.63	0.81	0.62
	Lône du Carré	-	-	-	0.65	0.70	0.68	0.67
	Lône Malaubert	-	-	-	0.16	0.20	0.38	0.24
	Lône du Bayard	-	-	-	0.64	0.16	0.30	0.37
	Lône de Caderousse	-	-	-	0.85	0.94	0.91	0.90
	Lône des Joncs	-	-	-	0.32	0.56	0.87	0.58

	Pourcentage de 0+							
SECTEUR	Lônes	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Moyenne
Péage	Lône Platière	-	-	-	0.43	0.33	0.52	0.43
	Lône Noyer Nord	-	-	-	0.28	0.35	0.22	0.28
	lône Ilon	-	-	-	0.84	0.75	0.86	0.82
	Lône Noyer sud	-	-	-	-	-	0.81	0.81
Montélimar	Lône de la Roussette	-	-	-	0.69	0.80		0.75
Donzère	Lône Grange Ecrasée	-	-	-	0.46	0.59	0.44	0.50
	Lône du Carré	-	-	-	0.53	0.75	0.44	0.58
	Lône Malaubert	-	-	-	0.40	0.51	0.32	0.41
	Lône du Bayard	-	-	-	0.87	0.16	0.62	0.55
	Lône de Caderousse	-	-	-	0.62	0.35	0.30	0.42
	Lône des Joncs	-	-	-	0.55	0.33	0.60	0.49

Tableau 2.7.4 : Effectifs totaux capturés par pêche, proportion d'espèces phytophiles et litho-phytophiles et proportion de juvéniles de l'année (0+) dans chacune des lônes du bas Rhône. Les valeurs moyennes les plus importantes ont été surlignées.(** : Système platière comprenant toutes les lônes dont les valeurs sont ramenées à un effort de pêche de 25 EPA. * : Valeurs correspondants à un effort de pêche différent des 25 EPA)

Secteur de Péage-de-Roussillon

Depuis 2007 des pêches sont réalisées dans le cadre de la définition de l'état initial avant restauration des lônes de Péage-de-Roussillon. En 2012, la lône du Noyer Sud a été restaurée et son échantillonnage rentre dans le cadre du suivi post-restauration.

Le système « Platière » constitué de la lône de la Platière, de la lône du Noyé Nord et de la lône de l'Ilon a été échantillonné en octobre 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 et 2012 (à l'exception de l'Ilon non échantillonnable en 2009). L'effort d'échantillonnage a été calibré en fonction de la superficie des différentes lônes. 24 espèces ont été échantillonnées en 2012.

Les données brutes sont présentées dans l'annexe A.2.7.1.

La **lône de la Platière** constitue un milieu faiblement courant, dont les fonds sont très souvent couverts de végétation. Elle est très riche en habitats favorables pour les poissons. 24 espèces ont été échantillonnées, le chevaine, le gardon, la brème bordelière et le goujon sont les 4 espèces les plus abondantes, les autres représentent moins de 6%. La présence du sandre est signalé par les pêcheurs, il n'apparaît cependant plus dans les pêches depuis 2010. Les mouilles profondes sont très riches en bancs de poissons.

Espèces	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**
ABL	5.3%	7.6%	2.2%	23.1%	2.7%	2.4%
ANG	0.8%	0.3%		0.3%		0.2%
BAF	2.0%	0.2%	0.6%	0.3%		3.0%
BLE						0.2%
BOU	0.4%	26.6%	1.7%	3.7%	8.7%	13.8%
BRB		0.2%	7.3%	4.3%	14.8%	0.4%
BRE	1.6%	0.2%	4.5%	7.1%	1.1%	
BRO	0.8%	0.3%	1.1%		1.6%	0.2%
CAG		0.3%	0.6%	0.3%	1.1%	2.8%
CAS		0.2%				
CCO					0.5%	0.2%
CHA		0.2%				0.2%
CHE	4.0%	8.3%	24.0%	13.2%	26.8%	18.1%
GAR	58.3%	30.0%	42.5%	24.3%	11.5%	17.9%
GOU	6.9%	15.1%	1.7%	3.1%	8.2%	16.6%
GRE		0.3%				0.2%
HOT	14.6%	0.7%		0.9%	4.4%	4.3%
LOF	0.8%	2.0%	8.4%	1.2%	4.4%	8.0%
PCH	0.8%	0.2%		0.9%		0.4%
PER	2.0%	0.5%	1.7%	4.6%	1.6%	2.4%
PES	0.4%	0.2%	0.6%	1.8%	4.4%	3.4%
PSR		5.1%	0.6%	6.5%	3.3%	4.5%
ROT		1.2%	0.6%	1.2%	4.4%	
SAN		0.2%				
SIL		0.2%	1.7%	0.6%	0.5%	0.4%
TAN			0.6%	2.2%		0.7%
VAI				0.3%		
VAN	1.2%					
Eff Tot.	**112**	**268**	**81**	**148**	**83**	**244**
Nb sp.	**15**	**23**	**17**	**20**	**17**	**24**

Tableau 2.7.5 : abondances relatives des différentes espèces échantillonnées dans le système « Platière » entre 2007 et 2012, les effectifs totaux sont des valeurs ramenées à un effort d'échantillonnage de 25 E.P.A

Les effectifs capturés dans la **lône du Noyé Nord** sont, à l'inverse de 2009, 2010 et 2011, relativement importants (138 ind.), et l'espèce la plus abondante est le gardon (55 ind.).

La **lône de l'Ilon**, asséchée sur une grande partie (amont) possède une surface en eau relativement faible. La densité de végétation aquatique y était particulièrement importante depuis 2009 (beaucoup de *Lemna sp.* et d'algues filamenteuses). Compte-tenu du peu d'espace pêchable, seulement 10 E.P.A. sont réalisés dans cette lône. En dépit de ce faible effort d'échantillonnage, les effectifs capturés ont été importants en 2008 et 2010, faibles en 2011 (24 ind.) et moyens en 2012 (84 ind., Tableau 2.7.4). De nombreux juvéniles semblent se regrouper à l'amont de la lône entre 50 cm et 1 m de profondeur, c'est à cet endroit que la plupart on été capturés. Cette lône riche en macrophytes et bois morts héberge un peuplement constitué majoritairement de juvéniles de l'année (82% en moyenne sur 3 ans), mais aussi des proportions relativement importantes de poissons appartenant à la guilde des phytophiles et litho-phytophiles (43% en moyenne).

La **lône du Noyer Sud**, récemment restaurée, a été échantillonnée pour la première fois cette année. Dix points E.P.A ont été nécessaires pour que l'échantillonnage soit le plus pertinent possible par rapport à sa taille. Un long radier parcourt cette lône sur un tiers de sa longueur et une zone plus calme et profonde (régulièrement supérieur à 1 m) parsemée d'embâcles constitue l'amont par lequel rentre les eaux de la lône de la Platière. Le peuplement est constitué majoritairement de juvéniles (81 %, Tableau 2.7.4) de poissons présents à l'état adulte dans le chenal courant (hotus, barbeaux, loches et chevaines) qui trouvent dans le radier les conditions favorables à leur croissance et leur développement. Les effectifs échantillonnées sont importants au regard du nombre de points effectués, mais les espèces phytophiles et litho-phytophiles sont très peu représentées (seulement 5%).

Secteur de Montélimar

La lône de la Roussette a été échantillonnée pour la première fois en automne 2009, en automne 2010, puis en automne 2011 dans le cadre de l'établissement de l'état initial. La dimension de la lône est relativement importante mais la profondeur souvent faible.

Les travaux de restauration de la lône n'étant pas terminés en automne 2012, l'échantillonnage n'a pas été réalisé.

Secteur de Donzère

Six lônes ont été sélectionnées parmi les lônes présentes sur le secteur de Donzère. L'échantillonnage a débuté en 2010 et continue en 2012 dans le cadre de l'établissement de l'état initial ; les résultats bruts des pêches sont consignés dans le Tableau 2.7.6.

	Grange Ecrasée	Carré	Malaubert	Bayard	Caderousse	Joncs	Total
ABL	9	9	13	4		54	89
ANG	1		3	1			5
BAF			8				8
BBG	2			5	1	1	9
BOU	1	28	2	224		9	264
BRB	6		2	2			10
BRE	1	2		1		3	7
BRO	5		2	2	4	1	14
CAG	1	7	1		1	11	21
CCO						6	6
CHE		16	30	10	1	6	63
EPI			3				3
GAR	53	10	97	74	9	4	247
GOU		1	49	11			61
HOT			53				53
LOF			12				12
PCH	1	7		2	5		15
PER	1	3	2	14		1	21
PES	29	9	1	20	9	4	72
PSR	1	90	6			37	134
ROT	62	8	6	20	140	21	257
SPI			34				34
TAN		2	4	2	4		12
VAI			22				22
Total	173	192	350	392	174	158	1439
Nb sp.	15	13	20	15	9	13	26

Tableau 2.7.6 : abondances des différentes espèces échantillonnées dans les lônes du secteur de Donzère en 2012 (25 E.P.A.).

En 2012, vingt six espèces ont été capturées sur l'ensemble des lônes de Donzère-Mondragon et l'effectif total est, comme pour les autres secteurs, élevés par rapport aux années précédentes (827 ind. en 2010, 438 ind. en 2011, 1439 ind. en 2012 sur toutes les lônes). Deux nouvelles espèces ont été inventoriées sur ce secteur lors des pêches de cette année, il s'agit de la perche soleil et du poisson chat. Elles sont toutes les deux considérées comme invasives, mais en forte régression pour la deuxième.

Toutes les lônes suivies dans le secteur de Donzère-mondragon sont déconnectées du Rhône court circuité. Certaines possèdent un linéaire important (> à 1 km) auquel s'ajoute une grande diversité d'habitats physiques et hydrauliques (Malaubert, Bayard, Granges Ecrasée), ce qui leurs confère une forte capacité d'acceuil pour la faune piscicole. Elles se démarquent des autres notamment par leur richesse spécifique relativement plus élevée (Tableau 2.7.6). L'une d'entre elles, la lône de Malaubert possède la plus forte diversité d'espèce (20 espèces) du fait d'une part de sa proximité avec le Rhône à l'aval, qui favorise l'entrée d'autres espèces plutôt inféodées au Rhône court-circuité (espèces qui affectionnent les habitats courants comme le barbeaux, vairons, hotus, vandoises et spirlins), et d'autre part la mise à disposition de ces espèces des milieux courants favorables à leur croissance et leur développement (souvent des juvéniles de l'année d'espèces réophiles).

Avec des milieux plutôt lentiques, les lônes du Carré, des Joncs, de Caderousse et de Grange Ecrasée, dans lesquelles les caractéristiques d'habitat, en particulier la présence de macrophytes et de bois morts sont favorables aux espèces phytophiles et litho-phytophiles

(respectivement 67%, 58% , 90% et 62%, Tableau 2.7.4), hébergent également les espèces cibles, typiques des lônes, dont les proportions sont relativement importantes :

Lônes	Bouvière	Brochet	Rotengle	Tanche
Lône de Grange Ecrasée	0.6%	2.9%	32.4%	0.0%
Lône du Carré	14.6%	0.0%	4.2%	1.0%
Lône de Malaubert	0.6%	0.6%	1.7%	1.1%
Lône du Bayard	57.1%	0.5%	5.1%	0.5%
Lône de Caderousse	0.0%	2.3%	80.5%	2.3%
Lône des Joncs	5.7%	0.6%	13.3%	0.0%

Les difficultés liées à l'échantillonnage des zones profondes (limite de l'efficacité de pêche) n'ont pas permis de capturer certaines espèces aperçues, notamment de la guilde des phytophiles et litho-phytophiles, dans les nombreuses mouilles des lônes de Grange-écrasée et du Bayard. Cependant, les proportions calculées de ces espèces dans ces deux lônes sont relativement importantes en 2012 (supérieur à 30%, Tableau 2.7.4).

On note la présence de Black-bass sur l'ensemble des lônes du secteur qui semblent se reproduire (présence de juvéniles de l'année) et dont les populations sont potentiellement importantes (Vu lors des pêches, le comportement de fuite des adultes rend leur capture difficile).

2.7.4 Conclusions

Les attendus de la restauration des lônes en termes de bénéfices pour les peuplements de poissons s'expriment principalement à travers (1) une mise à disposition des espèces de sites de reproduction (végétation aquatique) et de croissance des juvéniles complémentaires à celles présentes dans le chenal courant ; (2) la présence de sites plus ou moins lentiques possédant des abris importants utilisés par les adultes de différentes espèces également présentes dans le chenal ; (3) la présence de bras secondaires courants de petites dimensions offrant des conditions d'habitats lotiques différentes et complémentaires de celles du Vieux-Rhône et souvent nécessaires aux classes d'âges intermédiaires des espèces rhéophiles (hotu, barbeau, ombre, truite…).

Les annexes fluviales sont des sites dans lesquels la production primaire et la production secondaire sont plus importantes que dans le chenal principal. Elles offrent des conditions de nutrition très favorables pour l'ensemble des classes d'âge des populations de poissons présentes, et en particulier pour les juvéniles qui trouvent là des aliments répondant à leurs exigences. Notons que sur le Bas-Rhône, ce rôle est également assuré par certains casiers « Girardon » en eau et partiellement connectés aux vieux-Rhône. Une question pertinente peut être alors posée : les différentes trajectoires individuelles décrites par des lônes ayant subi une restauration similaire mènent à penser que d'autres processus sont susceptibles de jouer un rôle dans leur évolution, notamment la qualité des producteurs primaires (et nutriments) et leurs disponibilités dans le milieu pour les premiers consommateurs (les juvéniles)

Parmi les 14 lônes suivies après restauration sur le Haut-Rhône, **trois d'entre elles (Brotalet, Molottes et Ponton) présentent des caractéristiques de zones annexes bénéfiques pour la reproduction et la croissance de nombreuses espèces de poissons**, qu'elles utilisent ou non la végétation comme substrat de ponte. **Au vu des résultats de cette année, un débit minimum semble nécessaire pour que ces fonctions soient assurées**. A Péage-de-Roussillon, le système **Platière** joue également ce rôle.

Sur le Haut-Rhône, les bras secondaires reconnectés par l'amont et l'aval (Anse de Yenne, Cerisiers, Vachon, Mattant) ont connu des évolutions à court terme variables après restauration. L'Anse de Yenne n'a pas totalement perdu son caractère lotique (comme concluaient les rapports précédents) que l'on retrouve principalement sur la partie aval et l'amont de la lône (quelques dizaines de mètres). Elle constitue actuellement une zone d'abris pour les poissons du chenal où les densités sont variables d'une année sur l'autre (mais restent en moyenne convenables), et où les proportions de juvéniles observées rendent compte de la capacité du milieu à fournir les conditions nécessaires à leur croissance même avec de faibles capacités d'acceuil. Les caractéristiques piscicoles de la lône des Cerisiers n'ont pas été changées fondamentalement après restauration, le principal problème étant la sédimentation rapide (limons) dans la partie médiane de la lône. **En 2011 et en 2012, la lône des Cerisiers semble plus en adéquation avec ses capacités d'acceuil relativement importantes.** Malgré son caractère lotique marqué (au moins dans la partie amont), **la lône Vachon semble moins fréquentée par les poissons que les autres lônes. La lône Mattant a gardé ses caractéristiques de bras secondaire courant** et la faune piscicole est en adéquation avec ces conditions lotiques (truite, hotu, barbeau, spirlin, loche franche, chabot…).

Les autres lônes restaurées (Malourdie, Luisettes, Moiroud, Fournier, Béard, Chantemerle, Granges) ne semblent pas pour l'instant présenter de caractéristiques particulièrement intéressantes pour les poissons (alimentation phréatique plus ou moins importante conditionnant la limpidité et le régime thermique). Pour la lône des Luisettes et la lône Moiroud, une évolution plus marquée vers une modification de fonctionnement plus favorable aux espèces attendues dans ce type de milieux (tanche, rotengle, brochet, bouvière, gardon…) est peut-être possible au cours des années à venir. L'évolution post-restauration de la lône Béard compromet fortement sa colonisation par les poissons (excepté par les espèces résistantes aux fortes variations du taux d'oxygène).

L'évolution de la sédimentation dans les annexes restaurées est un facteur clef déterminant la qualité et la diversité de leurs habitats. Il est certain que le taux de sédimentation reste à surveiller en priorité dans les lônes restaurées et que l'évolution de leurs qualités écologiques en regard des exigences des poissons en dépend fortement.

L'année 2012 a été très particulière vu les effectifs très importants échantillonnées au regard des années précedentes, et vu la variabilité inter-annuelle, la poursuite de l'échantillonnage de l'ensemble de ces annexes et de celles qui seront réhabilitées ultérieurement est nécessaire pour fournir des données concernant les modalités d'utilisation de ces habitats par les poissons sur un gradient de connectivité et d'alimentation phréatique.

Conclusion générale

Le suivi scientifique du programme de restauration hydraulique et écologique du Rhône, débuté en 1995 sur le site de Pierre-Bénite et en 2002 sur le Haut-Rhône avait pour objectif de définir des méthodologies et des indicateurs du suivi de la restauration physique du Rhône. Ce travail a été mené initialement sur les sites non-restaurés du Haut-Rhône et également après restauration. Le travail de développement méthodologique est aujourd'hui très avancé et la plupart des métriques et des indicateurs ont été testés. La confrontation des prédictions et des observations issues du suivi post-restauration est donc en cours de réalisation (voir les résultats présentés dans ce rapport). Depuis 2007, des données sont collectées sur les 4 sites candidats à la restauration, Canal de Miribel, Péage-de-Roussillon, Montélimar et Donzère-Mondragon et ce tant dans les sections court-circuitées que dans les lônes, excepté pour le Canal de Miribel pour lequel les annexes fluviales potentiellement réhabilitables ne sont pas encore identifiées. À Péage-de-Roussillon, la restauration de la lône du Noyer Sud a été finalisée en 2012 et celle de la lône de la Sainte à la fin de l'hiver 2012-2013. À Montélimar, les travaux dans la lône de la Roussette ont débuté en automne 2011 et se sont achevés en 2012.

Les effets de l'augmentation des débits réservés dans les vieux-Rhône sont évalués grâce à des indicateurs définis à partir des structures de peuplements de poissons et de macroinvertébrés, en utilisant le couplage de modèle hydrauliques statistiques et les préférences d'habitats des espèces. Les jeux de données collectés permettent d'éprouver les méthodologies développées.

Pour les deux types de peuplements, les résultats les plus significatifs sont obtenus à Pierre-Bénite où la réponse des organismes à la modification du débit réservé (effectuée en septembre 2000) est en accord avec les prédictions des modèles. Cette tendance est aussi très marquée en Chautagne et l'on constate que la concordance entre les valeurs prédites par les modèles et les observations issues de l'échantillonnage post-restauration est d'autant plus marquée que les durées des périodes pré- et post-restauration prises en compte sont importantes.

Sur les sites restaurés du Haut-Rhône, les résultats sont sont conformes aux prédictions en Chautagne et moins probants à Belley et Brégnier-Cordon.

Dans les trois secteurs du Haut-Rhône Chautagne, Belley et Brégnier-Cordon, les densités des macroinvertébrés et la richesse taxonomique notamment des Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères, augmentent après restauration en accord avec les attentes. De même, dans ces secteurs, le nombre de taxons et d'individus rhéophiles est globalement plus important après restauration alors que le nombre de taxons limnophiles diminue. Ces changements sont à mettre en relation avec les changements des conditions hydrauliques observés à l'échelle du tronçon et non pas avec les conditions hydrauliques locales échantillonnées qui restent sensiblement les mêmes entre les différentes campagnes.

Les résultats obtenus sur le secteur de Pierre-Bénite et celui de Chautagne (en ajoutant des données pendant la période pré-restauration) nous ont incité à modifier le protocole d'échantillonnage dans les secteurs dans lesquels la restauration des débits n'est pas encore effective. Aussi, afin d'obtenir un maximum de données avant restauration, tous les secteurs du Bas-Rhône ainsi que le secteur de Miribel ont à nouveau été échantillonnés en 2011 et le seront en 2012.

Dans ces sections court-circuitées du Haut-Rhône, la gestion des usines hydro-électriques impose des contraintes de manœuvre de barrages ponctuelles ou sur plusieurs mois consécutifs (variations journalières de fortes amplitudes) dont les effets sont probablement

antagonistes avec les objectifs de la restauration du fleuve. Ces phénomènes rendent parfois difficile l'interprétation des résultats biologiques obtenus et retardent probablement la réponse des peuplements aux modifications de débits réservés.

La réhabilitation des lônes a conduit à la re-création artificielle de nouveaux milieux dans la plaine alluviale. Les modalités d'évolution et en particulier du point de vue sédimentaire sont en cours d'étude et les résultats sont novateurs. La mise en évidence des différents types de fonctionnement, à la fois du point de vue de la dynamique sédimentaire, de la caractérisation de l'hétérogénéité intra et inter-lônes, mais aussi des structures granulométriques associées sont fondamentales pour comprendre l'organisation et l'évolution des habitats au sein des annexes fluviales restaurées (en particulier estimer leur durée de vie potentielle). L'approche développée récemment en vue de mieux caractériser la connectivité hydrologique des annexes restaurées devrait fournir des informations de première importance pour mieux comprendre les patterns d'évolution géomorphologique des lônes.

Le suivi des peuplements végétaux et animaux (macroinvertébrés et poissons) met en évidence que la colonisation par les organismes et les modalités de fonctionnement de ces nouveaux milieux s'établit progressivement, les réponses les plus rapides concernent les bras secondaires courants. L'ensemble des résultats montre que les changements doivent être évalués sur le moyen et/ou le long terme. Il démontre également la complexité de la réponse de ces systèmes aux actions de restauration et fournit des retours d'expérience précieux dans ce domaine où peu de résultats sont actuellement disponibles dans la littérature. Les résultats obtenus grâce au suivi des peuplements des macroinvertébrés après restauration (soit 2 ans et 4 ans après restauration) dans les secteurs de Belley et Brégnier-Cordon apportent la confirmation des premiers résultats : une diversification des types d'annexes fluviales dans la plaine alluviale bien représentée par la faune colonisant ces milieux et l'existence d'un gradient de connectivité avec le chenal courant bien marqué. Comme dans le cas de l'analyse de la réponse des peuplements de macroinvertébrés à l'augmentation des débits réservés, les résultats confirment une progression importante des espèces exogènes sur le Haut-Rhône, avec néanmoins une grande diversité des tendances et d'amplitudes selon les lônes. Une attention très particulière devra être apportée à l'évaluation des relations entre ces espèces exogènes et les espèces autochtones.

Les premiers résultats concernant l'échantillonnage réalisé en « pré-restauration »sur les lônes du Bas-Rhône montrent que la richesse de ces milieux, différente de celle des lônes du Haut-Rhône est également très importante. Ces résultats sont d'autant plus intéressants que peu de données étaient initialement disponibles sur les lônes du Bas-Rhône.

Les données acquises jusqu'à présent sur les sites restaurés mettent en évidence la nécessité de considérer le fonctionnement des secteurs étudiés dans leur ensemble (vieux-Rhône courants et annexes fluviales) même si le suivi est décomposé en fonction des types de restauration (augmentation des débits et réhabilitation des lônes) et des thématiques scientifiques. En effet, la connectivité entre les différents types de milieux est un paramètre très important dans l'évolution post-restauration.

Ces résultats, acquis sur les sites nouvellement restaurés, doivent permettre de préciser les cahiers des charges des sites candidats à la restauration. Sur les sites du Bas-Rhône, la prise en compte de nouvelles modalités de remise en mouvement et de gestion des sédiments (Observatoire des sédiments) doit être intégrée dans la réflexion sur les modalités de réhabilitation de ces secteurs.

Fin 2013, lorsque les échantiloonnages programmés dans la présente convention seront terminés, une synthèse dressera un bilan complet des acquis du suivi de la restauration hydraulique et écologique du Rhône.

Références bibliographiques

Amoros C., Bornette G. & Henry, C.P. (2000). Environmental auditing. A vegetation-based method for ecological diagnosis of riverine wetlands. *Environmental Management*, 25: 211-227.

André S. & Olivier J.M. (2003). Mise en place du suivi scientifique du programme de restauration hydraulique et écologique du fleuve Rhône. Convention de prestation d'étude n° 2002.69.174 DIREN/EZUS. Rapport à la Diren Délégation de Bassin RM&C.

Balon E.K., (1975). Reproductive Guilds of Fishes : A Proposal and Definition. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*. 32: 821-864.

Bornette G., Amoros C., Henry C. & Chiarello E. (1996). Diagnostic des potentialités évolutives des zones humides fluviales du Rhône. Rapport final de la première phase: Méthode de diagnostic fonctionnel. Rapport à la Compagnie Nationale du Rhône et à l'Agence de l'Eau. 50 p. + tables et exemples de cartographie.

Colling M. (1996). Ökologische Typisierung der aquatischen Makrofauna - Inf.-Ber. bayer. Landesamt Wasserwirtsch. 543 pp. München.

Daufresne M., Roger M.C., Capra H. & Lamouroux N. (2003). Long-term changes within the invertebrate and fish communities of the Upper Rhône River : effects of climatic factors. *Global Change Biology*, 10 : 124-140.

Dessaix J. & Fruget J. F. (2008). Évolution des peuplements de crustacés du Rhône Moyen au cours des 20 dernières années, relation avec la variabilité hydroclimatique. *Hydroécologie Appliquée*, 16 : 1–27.

De Crespin De Billy V. & Usseglio-Polatera P. (2002). Traits of brown trout prey in relation to habitat characteristics and benthic invertebrate communities. Journal of Fish Biology, 60: 687–714

Dolédec S, Lamouroux N., Fuchs U. & Mérigoux S. (2007). Modelling the hydraulic preferences of benthic macroinvertebrates in small European streams. *Freshwater Biology*, 52 : 145-164.

Fruget J.F. (2003). Changements environnementaux, dérives écologiques et perspectives de restauration du Rhône français: bilan de 200 ans d'influences anthropiques. *VertigO*, 4(3) : 1-17.

Heck K.L., Van Belle Jr. G., & Simberloff D. (1975). Explicit calculation of the rarefaction diversity measurement and the determination of sufficient sample size. *Ecology*, 56: 1459-1461.

Henry C. & Amoros C. (1997). Diagnostic des potentialités évolutives: Typologies et cartographie des lônes sur l'ensemble du Rhône. Chute de Brégnier-Cordon : 2. Fiches descriptives. Rapport à la compagnie nationale du Rhône.

Hurlbert S.H. (1971). The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecological Monographs,* 54 : 187–211.

Ihaka R. & Gentleman R. (1996). R: a language for data analysis and graphics. *Journal of Computational and Graphical Statistics,* 5 : 299-314.

Krebs, C.J. (1999). Ecological methodology. Addison Wesley Longman, Inc. 620p.

Lamouroux N., Olivier J.M., Persat H., Pouilly M., Souchon Y. & Statzner B. (1999). Predicting community charcateristics from habitat conditions: fluvial fish and hydraulics. *Freshwater Biology*, 42 : 275-299.

Lamouroux N., Capra H. (2002). Simple predictions of instream habitat model outputs for target fish populations. Freshwater Biology, 47, 1543-1556.

Lamouroux N., Olivier J.M., Capra H., Zylberblat M., Chandesris A. & Roger P. (2006). Fish community changes after minimum flow increase: testing quantitative predictions in the Rhône River at Pierre-Bénite, France. *Freshwater Biology*, 51 : 1730-1743.

Mérigoux S., Lamouroux N., Olivier J.M. & Dolédec S. (2009). Invertebrate hydraulic preferences and predicted impacts of changes in discharge in a large river. *Freshwater Biology,* 54 : 1343–1356.

Merritt R.W. & Cummins K. W. (1996). Aquatic Insects of North America. Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa. pp. 74 – 97

Merritt R. W., Cummins K. W., Berg M. B., Novak J. A., Higgins M. J., Wessell K. J. & Lessard J. L. (2002). Development and application of a macroinvertebrate functional groups approach in the bioassessment of remnant oxbows in the Caloosahatchee River, Southwest Florida. *Journal of the North American Benthological Society*, 21:290-310

Olivier J.M., André S., Dolédec S., Lamouroux N. & Mérigoux S. (2004a). Suivi scientifique du programme décennal de restauration hydraulique et écologique du Rhône, Vieux-Rhône et lônes de Chautagne, caractérisation de l'état initial, juin 2004. Contrat de prestation n°DPE-F 03-0093. CNR/ EZUS – Université Lyon 1.

Olivier J.M., Bornette G., Castella E., Dolédec S., Lamouroux N., Massé C., Mérigoux S. & Piégay H. (2004b). Suivi scientifique du programme décennal de restauration écologique et hydraulique du Rhône. Vieux Rhône et lônes de Belley. Caractérisation de l'état initial. Années 2003-2004. Contrat de prestation n°DPE-F 03-0093. CNR/ EZUS – Université Lyon 1.

Olivier J.M., Bornette G., Carron G., Castella E., Dolédec S., Lamouroux N., Levrat J., MacCrae D., Malet E., Massé C., Mérigoux S, Michalkova M., Paillex A., Piégay H., Rivoire E. & Terrier A. (2005). Suivi scientifique du programme décennal de restauration hydraulique et écologique du Rhône. Vieux Rhône et lônes de Brégnier-Cordon. Caractérisation de l'état initial (2004-2005). Contrat de prestation n°DPE-F 03-0093. CNR/ EZUS – Université Lyon 1.

Olivier JM., Lamouroux N., Bornette G., Castella E., Mérigoux S. & Piégay H. (2007). Analyse fonctionnelle des systèmes restaurés, développement de modèles prédictifs utilisables en restauration fluviale. Suivi scientifique du Programme décennal de restauration hydraulique et écologique du Rhône, période 2003-2006. Rapport à l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée & Corse, la Compagnie Nationale du Rhône, la Délégation de Bassin Rhône Méditerranée & Corse, la Région Rhône-Alpes.

Olivier JM., Lamouroux N., Sagnes P., Mérigoux S., Piégay H., Bornette G., Castella E., Paillex A., Béguin O., Montbertrand A.L., Carron G., McCrae D. & Terrier A. (2009) . Suivi scientifique du programme décennal de restauration écologique et hydraulique du Rhône. Rapport de synthèse 2003-2008, Chautagne, Belley et Brégnier-Cordon. Contrat de prestation n° DPE-F 03-0093. CNR / EZUS-Université Lyon 1.

Olivier JM., Lamouroux N., Mérigoux S., Fruget J.F., Segura S., Riquier J., Piégay H., Michalkova M., Castella E., Paillex A., Montbertrand A.L., Carron G. & McCrae D. (2010). Suivi scientifique du programme de restauration hydraulique et écologique du Rhône, rapport d'étape 2009. Rapport à l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée & Corse, la Compagnie Nationale du Rhône, la Délégation de Bassin Rhône Méditerranée & Corse, la Région Rhône-Alpes.

Olivier JM., Lamouroux N., Mérigoux S., Fruget J.F., Segura S., Riquier J., Piégay H., Michalkova M., Castella E., Paillex A., Montbertrand A.L., Carron G. & McCrae D. (2011). Suivi scientifique du programme de restauration hydraulique et écologique du Rhône, rapport d'étape 2010. Rapport à l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée & Corse, la Compagnie Nationale du Rhône, la Délégation de Bassin Rhône Méditerranée & Corse, la Région Rhône-Alpes.

Olivier JM., Lamouroux N., Mérigoux S., Segura S., Riquier J., Piégay H., Michalkova M., Castella E., Paillex A., Montbertrand A.L., Carron G. & McCrae D. (2012). Suivi scientifique du programme de restauration hydraulique et écologique du Rhône, rapport d'étape 2010. Rapport à l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée & Corse, la Compagnie Nationale du Rhône, la Délégation de Bassin Rhône Méditerranée & Corse, la Région Rhône-Alpes.

Tachet H., Richoux P., Bournaud M. & Usseglio-Polatera P. (2006) Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie. 2nd corrected CNRS editions, Paris.

3 Approche géographique

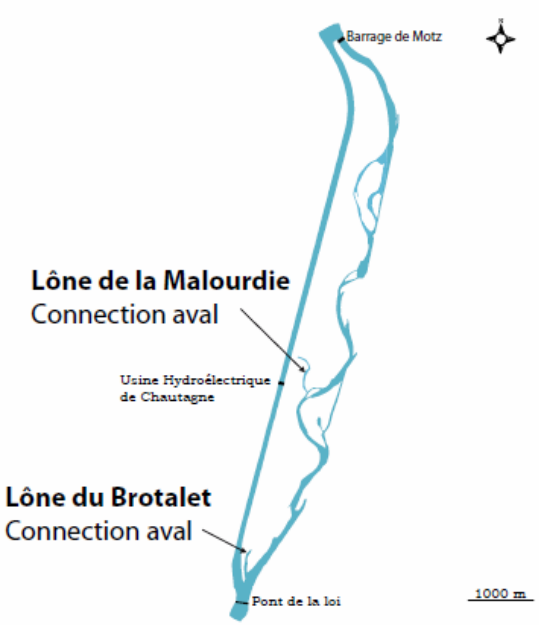
Les fiches qui suivent on été élaborées dans le cadre d'une action réalisée dans par la ZABR (Accord cadre ZABR – Agence de l'eau RM&C) :«**Evaluation des potentialités écologiques du Rhône » disponible à l'adresse :**
http://www.graie.org/zabr/zabrdoc/AccordCadre-fiches/2010/Rapport_A24_2010.pdf

Secteur de Chautagne

Le vieux Rhône

Section court-circuitée de 8,9 km de long dont ~ 7 courants, comportant 2 seuils franchissables (PK 143,030 et 143 ,650), alimenté par le barrage de Motz et ne recevant aucun affluent.

Avant
Après



La restauration

Premier secteur restauré du Haut-Rhône, caractérisé par des vitesses fortes qui ont doublé après restauration.

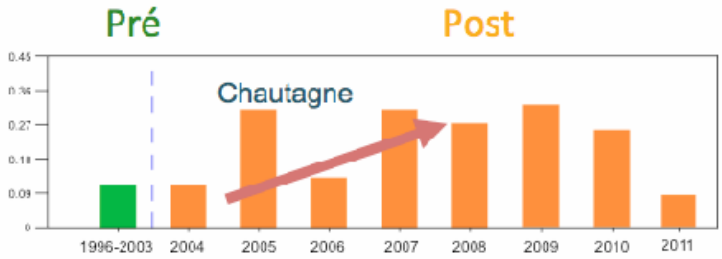
	Jan Fév Mars Avr Mai	Juin Juil Août Sep Oct Nov	Déc
Débit minimum <2004 (m3/s) *Vitesse (m/s)*	10 *0.35*	20	10
Débit minimum >2004 (m3/s) *Vitesse (m/s)*	50 *0.74*	70 / 50	

Deux lônes ont été réhabilitées : la lône de la Malourdie (alimentée en partie par le contre-canal de rive gauche de l'aménagement et en partie par le sous-écoulement) et la lône du Brotalet (située à l'extrémité aval du Vieux-Rhône et principalement alimentée par d'intenses retours d'eaux résultant de la proximité du canal de restitution). La partie amont est partiellement alimentée par le sous-écoulement et la turbidité y est généralement plus faible que dans la zone aval plus influencée par le remous de l'aménagement hydro-électrique.

Secteur tressé typique avant l'aménagement, le secteur de Chautagne ne comportait que peu de lônes potentiellement réhabilitables. La lône de Malourdie a été recreusée et reconnectée au Rhône court-circuité par l'aval, la lône de Brotalet a été élargie, approfondie, et sa longueur a été augmentée en creusant le banc de galets à l'amont.

Effets de la restauration

Augmentation de débit réservé : Le Vieux-Rhône de Chautagne a fait l'objet d'un suivi hydrobiologique depuis la mise en service de l'aménagement hydroélectrique. L'évolution progressive du peuplement de poissons suite à la mise en débit réservé du Vieux-Rhône a conduit à un basculement de la structure du peuplement marqué par une raréfaction du hotu et de la vandoise et une augmentation marquée des densités de loches franches et de vairons. Le barbeau et le chevaine ont maintenu des populations importantes. Les populations de truite fario et d'ombre commun ont subsisté mais avec de faibles densités. Le Vieux-Rhône de Chautagne abrite également des espèces plus limnophiles comme la brème commune, la carpe, le goujon, le brochet et la tanche. Suite à l'augmentation des débits réservés, les modifications de structure de peuplement attendues (augmentation des proportions d'espèces "d'eau courante" : barbeaux fluviatiles, ombres communs, ablettes, hotus, et vandoises) sont progressivement observées avec une variabilité inter-annuelle importante. Néanmoins, certaines populations d'espèces caractéristiques du Haut-Rhône (hotu et vandoise en particulier) n'ont pas encore montré d'amélioration notable de leur état depuis 2004. Les proportions d'ablettes sont variables d'une année à l'autre mais l'espèce est bien implantée. Ceci met en évidence une abondance très faible de géniteurs de ces espèces dans le Vieux-Rhône. La modification du débit réservé semble avoir eu une influence favorable sur les populations d'ombre commun et de truite fario.



Evolution de la proportion d'espèces d'eau courante dans le Vieux-Rhône de Chautagne sur la période 1996-2003 (état pré-restauration) et après 2004 (augmentation des débits réservés)

Globalement, après modification du débit réservé, et en accord avec les attentes, le nombre de taxons Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères (EPT) augmente. Cinq années après restauration 9 nouveaux taxons sont inventoriés dont trois taxons rhéophiles : les deux Plécoptères *Isoperla* sp. et *Brachyptera* sp. et l'Ephémère *Baetis lutheri*. Quatre années après restauration, 21 taxons (limnophiles ou ubiquistes) qui faisaient partie du cortège faunistique avant restauration et pour certains qui étaient encore présents deux ans après restauration, sont absents. Contrairement à ce qui est observé pour les poissons, les résultats montrent qu'il n'existe qu'une corrélation faible entre les variations de valeurs d'habitat prédites pour les macroinvertébrés et les variations des densités observées sur le terrain avant et après restauration dans le secteur de Chautagne. Cependant, lorsqu'on ajoute des données long terme avant restauration (1997-2002), les prédictions expliquent alors 27% des changements observés après restauration. De même, les prédictions expliquent un pourcentage plus fort

lorsqu'on considère les observations sur du plus long terme après restauration (jusqu'à 36 % des changements de densités observés 5 ans après restauration).

Réhabilitation des lônes : Les deux lônes réhabilitées ont des caractéristiques physico-chimiques et biologiques différentes en raison de la nature de leur alimentation en eau. La lône de la Malourdie reste fraiche tout au long de l'année, les eaux sont très claires, elle abrite peu d'espèces de macrophytes, les fonds sont majoritairement limoneux. Elle offre peu d'habitats favorables pour les poissons et en particulier pour la reproduction et le développement des jeunes stades. Les principales espèces trouvées dans cette lône sont l'épinoche et la loche franche. Les densités sont généralement très faibles. La connexion aval permet aux poissons de grande taille de pénétrer temporairement dans la lône (brochet). Un bouchon alluvial, où domine une matrice sableuse, s'est rapidement mis en place à la suite des travaux. Ce bras enregistre une vitesse de comblement rapide. Les dépôts se structurent de manière uniforme et homogène sur le fond, soulignant clairement que la lône fonctionne comme un « décanteur » (piège à sédiment). Le bouchon amont graveleux situé à l'arrivé du contre-canal dans la lône tend à s'exhausser et à prograder vers l'aval, ce qui indique que les écoulements peuvent être relativement compétents lorsque le bras est connecté par l'amont.
Après travaux, une végétation aquatique abondante s'est développée sur la lône de Brotalet, surtout dans sa partie amont où les dépôts de sédiments fins sont les plus importants. Cette caractéristique, associée à une profondeur relativement importante (souvent supérieur à 1 m), confère à ce milieu une capacité d'accueil importante pour la faune piscicole, notamment pour les espèces lénitophiles (tanche, rotengle, bouvière…). Néanmoins, elle montre des signes de comblement et est progressivement colonisée par des algues filamenteuses. La sédimentation tend à s'homogénéiser au cours du temps le long de la zone en eau permanente, même si des processus érosifs permettant un auto-curage du bras ont été observés entre 2006 et 2007.

Potentiel d'évolution du site : pistes

Les vitesses sont déjà très élevées dans le chenal et les simulations d'augmentation de débit, comme sur la plupart des chenaux déjà restaurés, montrent qu'il ne faut pas attendre de gains d'habitat important pour de nouvelles augmentations raisonnables des débits minimum. En revanche, les observations réalisées depuis 2004 montrent que les crues ont encore un effet morphogène dans le Vieux-Rhône de Chautagne. La création de nouveaux bras courants, auto-entrenus si possibles (ex : étude hydraulique du potentiel d'épis obliques - déflecteurs), pourraient apporter des capacités d'accueil nouvelles pour certaines espèces, notamment pour les jeunes poissons (les lônes actuelles ne jouent pas ce rôle, annexe 2) et les invertébrés rhéophiles potentiellement présents (annexe 3). Au cours des trois dernières années, on observe une colonisation progressive des zones courantes par la renoncule aquatique qui occupe aujourd'hui des surfaces importantes sur les zones de reproduction des espèces de poissons rhéophiles. L'absence de connectivité longitudinale et de connexion avec des affluents est un frein notable à la recolonisation de ce secteur par des géniteurs de hotu et de vandoise. Un rétablissement des connexions avec les autres secteurs du Haut-Rhône serait probablement très bénéfique.

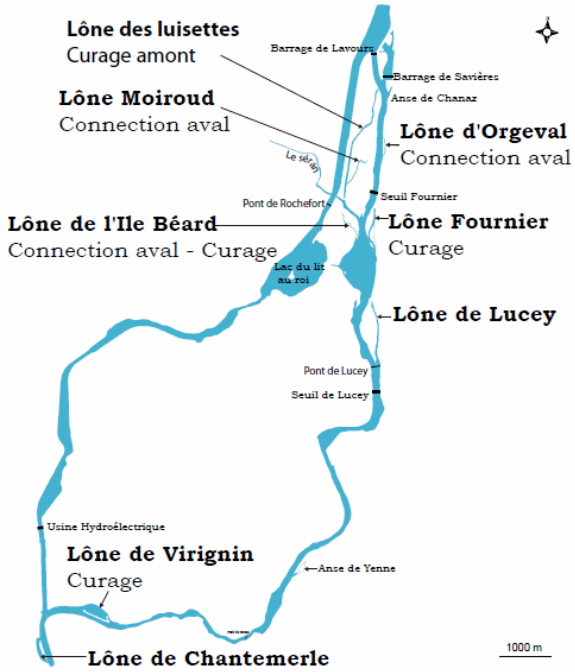
Comme dans les autres Vieux-Rhône, une gestion optimisée des vitesses de montée et de descente des débits lors des manœuvres de barrage de dérivation (Barrage de Motz) serait fortement conseillée. Il semble également que les éclusées du Haut-Rhône se déversent dans le Vieux-Rhône à certaines périodes, perturbations supplémentaires qui pourraient être caractérisées.

Secteur de Belley

Le vieux Rhône

Section court-circuitée de 17,2 km de long dont ~12 courants, comportant 3 seuils (Fournier PK 129 , Lucey PK 125,275, Yenne PK 117,900), alimenté par le barrage de Lavours et le Canal de Savières (connexion avec le Lac du Bourget) et recevant le Séran.

Lône Béard



La restauration

	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
Débit minimum <2005 (m3/s)	25			28			20			28		25
Vitesse (m/s)	*0.25*											
Débit minimum >2005 (m3/s)	60		90	100	90	80			60			
Vitesse (m/s)	*0.44*											

Neuf lônes ont été réhabilitées : l'Anse de Chanaz, la lône des Luisettes, la lône Moiroud, la lône Béard, la lône d'Orgeval, la lône Fournier, la lône de Lucey, l'Anse de Yenne, la lône de Virignin. L'objectif général à l'échelle du secteur était d'augmenter la diversité d'habitats au sein de la plaine alluviale en recréant différents types d'annexes fluviales. Le projet consistait à augmenter la surface en eau et à reconnecter les annexes au chenal courant, soit par les extrémités amont et aval, soit par l'aval uniquement. Pour certaines, le creusement du lit avait pour objectif d'augmenter l'alimentation par la nappe alluviale (Luisettes amont, Béard, Fournier). Pour d'autres, il s'agissait de recréer des chenaux secondaires plus ou moins courants (Lucey, Anse de Yenne). Dans l'ensemble, la suppression des bouchons alluviaux, l'amélioration des modalités de connexion au Vieux-Rhône et le re-creusement, par terrassement ou dragages, a pour but général d'augmenter les capacités d'accueil pour le frai

des poissons (brochet, …) et des amphibiens et de fournir des refuges aux organismes en période de crue.

Effets de la restauration

Augmentation de débit réservé : avant augmentation des débits réservés, le Vieux-Rhône de Belley présentait déjà une diversité d'habitats importante et abritait la plupart des espèces de poissons du Haut-Rhône. Les espèces typiques étaient bien représentées (cyprinidés rhéophiles, truite fario, ombre commun, lote, blénnie fluviatile…) et trouvaient dans ce secteur les habitats nécessaires à l'accomplissement de leur cycle vital. Par ailleurs, les changements hydrauliques observés à Belley sont plus faibles que ceux observés à Chautagne ou Pierre-Bénite. En conséquence, la modification des débits réservés en juillet 2005 n'a pas induit de changements majeurs dans la structure du peuplement en place. Les changements de compositions de peuplement de macroinvertébrés attendus après modification des débits réservés ne sont pas encore significatifs 4 ans après restauration (prédiction des modèles). Cependant, les tendances observées montrent que les taxons potentiellement favorisés par les augmentations de débits augmentent, phénomène renforcé par le retour d'espèces qui avaient disparues du secteur (plécoptères, certaines éphémères plates), alors que les proportions de taxons limnophiles (préférant les vitesses de courant faibles) diminuent. Ces tendances devraient s'affirmer sur le long terme.

Réhabilitation des lones : Les bras présentant continuellement ou fréquemment des écoulements vifs (Lucey, Anse de Yenne, Luisettes, Fournier,) sont régulièrement entretenus par les crues, cependant leur géométrie (ou celle du chenal principal) n'est pas toujours fixe La plupart de ces chenaux enregistrent ainsi une diminution de la hauteur d'eau moyenne indépendante du comblement par les sédiments fins. Les bras secondaires courants comme l'Anse de Yenne ont abrité immédiatement après restauration des espèces rhéophiles (truite par exemple) mais le ralentissement de l'écoulement consécutif au réajustement géomorphologique qui a suivi a plutôt conduit à une colonisation par des espèces moins liées aux forts courants (chevaine, vandoise, goujon). Dans les autres annexes, les processus de dépôt-érosion dépendent essentiellement de la fréquence et de l'intensité des crues et des retours d'eau. Ces lônes enregistrent également des processus de rajeunissement. L'analyse des peuplements (végétation aquatique, macroinvertébrés et poissons) met en évidence une diversité de types de fonctionnement à la fois en relation avec l'importance (relative) de l'alimentation phréatique et du degré de connectivité avec le Vieux-Rhône (augmentation de la richesse en Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères avec le degré de connectivité). Comme dans le Vieux Rhône, les espèces non-indigènes sont en augmentation après restauration. Les lônes connectées par l'aval au Vieux-Rhône, ne constituent pas, à Belley, des sites privilégiés pour la reproduction et le grossissement des juvéniles des espèces du Vieux-Rhône, soit parce qu'elles sont partiellement alimentées par des eaux phréatiques froides (Luisettes, Béard, Fournier) soit parce que l'accès est difficile (Moiroud, Luisettes). Tous les indicateurs utilisés mettent en évidence un état post-restauration transitoire.

Potentiel d'évolution du site : pistes

Le régime de débits réservés du site peut être considéré comme satisfaisant compte-tenu de la qualité des habitats aquatiques du Vieux-Rhône. Les indicateurs utilisés pour mesurer les effets des modifications de débits sur les peuplements de macroinvertébrés et de poissons montrent une tendance d'évolution dans le sens des attentes pour les macroinvertébrés et une situation plus stable en ce qui concerne le peuplement de poissons pour lesquels les

modifications, s'il doit y en avoir, ne seront appréciables que sur le long terme. Les données acquises sur les lônes restaurées montrent que la réhabilitation des annexes lentiques (non connectées en permanence à l'amont) a concerné des milieux essentiellement mésotrophes à méso-eutrophes, en général peu utilisés par les poissons. Une réflexion pourrait être menée pour réhabiliter des annexes avec des caractéristiques physico-chimiques différentes (moins d'alimentation phréatique, température estivale plus élevée…) et mieux connectées par l'aval au Vieux-Rhône. L'aménagement de ce secteur tressé a conduit progressivement à la disparition de la plupart des chenaux secondaires courants peu profonds, propices aux classes d'âges intermédiaires de plusieurs espèces de poissons rhéophiles. La réhabilitation de tels bras, sans augmentation de débit supplémentaire, pourrait également être une piste de restauration de l'habitat aquatique. Cette réflexion devrait être conduite dans le cadre de la réflexion sur la gestion des bancs afin de favoriser leur remise en mouvement et un meilleur transit sédimentaire.

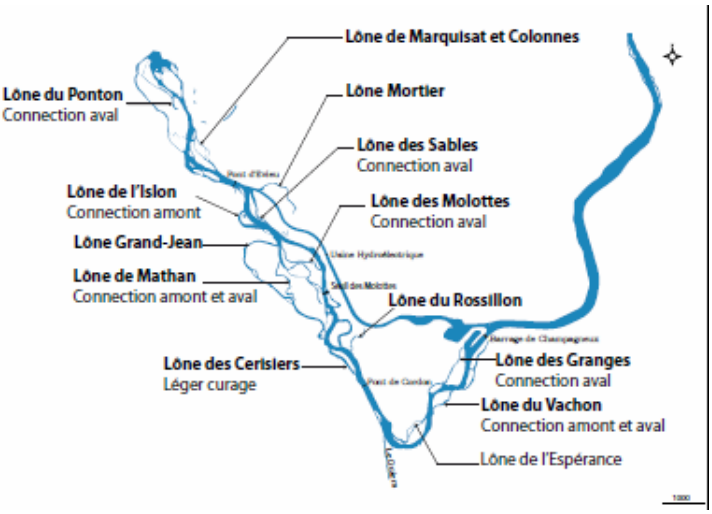
Une réflexion pourrait être menée sur une éventuelle amélioration de la qualité des habitats entrainée par une modification des caractéristiques des seuils artificiels du chenal non équipés à ce jour. Enfin, comme dans les autres Vieux-Rhône, une gestion optimisée des vitesses de montée et de descente des débits lors des manœuvres de barrage de dérivation (Barrage de Lavours) serait fortement conseillée.

Secteur de Brégnier-Cordon

Le vieux Rhône

Section court-circuitée de 11,4 km de long dont ~8 courants, comportant 1 seuil équipé d'une passe à poissons (seuil des Molottes PK 94,850), alimenté par le barrage de Champagneux et recevant le Guiers (affluent de rive gauche, confluence équipée d'une passe à poissons).

Lône du Ponton



La restauration

	Jan Fév Mars Avr Mai Juin Juil Août Sep Oct Nov Déc				
Débit minimum <2006 (m3/s) *Vitesse (m/s)*	80 *0.39*	100	150	100	80
Débit minimum >2006 (m3/s) *Vitesse (m/s)*	80 *0.39*	100	150	100	80

* à partir de juillet 2006 le débit minimum à l'aval du barrage de Champagneux est passé de 25 m3/s à 65 m3/s.

Neuf lônes ont été réhabilitées en 2005-2006 : la lône des Granges, la lône du Vachon, la lône des Cerisiers (qui reçoit la Bièvre), la lône Mattant, la lône des Molottes, la lône de l'Ilon, la lône des Sables, la lône Marquisat et Colonnes, la lône du Ponton. L'objectif général à l'échelle du site était augmenter la diversité d'habitats au sein de la plaine alluviale en recréant différents types d'annexes fluviales et d'améliorer la connexion avec la Bièvre au niveau de la lône des Cerisiers. Dans la plupart des cas, le projet consistait à augmenter la surface en eau et à reconnecter les annexes au chenal courant, soit par les extrémités amont et aval (Vachon, Mattant, Islon), soit par l'aval uniquement.

Dans l'ensemble, la suppression des bouchons alluviaux, l'amélioration des modalités de connexion au Vieux-Rhône ou au Rhône et le re-creusement, par terrassement ou dragages, a

pour but général d'augmenter les capacités d'accueil pour le frai des poissons (brochet, …) et des amphibiens et de fournir des refuges aux organismes en période de crue.

Effets de la restauration

Augmentation de débit réservé : L'augmentation du débit réservé est très partielle puisqu'elle ne concerne que l'amont du Vieux-Rhône et que la situation hydrologique de cette section est peu différente de la situation avant 2006. Les effets potentiels de cette augmentation de débit réservé sont donc peu perceptibles.

Réhabilitation des lones : Le nombre important de lônes réhabilitées et la diversité des modalités de connexion au chenal courant permettent de disposer d'un gradient de connectivité latérale intéressant. Aucun dépôt de sédiments fins n'est enregistré dans les chenaux secondaires courants (Vachon, Mattant) mais leur géométrie n'est toujours pas ajustée. Les espèces que l'on y observe (macroinvertébrés - éphéméroptères, plécoptères, trichoptères - et poissons) sont principalement des espèces rhéophiles, ces milieux constituent des milieux très complémentaires au chenal principal. La lône des Granges présente un bon potentiel d'auto-entretien. Seule la partie aval, où l'on observe l'essentiel des stocks sédimentaires, est connectée de manière permanente avec le Vieux-Rhône en débit réservé. Molottes et Ponton connectées par l'aval sont le siège d'une sédimentation fine importante. Les dépôts se structurent de manière uniforme et homogène sur le fond, soulignant clairement que ces lônes fonctionnent comme des « décanteurs » (pièges à sédiment). Sur Cerisiers, l'essentiel de la sédimentation post-travaux est observée sur la section restaurée du site, au droit de la confluence avec la Bièvre, soulignant que les effets des travaux ne seront peut être ici que peu durables. Certaines annexes possèdent des caractéristiques de température et de production primaire (milieux généralement eutrophes) qui en font des sites très favorables pour la reproduction des poissons et la croissance des jeunes stades de développement (Molottes et Ponton notamment). L'évolution post-restauration montre que les processus de sédimentation ne sont pas stables dans le temps et que les processus de colonisation par les espèces des milieux restaurés se poursuivent.

Potentiel d'évolution du site : pistes

Le régime de débits réservés est peu modifié par rapport à la situation antérieure et offrirait peu de gains d'habitat pour des augmentations raisonnables du débit. Les résultats acquis depuis 2006 mettent surtout en évidence la variabilité inter-annuelle de structure de peuplement et en particulier des succès de reproduction des différentes espèces. Les populations des espèces d'eau courante (ablette, barbeau, hotu, vandoise) semblent fonctionner correctement. On notera que l'Ombre commun est quasi-absent des échantillonnages réalisés, il y a pourtant une bonne capacité d'accueil dans le Vieux-Rhône pour cette espèce.

La réhabilitation des lônes, associée à la présence de lônes non-restaurées dans ce secteur offre une diversité d'habitats importante au sein de la plaine alluviale. Les suivis réalisés montrent que les milieux réhabilités évoluent progressivement depuis 2006. Les processus de sédimentation sont variables en fonction des degrés de connectivité. La colonisation des annexes restaurées par des espèces invasives (élodée de Nutall par exemple) est probablement un phénomène à surveiller en raison des densités importantes constatées certaines années. De tels développements ont probablement des conséquences importantes sur le fonctionnement écologique global de ces annexes. La question du rôle des espèces exogènes dans le

fonctionnement des communautés d'invertébrés aquatiques (dans le chenal et les annexes) est également une problématique sur laquelle il faudra engager des recherches.

Le secteur de Brégnier-Cordon, en raison de ses caractéristiques géomorphologiques et de son régime de débits réservés a toujours été considéré comme un secteur privilégié d'un point de vue écologique. Le programme de restauration a remis en connexion des milieux qui s'étaient atterris depuis la mise en service du barrage. Une des voies à explorer consiste à évaluer les bénéfices potentiels de la poursuite de la réhabilitation de nouvelles lônes tout en laissant évoluer les lônes actuellement restaurées.

Comme dans les autres Vieux-Rhône, une gestion optimisée des vitesses de montée et de descente des débits lors des manœuvres de barrage de dérivation (Barrage de Champagneux) serait fortement conseillée.

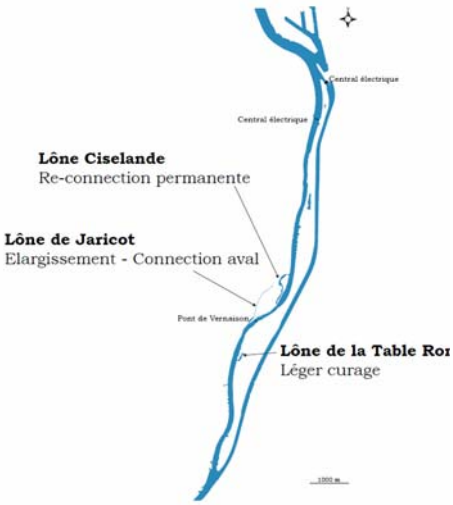
Secteur de Pierre-Bénite

Le vieux Rhône

Section court-circuitée de 10 kms de long dont ~5 courants, située juste à l'aval de Lyon en zone urbanisée. Seulement deux radiers marqués sont présents dans le chenal, dont un qui a été récemment réactivé à l'aval de la lône de Ciselande.

avant

après



La restauration

Premier secteur restauré en 2000, Pierre-bénite a vu son débit minimum multiplié par 10.

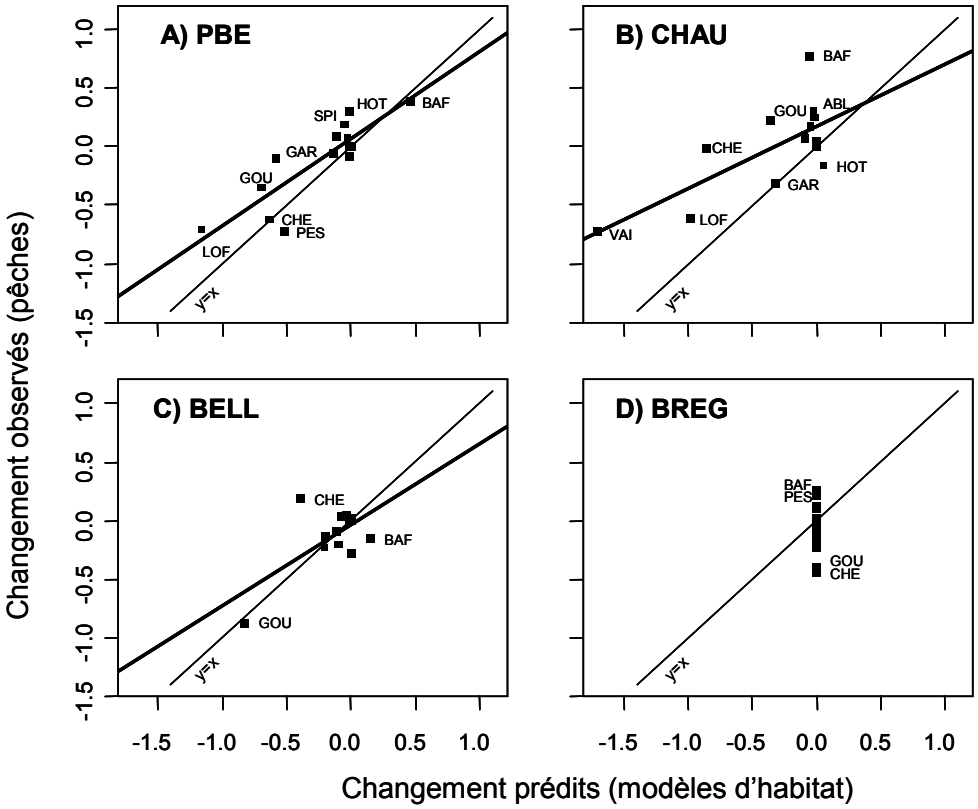
	Jan Fév Mars	Avr Mai Juin Juil Août	Sep Oct Nov Déc
Débit minimum <2000 (m3/s)	10	20	10
Vitesse (m/s)	*0.08*	*0.12*	*0.08*
Débit minimum >2000 (m3/s)	100		
Vitesse (m/s)	*0.36*		

Trois lônes ont été restaurés en 1999, avec pour principal objectif de favoriser une diversité de fonctionnement inter- et intra-lônes. Une a été reconnectée au fleuve en permanence (Ciselande), une élargie pour le passage des crues et reconnectée à l'aval (Jaricot) et une troisième curée (Table ronde). La lône de Jaricot a la particularité de se jeter dans le bassin de joutes de Vernaison.

Effets de la restauration

Augmentation de débit réservé : Le chenal de Pierre-Bénite est le site le plus démonstratif des effets de l'augmentation des débits. Suite au changement notable des vitesses, la proportion des poissons et des invertébrés typiques des eaux courantes a suivi (ex : proportions de barbeau fluviatile, hotu, ablette et vandoise passée de 15% à 42%). Le peuplement se rapproche ainsi des images avant aménagement, en accord fort avec les prédictions puisque

75% des changements de densités des principaux taxons de poissons et d'invertébrés ont pu être prédits avec succès. Le déclin de la vandoise a peut être été freiné, mais les augmentations de température auront probablement l'effet inverse.



Changements prédits et observés d'in indice de densité des espèces de poissons, à Pierre-Bénite (A) et sur les 3 sites restaurés du Haut-Rhone (B,C,D).

La réhabilitation des lônes : Les relevés sédimentaires et relevés de végétation dans les lônes de Pierre-Bénite reflètent que les opérations de restauration ont permis d'accroître la diversité de fonctionnement de ces milieux. Ainsi Ciselande est resté depuis la restauration un bras courant (hors étiage) avec des espèces typiques de ces milieux et une richesse spécifique satisfaisante du fait de l'hétérogénéité de ses habitats. La richesse a également augmenté dans la lône de Jaricot avec des espèces typiques des apports phréatiques, mais a diminué dans Table Ronde qui est dominé par des espèces typiques de milieux eutrophes et stagnants. Néanmoins, la pérennité des opérations de restauration pose question sur Ciselande compte tenu de l'évolution de la géométrie du lit du Rhône au droit de son entrée. Table ronde fonctionne en décanteur et enregistre une vitesse de comblement élevée. Un bouchon alluvial à matrice sableuse dominante, s'est rapidement mis en place au niveau de l'embouchure aval à la suite des travaux. Cette déconnexion du chenal principal s'accompagne d'une diminution de la diversité végétale. La sédimentation s'est ralentie au cours du temps et la dynamique de cette lône est bien celle qui avait été envisagée au départ. Concernant Ciselande, la ligne d'eau du vieux-Rhône au droit du site s'est abaissée d'une cinquantaine de cm entre 2002 et 2011 (données CNR), suite à l'érosion du seuil naturel situé au droit de l'extrémité aval du bras, entrainant une réduction consécutive du niveau d'eau dans le bras qui n'est plus alimenté aujourd'hui en débit réservé. La pérennité de ces reconnexions est ainsi posée

lorsque le chenal actif principal est potentiellement mobile. Tout comme Ciselande, Jaricot enregistre des processus de rajeunissement. Les dépôts sont plus importants à l'aval qu'à l'amont où la lône est plus courante en période de connexion amont et moins soumis à sédimentation lors des reflux aval car l'alimentation en eau souterraine (filtrat fluvial et nappe de versant) en limite la puissance. Cependant un autre point négatif non-anticipé est à noter concernant les développements végétaux dans le bassin de joutes qui demandent également un entretien régulier. Ils sont liés à la clarté des eaux drainées, chargées en nutriments même si les problèmes de pollutions ne sont que ponctuels sur le site.

La complémentarité chenal - lônes n'est pas évidente. Il semble néanmoins que les lônes fournissent quelques zones de croissance supplémentaires pour les espèces d'eau courante .... et le poisson-chat. L'évaluation des peuplements amphibiens a été compliquée par des actions non coordonnées.

Potentiel d'évolution du site : pistes

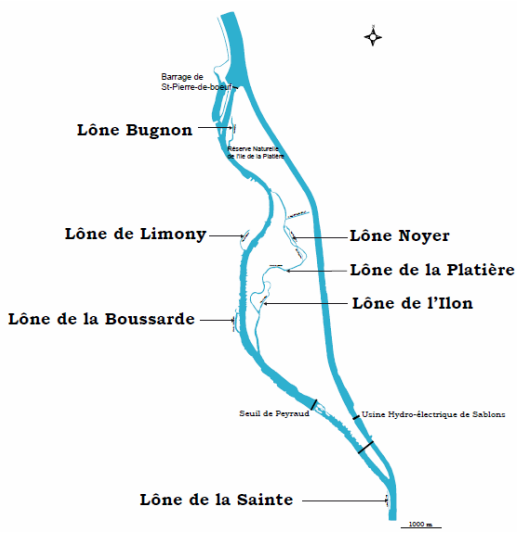
Les simulations d'augmentation de débit, comme sur la plupart des chenaux déjà restaurés, montrent qu'il ne faut pas attendre de gains d'habitat important pour de nouvelles augmentations raisonnables des débits minimum. A Pierre-Bénite, la population de vandoise en déclin ne justifie pas d'effort supplémentaire, sa régression étant probablement liée à la température.

Pérenniser ou améliorer la diversité des lônes, en tant que zones de croissance des poissons et habitats de végétation typique des eaux courantes, demandera sans doute de réfléchir à une solution permettant de maintenir durablement des niveaux d'eau et un débit d'alimentation acceptable dans la lône de Ciselande. Par ailleurs, une recharge sédimentaire dans ce secteur pourrait être judicieuse pour remonter le niveau de la ligne d'eau et répondre positivement à d'autres enjeux de revalorisation de l'habitat benthique sachant que ce site est fortement pavé. Une éventuelle modification de l'entrée de Jaricot, où des processus de rajeunissement sont observés, a été évoquée il y a quelques années mais ne semble pas a priori adaptée à modifier la situation hydraulique du bassin de joutes et de l'aval de la lône.

Secteur de Péage de Roussillon

Le vieux Rhône

Section court-circuitée de 12 km de long, comportant 1 seuil (Peyraud PK) et recevant le Limony. L'amont du Vieux-Rhône est courant sur 2,5 km, une courte zone courante existe immédiatement en aval du seuil de Peyraud.



La restauration

Restauration prévue en 2012.

	Jan Fév Mars	Avr Mai Juin Juil Août	Sep Oct Nov Déc
Débit minimum <2012 (m3/s) *Vitesse (m/s)*	10 *0.07*	20 *0.11*	10 *0.07*
Module/20 (m3/s) *Vitesse (m/s)*	53 *0.23*		
Module/10 (m3/s) *Vitesse (m/s)*	*105* *0.40*		

Les enjeux liés à la modification du régime de débits réservés dépassent celui de la préservation des milieux aquatiques superficiels : des enjeux sur la forêt alluviale ont été mis en avant ainsi que des enjeux sur les groupements amphibies d'hélophytes et de bas de grève. Le secteur est soumis à plusieurs impacts dont des pompages importants dans la nappe alluviale (entre 130,000 et 170,000 m3/j) et un réchauffement de l'eau induit par le fonctionnement du CNPE de Saint-Alban/Saint-Maurice l'Exil. Pour ces raisons le scénario proposé de modification des débits réservés est le suivant :

Le site de Péage-de-Roussillon est dans le périmètre de la Réserve Naturelle de l'île de la Platière. La lône de la Platière (1977, 1985) et les lônes connexes ont déjà fait l'objet de procédures de réhabilitation (lône du Noyer Nord, aval de la lône de l'Ilon en 2004). En 2012, la lône du Noyer Sud, totalement atterrie et perchée, a été recreusée et reconnectée. La lône de la Sainte devrait être réhabilitée fin 2012-début 2013. D'autres lônes (Boussarde, Bugnon, Limony) feront probablement l'objet de travaux prochainement.

Le Vieux-Rhône est bordé de casiers Girardon, un des enjeux du secteur est la remobilisation des sédiments stockés dans ces casiers via une déstructuration partielle des ouvrages.

Effets de la restauration

Potentiel d'évolution du site : pistes

La modification du régime de débits réservés du site peut être considérée comme un enjeu fort. Suite aux nombreux travaux d'acquisition de connaissances sur le site (Réserve Naturelle de l'île de la Platière), une définition précise des enjeux a pu être établie. Le peuplement de poissons du Vieux-Rhône a perdu les espèces les plus exigeantes (truite, vandoise …) mais conserve une richesse spécifique importante (23-25 espèces) et surtout des densités très importantes. La connexion avec le système de bras de la Platière offre aux poissons la possibilité d'utiliser une large gamme d'habitats. Les principales espèces d'eau courante sont l'ablette, le barbeau et le hotu. Ainsi, malgré la courte longueur courante du Vieux-Rhône, la modification des débits réservés devrait apporter des modifications hydrauliques notables tout en mettant à disposition de ces espèces des surfaces d'habitats favorables plus importantes.

La réhabilitation des annexes devrait augmenter la connectivité latérale entre les milieux et constituer à termes un ensemble d'habitats complémentaires intéressant.

Secteur de Baix-le-Logis-Neuf

Le vieux Rhône

Section court-circuitée courte de ~8 kms de long dont ~2.5 courants, comportant plusieurs radiers dans le chenal. Reçoit la Payre en rive droite.

fleuverhone.voila.net

La restauration

Restauration prévue en 2014.

	Jan Fév Mars	Avr Mai Juin Juil Août	Sep Oct Nov Déc
Débit minimum <2014 (m3/s)	10	20	10
Vitesse (m/s)	*0.12*	*0.20*	*0.12*
Module/20 (m3/s)		73	
Vitesse (m/s)		*0.48*	

Effets de la restauration

Potentiel d'évolution du site : pistes

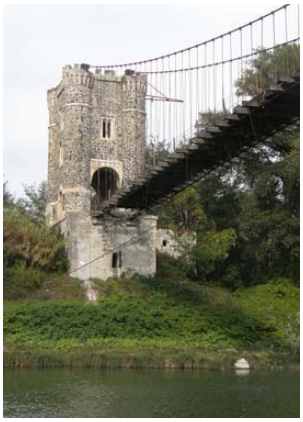
Les simulations d'augmentation de débit dans le chenal suggèrent un fort potentiel d'évolution des habitats, malgré la faible longueur du vieux Rhône. Au vu des faibles débits actuels, un fort contraste hydraulique est attendu après restauration des débits, de l'ordre de celui observé à Pierre-Bénite. Les peuplements de poissons, actuellement plutôt caractéristiques de petits cours d'eau (vairon, loche franche) devraient évoluer en faveur des espèces de grands fleuves qui sont présentes dans le site.

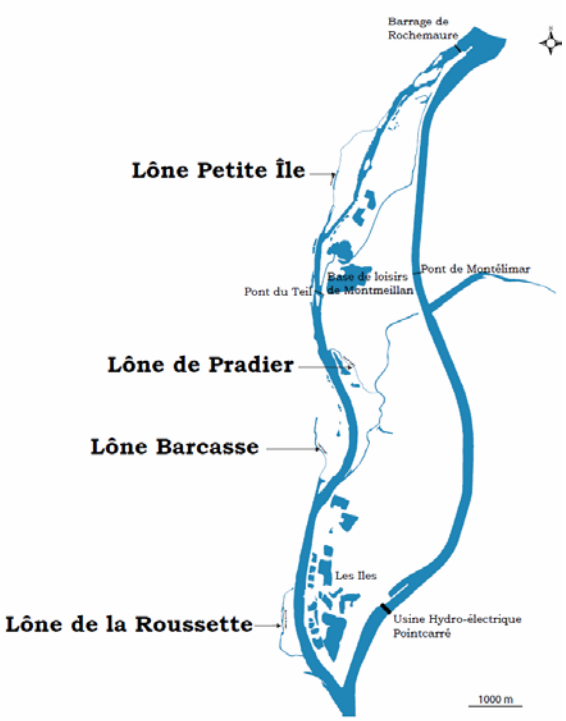
Les lônes du secteur n'ont pas été étudiées par notre groupe. Les connexions avec les contre-canaux et affluents jouent probablement un rôle intéressant sur les assemblages du site.

Secteur de Montélimar

Le vieux Rhône

Section court-circuitée de ~13 kms de long dont ~7 courants, comportant de nombreux radiers dans le chenal, avec une diversité de lônes relativement faible. Reçoit le Roubion en rive gauche.





La restauration

Restauration prévue en 2014.

	Jan Fév Mars Avr Mai Juin Juil Août Sep Oct Nov Déc
Débit minimum <2014 (m3/s) *Vitesse (m/s)*	15 à 60 suivant le débit du Rhône *0.14 à 0.35*
Module/20 (m3/s) *Vitesse (m/s)*	75 *0.40*

Effets de la restauration

Potentiel d'évolution du site : pistes

Les simulations d'augmentation de débit suggèrent qu'il faut s'attendre à des gains d'habitat moindres à Montélimar qu'à Donzère ou à Baix-le-Logis-Neuf, du fait de la morphologie moins originale du site, du niveau de débit actuel et des peuplements en place. En particulier,

le secteur présente les densités et la richesse taxonomique en macroinvertébrés les plus faibles parmi les secteurs du Bas-Rhône avant restauration. Un total de 11 espèces exogènes font partie du cortège faunistique et certaines sont très bien implantées.

Néanmoins la longueur du site est un atout ; les zones courantes et peu profondes sont propices aux juvéniles des espèces de poissons d'eau courante (hotu, ablette) et les habitats plus profonds et courants abritent une population de hotus intéressante, qu'une augmentation de débit devrait favoriser.

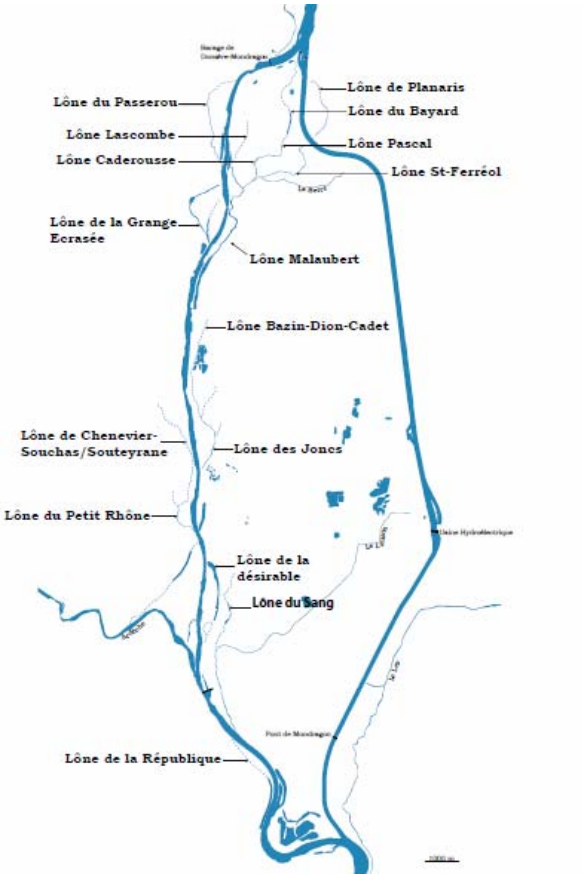
Les études avant-restauration à Montélimar ne suggèrent pas de fort potentiel biologique des lônes du secteur. La lône de la Roussette néanmoins, aujourd'hui atterrie à l'amont et partiellement à l'aval, montre un potentiel biologique qui pourra être favorisé par la restauration et le passage des crues. L'aval de la lône est pauvre en poissons mais possède quelques taxons de macroinvertébrés rhéophiles.

La complémentarité lône-chenal apparaît donc faible et à potentiel faible sur le secteur, où il faudra peut être rechercher ailleurs le potentiel d'une diversité d'habitats latéraux connectés (casiers & affluent).

Secteur de Donzère-Mondragon

Le vieux Rhône

La plus longue section court-circuitée du Rhône, avec ~29 kms de long dont ~19 courants, comportant de nombreux radiers marqués dans le chenal et une diversité de lônes importante. Elle reçoit l'Ardèche en rive droite.



La restauration

Restauration prévue en 2014.

	Jan Fév Mars Avr Mai Juin Juil Août Sep Oct Nov Déc
Débit minimum <2014 (m3/s) *Vitesse (m/s)*	60 *0.44*
Module/20 (m3/s) *Vitesse (m/s)*	75 *0.50*

Effets de la restauration

Potentiel d'évolution du site : pistes

Le vieux Rhône de Donzère est un vieux Rhône à fort potentiel, très original du point de vue morphologique et biologique. Sa partie courante est longue et possède plus de radiers que les autres sites du bas Rhône. Les peuplements de poissons du site sont également les plus originaux du bas Rhône (fortes proportions d'espèces d'eau vive et d'eau courante, présence récente et fort potentiel pour les migrateurs, apron signalé). C'est également à Donzère que les modèles d'habitat indiquent des forts gains pour les augmentations de débit. C'est donc un site pour lequel il y a encore à attendre d'augmentations de débit.

Les nombreuses lônes du secteur offrent un potentiel varié. La restauration de milieux lotiques pourrait re-créer des zones de croissances des poissons rhéophiles et limiter le développement de macrophytes invasives. Elle devrait être néanmoins ciblée pour conserver des zones typiques des milieux stagnants qui renforcent la diversité du site. Par exemple, l'amont de la lône de Malaubert est remarquable par un riche assemblage de Coléoptères de milieux stagnants ; l'aval de la lône des joncs est un milieu aquatique temporaire possédant deux espèces de gastéropodes uniques et caractéristiques de milieux pouvant s'exonder.

Le secteur est peut être le moins figé du bas Rhône, notamment autour de la confluence avec l'Ardèche, et ceci pourrait être encore favorisé en jouant sur les contraintes latérales (casiers Girardon, enrochements) et/ou en influant sur le travail des crues par épis. Une réflexion globale sur les possibilité de réhabilitation de la confluence avec l'Ardèche serait intéressante.

Annexes thématiques

A.2 Les poissons du chenal

code - Vieux Rhône	Station	Position	groupes_pêches	an_début	an_fin	nb_pêches
AIN - Rivière d'Ain	AIN	Pt Blyes à confluence	AIN	1991	1995	2
ARD - Rivière Ardêche	ARD	Voguë à Lanas	ARD	1990	2010	10
CE - Chautagne	CHAUC	aval barrage	CHAUC_a	1985	1985	1
			CHAUC_b	1999	2003	4
			CHAUC_c	2004	2010	7
	CHAUD	Malourdie	CHAUD_a	1985	1995	9
			CHAUD_b	1996	2003	8
			CHAUD_c	2004	2010	7
	CHAUE	aval RCC	CHAUE_a	1985	1995	9
			CHAUE_b	1996	2003	8
			CHAUE_c	2004	2010	7
	CHAUI	Mathy	CHAUI_b	1999	2003	4
			CHAUI_c	2004	2010	7
BY - Belley	BELLD	amont Lucey 1	BELLD_a	1985	1997	8
	BELLM	aval Lucey 1	BELLM_a	1985	1997	8
	BELLO	amont Lucey 2	BELLO_b	2003	2004	2
			BELLO_c	2005	2010	6
	BELLP	aval Lucey 2	BELLP_b	2003	2004	2
			BELLP_c	2005	2010	6
BC - Brégnier-Cordon	BREGD	amont Molottes 1	BREGD_a	1985	1997	13
	BREGJ	aval Molottes 1	BREGJ_a	1985	1997	13
	BREGV	amont Molottes 2	BREGV_b	2004	2005	2
			BREGV_c	2006	2010	5
	BREGW	aval Molottes 2	BREGW_b	2004	2005	2
			BREGW_c	2006	2010	5
MI - Miribel-Jonage	JONS	ensemble de 4 sites	MI_a	1995	1995	1
			MI_b	2007	2010	4
PB - Pierre Bénite	PBE	ensemble	PBE_b	1995	1999	5
			PBE_c	2001	2010	10
PR - Péage de Roussillon	PEAGD	amont	PEAGD_a	1985	1995	22
			PEAGD_b	1996	2010	25
	PEAGH	ensemble	PEAGH_b	2007	2010	4
MO - Montélimar	RHO	ensemble	RHO_b	2006	2010	5
LN - Baix le Logis Neuf	LN	ensemble	LN_b	2010	2010	1
DM - Donzère-Mondragon	DM	ensemble	DM_b	2008	2010	3

A.1 Vieux Rhône, codes associés (CNR) et stations de pêches associées.

Des groupes de pêches (stations X périodes) sont également définis dans chaque vieux Rhône, les suffixes _a, _b, et _c renvoyant à trois périodes : avant l'état initial (a), l'état initial (b) et le post-augmentation de débit (c). Les acronymes de types CE1 ou CE2 utilisés dans le rapport désignent les périodes pré et post-restauration sur un aménagement, soit respectivement l'ensemble des pêches de suffixe _b et l'ensemble des pêches de suffixe _c.

A.3 Invertébrés du Chenal

Annexe A.3.1 Abondance, densité et richesse des invertébrés du chenal dans le secteur de **Chautagne** au cours des campagnes d'échantillonnage pre-restauration (2002) et post-restauration (n+2 : 2006, n+4 : 2008, n+5 : 2009 et n+6 : 2010).

					Pre-R			Post-R n+2			Post-R n+4			Post-R n+5						Post-R n+6			
E/C/O/F				**Taxons**	**Code**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**	**P**		**E**	**Tot**		
Plathelminthes																							
Turbellaria																							
Tricladida																							
			Dendrocoelidae	*Dendrocoelum lacteum*	DLAC		62	7	**69**		2	**2**											
			Dugesiidae	*Dugesia polychroa-lugubris*	DUPL		11	23	**34**		3	**3**	1	**1**									
				Dugesia tigrina	DTIG		52	1293	**1345**		35	**35**	15	45	**60**	9	21						
30	21	587	**608**																				
				Dugesia spp.	DUSP						4	**4**	1	**1**									
			Planariidae	*Polycelis nigra-tenuis*	PONT		52	15	**67**		4	**4**	3		**3**								
Annelida																							
Hirudinea																							
Arhynchobdellida																							
			Erpobdellidae	*Erpobdella octoculata*	EOCT		8	4	**12**		1	**1**	3	**3**	4	1	**5**						
				Erpobdella spp.	ERSP							1	**1**										
Rhynchobdellida																							
			Glossiphoniidae	*Glossiphonia complanata*	GCOM		10		**10**						1		**1**						
				Helobdella stagnalis	HSTA					1		**1**	13	**13**									
				Theromyzon tessulatum	TTES										1		**1**						
			Piscicolidae	*Piscicola geometra*	PGEO		2		**2**														
Mollusca																							
Bivalvia																							
Veneroida																							
			Corbiculidae	*Corbicula fluminea*	CFLU				1	19	**20**	4	13	**17**	7	83	**90**						
805	269	**1074**																					
			Dreissenidae	*Dreissena polymorpha*	DPOL		148	110	**258**	11	180	**191**	62	29	**91**	27							
35	**62**	61	30	**91**																			
			Sphaeriidae	*Pisidium* spp.	PISP		1		**1**	1	1	**2**	1	**1**									
				Sphaerium spp.	SPSP		10		**10**				1	**1**	1		**1**			5			
				Sphaeriidae	SPHA			62	**62**	1		**1**											
				Bivalvia	BIVA										23	**23**	20	1	**21**				
Gastropoda																							
Ectobranchia																							
			Valvatidae	*Valvata cristata*	VCRI		9	2	**11**	2		**2**						1					
				Valvata macrostoma	VMAC												1	**1**					
				Valvata piscinalis	VPIS			2	**2**														
				Valvata spp.	VASP		10	3	**13**														
Neotaenioglossa																							
			Bithyniidae	*Bithynia tentaculata*	BTEN		1	2	**3**														
				Bithynia sp.	BITH		2		**2**	1	**1**												
			Hydrobiidae	*Potamopyrgus antipodarum*	PANT		68	6	**74**	30	58	**88**	89	298	**387**	70							
194	**264**	363	388	**751**																			
Neritopsina																							

			Neritidae	*Theodoxus fluviatilis*	TFLU						2	**2**	2	7	**9**	26	46						
72	49	405	**454**																				
		Pulmonata																					
			Ancylidae	*Ancylus fluviatilis*	AFLU	102	593	**695**	8	43	**51**	1198		1002	**2200**	188	967						
1155		3231	1216	**4447**																			
			Lymnaeidae	*Radix auricularia*	RAUR										1		**1**						
10		**10**																					
				Radix balthica-labiata	RABL	2	3	**5**	1			**1**											

						Pre-R						Post-R n+2						Post-R n+4						Post-R n+5						Post-R n+6		
		E/C/O/F		Taxons	Code	P	E	Tot	P	E	Tot	P	E	Tot	P	E	Tot	P	E	Tot	P	E	Tot	P	E	Tot	P	E	Tot	P	E	Tot
				Radix spp.	RASP	9	1	**10**					72		**72**		2	**2**													
				Lymnaeidae	LYMN												2	**2**													
21	6	**27**																														
			Physidae	*Physella acuta*	PACU	45	7	**52**		1	**1**		95		**95**	1	27	**28**													
33	17	**50**																														
				Physidae	PHYS		1	**1**		1	**1**	1	4	**5**																	
			Planorbidae	*Gyraulus parvus*	GPAR																							4	16		
				Gyraulus albus	GALB	1	1	**2**																							
				Gyraulus spp.	GYSP				1	9	**10**																				
				Planorbidae	PLAN	3	4	**7**		2	**2**						1	**1**	3	1											
				Gastropoda ind.	GAST								253		**253**	12	334	**346**													
173	4301	**4474**																														
	Arthropoda																															
	Arachnida																															
		Acaria																														
				Hydracarina	ACAR	61	27	**88**	1	38	**39**	8	44		**52**	26	21	**47**	3	14											
	Crustacea																															
		Amphipoda																														
			Gammaridae	*Gammarus fossarum*	GFOS	111	485	**596**	3	6	**9**	16		77	**93**	11	11														
22	70	15	**85**																													
				Gammarus pulex	GPUL	113	224	**337**	1	5	**6**	15		30	**45**	5		**5**	21												
				Gammarus spp.	GASP	1457	1278	**2735**	2	3	**5**	53		10	**63**	37	9														
46	40	3	**43**																													
			Pontogammaridae	*Dikerogammarus villosus*	DVIL					221	88	**309**		155	90	**245**	143														
123	**266**	563	361	**924**																												
				Gammaridae-Pontogammaridae		GAPO					155	94		**249**	297	231	**528**															
238	159	**397**	588	262	**850**																											
		Isopoda																														
			Asellidae	*Asellus aquaticus*	AAQU	21	6	**27**	1	1	**2**	2		**2**																	
				Asellidae	ASEL							4	**4**																		
			Janiridae	*Jaera istri*	JIST							9	**9**			1	**1**	4	4	**8**											
	Insecta																															
		Coleoptera																														
			Dryopidae	*Dryops* spp.	DRSP	2	1	**3**	38	14	**52**	4	11		**15**	10	1	**11**	9	1											
			Dytiscidae	*Agabus* spp.	AGSP														1												

| | | |

			Simuliidae	Simuliidae	SIMU	2422	279	**2701**	61	918	**979**	1307	993	**2300**	110	6106	**6216**						
4014	4645	**8659**																					
			Tabanidae	Tabanidae	TABA	1	24	**25**	4	3	**7**		1	**1**		1	**1**	1				**1**	
			Tipulidae	*Tipula* sp.	TIPA													76	2			**78**	
				Tipulidae	TIPU	4		**4**		1	**1**	2	3	**5**		1	**1**						
				Diptera ind.	DIPT								1		**1**								
	Ephemeroptera																						
			Baetidae	*Baetis fuscatus*	BFUS	1941	685	**2626**	179	729	**908**	208		387	**595**		553						
553	1163	361	**1524**																				
				Baetis lutheri	BLUT										6		**6**						
				Baetis rhodani	BRHO		4	**4**					4	**4**	56		**56**	1					
				Baetis vardarensis	BVAR	595	396	**991**	8	80	**88**	84		123	**207**	326	113						
439	107	8	**115**																				
				Baetis spp.	BASP	1652	2059	**3711**	84	510	**594**	697	4113	**4810**	208	4088	**4296**						
1168	680	**1848**																					
				Cloeon dipterum	CDIP																	1	
				Baetidae	BAET				8		**8**	52	8	**60**									
			Caenidae	*Caenis macrura*	CMAC																		
35	53	**88**																					
				Caenis luctuosa	CLUC	64	377	**441**	32	199	**231**	8	12	**20**	13	1	**14**	2		1			
				Caenis luctuosa-macrura	CALM								14		**14**	30	10						
40																							
				Caenis rivulorum	CRIV	38		**38**	9		**9**	6		**6**	3		**3**	2					
				Caenis spp.	CASP	14	366	**380**	10	463	**473**		686	**686**	1	1	**2**	3		6			
			Ephemerellidae	*Serratella ignita*	SIGN	921	1	**922**	457	3	**460**	166		1	**167**	175							
175	568	1	**569**																				
			Heptageniidae	*Ecdyonurus gp. helveticus*	EHEL	1		**1**															
				Heptagenia sulphurea	HSUL	532	1542	**2074**	1	255	**256**		55		100	**155**	8						
64	**72**	176	156	**332**																			
				Heptagenia spp.	HESP	1	117	**118**	1	73	**74**	9	344	**353**	35	248	**283**						
23	273	**296**																					
				Rhithrogena semicolorata	RSEM								1		**1**	15							
15																							
				Rhithrogena spp.	RHPS		1	**1**							5		**5**						
				Heptageniidae	HEPT	1		**1**		23	**23**							1					
			Leptophlebidae	*Habrophlebia lauta*	HLAU	1		**1**	1		**1**												

						Pre-R			**Post-R n+2**			**Post-R n+4**				**Post-R n+5**							**Post-R n+6**
		E/C/O/F			**Taxons**	**Code**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**		
			Potamanthidae	*Potamanthus luteus*	PLUT	854	3003	**3857**	18	3567	**3585**	115		357	**472**	236	276						
512	290	2560	**2850**																				
				Ephemeroptera ind.	EPHE		2	**2**														1	
		Heteroptera																					
			Corixidae	*Micronecta* spp.	MISP		4	**4**	2		**2**											1	

			Hydrometridae	*Hydrometra* sp.	HYDRO					1		**1**							
		Megaloptera																	
			Sialidae	*Sialis* spp.	SISP	2		**2**											
		Odonata																	
			Calopterygidae	*Calopteryx splendens*	CSPL			3	**3**		1	**1**							
				Calopteryx spp.	CALO							1	**1**						
			Gomphidae	Gomphidae	GOMP														
				Odonata	ODON								1	1	**2**				
		Plecoptera																	
			Leuctridae	*Leuctra gp. fusca*	LFUS	7		**7**											
				Leuctra spp.	LESP	121	12	**133**	18	2	**20**	20	27	**47**	9	2			
11	69	2	**71**																
				Leuctridae	LEUC			14		**14**	1	**1**	11		**11**				
			Nemouridae	*Amphinemura* spp.	AMSP							2 2	**4**	2		**2**		2	
				Protonemura spp.	PRSP							2	**2**						
			Perlodidae	*Isoperla* sp.	ISSP									1		**1**			
			Taeniopterygidae	*Brachyptera* sp.	BRSP									2		**2**			
				Plecoptera ind.	PLEC							4	**4**						
		Trichoptera																	
			Glossosomatidae	*Glossosoma boltoni*	GBOL	3		**3**				2	24	**26**		20			
20	20	39	**59**																
				Glossosoma spp.	GLSP	2	1	**3**				18	26	**44**		3	**3**	53	
			Goeridae	*Goera pilosa*	GPIL	1	5	**6**	1	1	**2**	2	**2**	1	2	**3**	4	1	
				Silo nigricornis	SNIG							1	**1**						
			Hydropsychidae	*Hydropsyche angustipennis*	HANG						3	**3**							
				Hydropsyche contubernalis	HCON	52	1141	**1193**	3	957	**960**	336	893	**1229**	165				
611	**776**	67	324	**391**															
				Hydropsyche exocellata	HEXO	129	1130	**1259**	27	530	**557**	74	159	**233**	22				
156	**178**	145	127	**272**															
				Hydropsyche incognita	HINC	23	171	**194**	8	104	**112**	61	47	**108**	51				
145	**196**	52	116	**168**															
				Hydropsyche modesta	HMOD	2	116	**118**		25	**25**								
				Hydropsyche siltalai	HSIL	29	498	**527**	2	4	**6** 8			**8**	11	34			
45	38	1	**39**																
				Hydropsyche spp.	HYSP	3253	5196	**8449**	28	4796	**4824**	226	4961	**5187**	152	1594			
1746		81	1422	**1503**															
			Hydroptilidae	*Allotrichia pallicornis*	APAL							1		**1**					
				Hydroptila spp.	HDSP	26	167	**193**	3	299	**302**	77	584	**661**	144	967			
1111		151	757	**908**															
				Hydroptilidae	HYPS												2		
			Leptoceridae	*Athripsodes albifrons*	AALB	11		**11**							1		**1**		
				Athripsodes spp.	ATSP		14	**14**		25	**25**						1		
				Ceraclea dissimilis	CDIS	64	3	**67**				8	**8**	3		**3**			
33	7	**40**																	
				Ceraclea spp.	CESP	16	26	**42**		49	**49**	1	**1**		14	**14**	8	2	
				Mystacides azurea	MAZU										1	**1**		1	
				Mystacides spp.	MYSP		1	**1**											
				Oecetis notata	ONOT							1	**1**						
				Oecetis testacea	OTES	1		**1**											

				Pre-R			Post-R n+2			Post-R n+4			Post-R n+5			Post-R n+6			
E/C/O/F			Taxons	Code	P	E	Tot	P	E	Tot	P	E	Tot	P	E	Tot	P	E	Tot
			Oecetis spp.	OESP			2	**2**										1	
			Setodes punctatus	SPUN			1	**1**		23	**23**	11		**11**	4	3	**7**		
			Setodes spp.	SETO			1	**1**											
			Leptoceridae	LEPT		1	25	**26**		9	**9**	4	11	**15**		7	**7**	5	41
		Limnephilidae	*Limnephilus germanus-lunatus*				LIGL							1		**1**			
		Polycentropodidae	*Holocentropus dubius*			HDUB											1	**1**	
			Polycentropus flavomaculatus				PFLA		98	**98**		1	**1**	1	1	**2**			
			Polycentropus spp.			POSP		12	**12**										
			Polycentropodidae		POLY	11	69	**80**											10
		Psychomyiidae	*Psychomyia pusilla*		PPUS	276	6560	**6836**	120	4692	**4812**	1833		2114	**3947**	2716	3026		
5742	1995	4536	**6531**																
			Tinodes sp.		TISP										1		**1**		
		Rhyacophilidae	*Rhyacophila s. stricto* spp.		RHSP		442	271	**713**	5	26	**31**		19	95	**114**	36		
29 **65**	105	129	**234**																
			Rhyacophilidae		RHYA	148		**148**	20	27	**47**	34		7	**41**		17		
17																			
		Sericostomatidae	*Sericostoma personatum-flavicorne*				SEPF							1		**1**			
			Sericostoma sp.		SESP		1	**1**											
			Trichoptera ind.		TRIC							1		**1**					
			Richesse taxonomique surestimée					84	84	**107**	59	68		**81**	68	75	**95**		
69 66	**87**	74	71	**87**															
			Richesse taxonomique corrigée					67	65	**80**	49	56		**66**	55	59	**74**		
58 52	**68**	59	57	**70**															
			Abondance			45048	35396	**80444**	10898	25918	**36816**	38595		46510	**85105**	42159	38927		
81086	51372	52324	**103696**																
			Densité par m2			45048	35396	**40222**	10898	25918	**18408**	38595		46510	**42552,5**	42159	38927		
40543	51372	52324	**51848**																

Annexe A.3.2 Abondance, densité et richesse des invertébrés du chenal dans le secteur de **Belley** au cours des campagnes d'échantillonnage pré-restauration (2002) et post-restauration (n+3 : printemps et été 2009 ; n+5 : printemps et été 2011) ; avec E/C/O/F : Embranchement/Classe/Ordre/Famille ; Pre-R : Pré-restauration ; Post-R : Post-restauration ; P : Printemps ; E : été.

				Pre-R			Post-R n+2			Post-R n+4			Post-R n+6		
E/C/O/F		**Taxons**	**Code**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**
Plathelminthes															
Turbellaria															
Acoela	Acoela	ACOE											2	2	
Tricladida															
Dendrocoelidae	*Dendrocoelum lacteum*	DLAC	16	90	106			29			29	61	2	63	
Dugesiidae	*Dugesia polychroa-lugubris*	DUPL	31	61	92		1	1	2	2	4	19	2	21	
	Dugesia tigrina	DTIG	149	1038	1187	5	98	103		52	3384	3436	842	717	1559
	Dugesiidae sp1	DUSP1										5	5	10	
	Dugesia spp.	DUSP				2	4	6							
Planariidae	*Polycelis nigra-tenuis*	PONT	13	24	37			1		1	2	13	4	17	
	Turbellaria	TURB											7	7	
Annelida															
Hirudinea															
Arhynchobdellida															
Erpobdellidae	*Erpobdella octoculata*	EOCT	3	5	8		1	1	6	29	35	27	10	37	
	Erpobdella testacea	ETES										1		1	
	Erpobdella spp.	ERSP		3	3					14	14	45	5	50	
Rhynchobdellida															
Glossiphoniidae	*Glossiphonia complanata*	GCOM		3	3					2	2	2		2	
	Helobdella stagnalis	HSTA										17		17	
	Hemiclepsis marginata	HMAR	1		1										
	Theromyzon tessulatum	TTES								1	1				
	Hirudinea	ACHA										2		2	
Polycheata															
Ampharedidae	*Hypania invalida*	HINV				45		45		391	1115	1506	823	41	864
Mollusca															
Bivalvia															
Veneroida															

				Pre-R		Post-R n+2			Post-R n+4			Post-R n+6			
E/C/O/F		**Taxons**	**Code**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**
Corbiculidae	*Corbicula fluminea*	CFLU				12	60	72	132	172	304	60	38	98
Dreissenidae	*Dreissena polymorpha*	DPOL	82	14	96	5	2	7	2	10	12	5	2	7
Sphaeriidae	*Pisidium* spp.	PISP	4		4	2		2	2		2	7		7
	Sphaerium spp.	SPSP							1	6	7	7		7
	Sphaeriidae	SPHA		3	3								3	3
	Bivalvia	BIVA							25	61	86			
Gastropoda														
Ectobranchia														
Valvatidae	*Valvata cristata*	VCRI							1		1	4	1	5
	Valvata piscinalis	VPIS	2		2									
	Valvata spp.	VASP	8		8	1	1	2				4		4
Neotaenioglossa														
Bithyniidae	*Bithynia tentaculata*	BTEN										1		1
	Potamopyrgus antipodarum	PANT	9		9	56	40	96	276	1757	2033	356	114	470
Neritopsina														
Neritidae	*Theodoxus fluviatilis*	TFLU	9	6	15	6	30	36	25	125	150	201	137	338
Pulmonata														
Ancylidae	*Ancylus fluviatilis*	AFLU	43	271	314	30		30	48	524	572	174	85	259
Lymnaeidae	*Radix auricularia*	RAUR									2		2	
	Radix balthica-labiata	RABL	2		2									
	Radix spp.	RASP	3	1	4	1		1	1	1	4		4	
	Lymnaeidae	LYMN									12		12	
Physidae	*Physella acuta*	PACU	3	2	5			1	4	5	5		5	
	Physidae spp.	PHSP				1		1						
Planorbidae	*Gyraulus parvus*	GPAR						7		7	2		2	
	Gyraulus spp.	GYSP	3		3						2		2	
	Planorbidae	PLAN	7		7									
	Gastropoda ind.	GAST	2		2		1	1	110	4850	4960	124	515	639
Arthropoda														
Arachnida														
Acaria	Hydracarina	ACAR	5	1	6	2	6	8	4	22	26	24	5	29

				Pre-R			Post-R n+2			Post-R n+4			Post-R n+6		
E/C/O/F		**Taxons**	**Code**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**
Amphipoda															
Gammaridae	*Gammarus fossarum*	GFOS	2266	3523	5789	1309	99	1408	996	531	1527	4291	367	4658	
	Gammarus pulex	GPUL	67	68	135	89	32	121	40	13	53	92	12	104	
	Gammarus spp.	GASP	17999	20561	38560	100	123	223	82	41	123	2333	99	2432	
Pontogammaridae	*Dikerogammarus villosus*	DVIL				159	51	210	177	201	378	291	41	332	
	Gammaridae-Pontogammaridae	GAPO				3565	263	3828	3361	953	4314	13598	349	13947	
Isopoda															
Asellidae	*Asellus aquaticus*	AAQU	160	7	167	4		4			4	1	5		
	Asellidae	ASEL	23		23			1		1	1	1	2		
Insecta															
Coleoptera															
Dryopidae	*Dryops* spp.	DRSP	1	2	3	1		1			2	1	3		
	Dryops spp.	DRSPa	1		1				1	1					
Dytiscidae	*Bidessus* spp.	BIDEa	6		6										
Elmidae	*Elmis* spp.	ELSP	34	26	60		1	1 5	20	25	10	2	12		
	Elmis spp.	ELSPa	1	1	2	1	1	2				1	1		
	Esolus spp.	ESSP	1058	505	1563	15	221	236	62	269	331	68	108	176	
	Esolus spp.	ESSPa	84	1	85	2	10	12	1	1	2		4	4	
	Limnius spp.	LISP	63	35	98	1	4	5	6	6	5	1	6		
	Limnius sp.	LISPa									1		1		
	Oulimnius sp.	OUSP						1		1					
	Riolus spp.	RISP	3	1	4				13	13	1		1		
	Riolus spp.	RISPa							2	2		1	1		
Gyrinidae	*Orectochilus villosus*	OVIL		48	48		6	6 2	33	35		12	12		
Haliplidae	*Haliplus* spp.	HASP							1	1	1		1		
	Haliplus sp.	HASPa		1	1										
Hydraenidae	*Hydraena* sp.	HYDRAa		1	1										
Diptera															
Athericidae	*Atrichops crassipes*	ACRA	1	1	2				2	2	2		2		
Ceratopogonidae	Ceratopogoninae	CERA	12	4	16	1	1	2 6	3	9	10		10		
	Dasyheleinae	DASY							1	1					

				Pre-R		Post-R n+2			Post-R n+4			Post-R n+6		
E/C/O/F		**Taxons**	**Code**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E Tot**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**
Chironomidae	Chironomini	CHSP	35	35	70	1206	99	1305	78	81	159	1107	3	1110
	Orthocladiinae	ORTH	12698	9153	21851	39035	15376	54411	43299	22156	65455	41076		
16622 57698														
	Tanypodinae	TANY	1116	10	1126	126	143	269	70	21	91	454	18	472
	Tanytarsini	TASP	505	73	578	1225	177	1402	141	796	937	4950	615	5565
Empididae	Clinocerinae	CLIN	3		3			1	1	2	1		1	
	Hemerodromiinae	HEME	40		40	6	39	45	18	26	44	7	9	16
Limoniidae	*Antocha vitripennis*	AVIT	2	5	7		1	1 1		1	1		1	
	Dicranota sp.	DICR						1		1				
	Eriopterini	ERIO					1	1			3		3	
	Hexatoma	HEXA				17		17						
	Pediciini	PESP		1	1									
Scatophagidae	Scatophagidae	SCATO									1		1	
Simuliidae	Simuliidae	SIMU	224	460	684	318	369	687	263	1656	1919	6521	911	7432
Tabanidae	Tabanidae	TABA	3	3	6									
Tipulidae	Tipulidae	TIPU	5	4	9	4	2	6 1		1	1		1	
	Tipula spp.	TIPA									7		7	
	Diptera	DIPT						1		1				
Ephemeroptera														
Baetidae	*Acentria ephemerella*	AEPH		1	1									
	Baetis fuscatus	BFUS	328	863	1191	484	281	765	16	600	616	406	416	822
	Baetis rhodani	BRHO	21	3	24	10	5	15	30		30	24	4	28
	Baetis vardarensis	BVAR	36	107	143	1	1	2 20	4	24	34	5	39	
	Baetis spp.	BASP	379	1754	2133	327	237	564	289	1629	1918	3632	1361	4993
	Baetidae	BAET	4		4									
	Centroptilum luteolum	CLUT				1		1						
	Cloeon dipterum	CDIP		2	2									
Caenidae	*Caenis luctuosa*	CLUC	24	1	25		24	24	13	16	29		1	1
	Caenis luctuosa-macrura	CALM				4		4 2	6	8		9	9	
	Caenis macrura	CMAC				10		10				8	23	31
	Caenis pseudorivulorum	CPSE					1	1	1	1	1		1	
	Caenis rivulorum	CRIV	7		7	3	5	8 1	1	2		5	5	
	Caenis spp.	CASP	42	8	50	3	11	14		4	4	1	6	7

				Pre-R			Post-R n+2			Post-R n+4			Post-R n+6		
E/C/O/F		**Taxons**	**Code**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**
Ephemerellidae	*Serratella ignita*	SIGN	2190	2	2192	482	3	485		2119		2119	472	7	479
	Ephemerellidae	EPHEM					1	1							
Heptageniidae	*Epeorus* sp.	EPSP		1	1										
	Electrogena quadrilineata	EQUA						1			1				
	Heptagenia spp.	HESP		7	7	11	469	480		107	280	387	66	144	210
	Heptagenia sulphurea	HSUL	175	75	250	66	82	148		275	130	405	40	85	125
	Rhithrogena semicolorata	RSEM						2			2				
	Rhithrogena spp.	RHPS											6	6	
	Heptageniidae	HEPT		3	3								424	424	
Leptophlebidae	*Habroleptoides* sp.	HABR						1			1				
	Habrophlebia sp.	HAPS					1	1							
Potamanthidae	*Potamanthus luteus*	PLUT	767	239	1006	415	2702	3117		963	1197	2160	343	2162	2505
	Ephemeroptera ind.	EPHE					1	1				1		1	
Heteroptera															
Corixidae	*Micronecta* spp.	MISP	10	10	20	1		1		18	18	8		8	
Gerridae	*Gerris* sp.	GESP		1	1										
Mesoveliidae	*Mesovelia* sp.	MESP	1		1										
Odonata															
Calopterygidae	*Calopteryx* sp.	CALO								1	1				
Coenagrionidae	Coenagrionidae	COEN		2	2										
Gomphidae	*Onychogomphus* sp.	ONSP								1	1				
Plecoptera															
Leuctridae	*Leuctra* spp.	LESP	214	2	216	34	5	39		25	14	39	108	2	110
Nemouridae	*Amphinemura* spp.	AMSP											3	3	
	Nemoura sp.	NESP						1			1				
	Protonemura spp.	PRSP						2			2				
	Nemouridae	NEMO	1		1										
Perlodidae	*Isoperla* sp.	ISSP						2			2				
	Plecoptera ind.	PLEC	1		1	1	3	4	2	1	3				
Taeniopterygidae	*Rhabdiopteryx* sp.	RHAB						1			1				
Trichoptera															
Glossosomatidae	*Glossosoma boltoni*	GBOL	32	1	33		18	18		1		1	28	8	36

			Pre-R				Post-R n+2			Post-R n+4			Post-R n+6		
E/C/O/F		**Taxons**	**Code**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**
	Glossosoma spp.	GLSP	45	1	46	14	37	51	1	6	7	89	55	144
	Agapetus spp.	AGAP					3	3 1		1				
Goeridae	*Goera pilosa*	GPIL									1		1	
	Silo nigricornis	SNIG					5	5	14	14		9	9	
	Goeridae	GOER				1	1	2	1	1	280		280	
Hydropsychidae	*Hydropsyche contubernalis*	HCON	69	43	112	44	303	347	47	116	163	13	13	26
	Hydropsyche exocellata	HEXO	68	51	119	2	8	10	9	23	32	1	12	13
	Hydropsyche incognita	HINC	1	1	2		1	1 3	9	12		1	1	
	Hydropsyche modesta	HMOD	30	17	47				1	1				
	Hydropsyche siltalai	HSIL	12	1	13		14	14	3	546	549	6	124	130
	Hydropsyche spp.	HYSP	252	141	393	20	854	874	14	664	678	536	148	684
Hydroptilidae	*Hydroptila* spp.	HDSP	9	306	315	24	36	60	141	1437	1578	819	83	902
Leptoceridae	*Athripsodes albifrons*	AALB	20		20	1	6	7 2	3	5	4		4	
	Athripsodes cinereus	ACIN	1		1						7		7	
	Athripsodes spp.	ATSP	1		1		1	1	118	118		6	6	
	Ceraclea dissimilis	CDIS	33		33	1		1 1	1	2				
	Ceraclea spp.	CESP	5	1	6			4	25	29	2	5	7	
	Mystacides azurea	MAZU							1	1				
	Mystacides spp.	MYSP									2		2	
	Oecetis spp.	OESP							3	3				
	Leptoceridae	LEPT		5	5				35	35	1	1	2	
Polycentropodidae	*Polycentropus flavomaculatus*	PFLA		1	1									
	Polycentropus sp.	POSP		1	1									
Psychomyiidae	*Psychomyia pusilla*	PPUS	42	730	772	83	500	583	404	4327	4731	646	639	1285
Rhyacophilidae	*Rhyacophila s. stricto* spp.	RHSP	235	44	279	21	6	27	6	16	22	107	17	124
	Rhyacophilidae	RHYA				6	5	11		1	1	1		1
Sericostomatidae	*Sericostoma* spp.	SESP					3	3						
	Trichoptera ind.	TRIC	10	1	11									
	Richesse taxonomique		61	60	**72**	49	49	**61**	63	61	**80**	68	55	**76**
	Abondance		41870	40477	**82347**	49422	22896	**72318**	54232	50158	**104390**	85377		
26657	**112034**													
	Densité par m2 41870		40477	**41174**	49422	22896	**36159**	54232	50158	**52195**	85377	26657		
56017														

Annexe A.3.3 Abondance, densité et richesse des invertébrés du chenal dans le secteur de **Brégnier-Cordon** au cours des campagnes d'échantillonnage pré-restauration (2002) et post-restauration (n+3 : printemps et été 2009 ; n+5 : printemps et été 2011) ; avec E/C/O/F : Embranchement/Classe/Ordre/Famille ; Pre-R : Pré-restauration ; Post-R : Post-restauration ; P : Printemps ; E : été.

					Pre-R			Post-R	n+3		Post-R
E/C/O/F	**Taxons**	**Code**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**
Plathelminthes											
Turbellaria											
Acoela	Acoela	ACOE							3	23	26
Tricladida											
	Dendrocoelidae	*Dendrocoelum lacteum*		DLAC	22	19	41	94	38	132	469
	Dugesiidae	*Dugesia polychroa-lugubris*		DUPL		450	85	535		58	58
		Dugesia tigrina		DTIG	128	334	462	131	2901	3032	1514
		Dugesiidae_sp1		DUSP1							19
		Dugesia spp.	DUSP	12	3	15					2
	Planariidae	*Polycelis nigra-tenuis*		PONT	3	2	5	6	55	61	269
		Turbellaria	TURB								8
Annelida											
Hirudinea											
Arhynchobdellida											
	Erpobdellidae	*Erpobdella octoculata*		EOCT	8	27	35	23	30	53	22
		Erpobdella testacea		ETES	2	1	3				
		Erpobdella spp.		ERSP	2	1	3	1	14	15	86
Rhynchobdellida											
	Glossiphoniidae	*Glossiphonia complanata*		GCOM	74	11	85	1	15	16	93
		Glossiphonia heteroclita		GHET		1	1				
		Glossiphoniidae		GLOS	7		7				
		Helobdella stagnalis		HSTA	4	28	32				1
		Hemiclepsis marginata		HMAR	1		1		1	1	
		Theromyzon tessulatum		TTES					1	1	
		Hirudinea	ACHA								65
	Piscicolidae	*Piscicola geometra*		PGEO					1	1	1
Polycheata											
	Ampharedidae	*Hypania invalida*		HINV				29	69	98	2928

					Pre-R			Post-R	n+3		Post-R
E/C/O/F	**Taxons**	**Code**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**
Mollusca											
Bivalvia											
Veneroida											
	Corbiculidae	*Corbicula fluminea*		CFLU	112	108	220	50	127	177	334
	Dreissenidae	*Dreissena polymorpha*		DPOL	1		1		7	7	48
	Sphaeriidae	*Pisidium* spp.		PISP	37		37	4		4	9
		Sphaerium spp.		SPSP				1	8	9	17
		Sphaeriidae	SPHA	57	9	66					
		Bivalvia	BIVA					129	129		
Gastropoda											
Ectobranchia											
	Valvatidae	*Valvata cristata*		VCRI				2	1	3	17
		Valvata piscinalis		VPIS					14	14	
		Valvata spp.	VASP	9		9	3	1	4	20	6
Neotaenioglossa											
	Bithyniidae	*Bithynia* sp.	BITH		1	1					
	Hydrobiidae	*Bithynella* sp.		BISP		1	1				
		Potamopyrgus antipodarum			PANT	265	79	344	49	350	399
Neritopsina											
	Neritidae	*Theodoxus fluviatilis*		TFLU	381	386	767	375	672	1047	1024
Pulmonata											
	Ancylidae	*Ancylus fluviatilis*		AFLU	4580	361	4941	23	192	215	2799
	Lymnaeidae	*Radix balthica-labiata*		RABL	2		2				
		Radix spp.	RASP	1	1	2					
	Physidae	*Physa fontinalis*		PFON	1		1				
		Physella acuta		PACU	3		3				
	Planorbidae	*Anisus* sp.	ANSS							1	
		Gyraulus albus		GALB					1	1	14
		Gyraulus parvus		GPAR							
		Hippeutis complanatus		HCOM							1
		Planorbidae	PLAN				1		1		4
		Gastropoda ind.		GAST				1	543	544	495

				Pre-R			Post-R	n+3		Post-R	n+5
E/C/O/F	**Taxons**	**Code**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**
Arthropoda											
Arachnida											
Acaria		Hydracarina	ACAR				1	57	58	19	168
Crustacea											
Amphipoda											
	Gammaridae	*Gammarus fossarum*		GFOS	4243	6323	10566	2055	2139	4194	13358
		Gammarus pulex		GPUL	70	19	89	40	66	106	268
		Gammarus spp.		GASP	75496	16857	92353	451	669	1120	1796
	Pontogammaridae	*Dikerogammarus villosus*		DVIL				134	57	191	115
		Gammaridae-Pontogammaridae			GAPO				6993	1090	8083
Decapoda											
	Cambaridae	*Orconectes limosus*		OLIM		1	1				
Isopoda											
	Asellidae	*Asellus aquaticus*		AAQU	6		6	3	3	6	167
		Proasellus coxalis		PCOX							
		Asellidae	ASEL				1		1	109	69
	Janiridae	*Jaera istri*	JIST							3	
Insecta											
Coleoptera											
	Dryopidae	*Dryops* spp.	DRSP	1		1	1		1		
	Dytiscidae	*Hydroporus* sp.		HYDRO	1		1				
	Elmidae	*Elmis* spp.	ELSP	268	115	383	43	89	132	197	296
		Elmis spp.	ELSPa	20	2	22	1	2	3	2	20
		Esolus spp.	ESSP	1159	759	1918	160	235	395	528	455
		Esolus spp.	ESSPa	27	29	56		1	1	11	50
		Limnius spp.	LISP	93		93	22	22	44	30	32
		Limnius spp.	LISPa	1		1				1	
		Oulimnius spp.		OUSP	34	3	37	1	1	2	10
		Oulimnius sp.		OUSPa		1	1				

						Pre-R			Post-R	n+3	
E/C/O/F	**Taxons**	**Code**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**
		Riolus spp.	RISP	10		10	1		1	2	8
	Gyrinidae	*Orectochilus villosus*		OVIL		26	26	3	23	26	
	Haliplidae	*Haliplus* spp.		HASP							
	Hydraenidae	*Hydraena* sp.		HYDRAa	1		1				
		Coleoptera ind.		COLE		3	3	1		1	
	Hydrophilidae	*Laccobius* spp.		LASP							1
Diptera											
	Anthomyidae	Anthomyidae		ANTH		1	1				
	Athericidae	*Atherix* spp.	ATHE	4		4					
		Atrichops crassipes		ACRA					1	1	1
	Ceratopogonidae	Ceratopogoninae		CERA	40	5	45	2		2	8
		Dasyheleinae		DASY	1		1				
	Chironomidae	Chironomini	CHSP	1370	98	1468	184	78	262	618	807
		Orthocladiinae		ORTH	24839	1747	26586	38141	19515	57656	58598
		Tanypodinae	TANY	69	2	71	28	7	35	10	40
		Tanytarsini	TASP	975	70	1045	38	356	394	1862	6726
	Dolichopodidae	Dolichopodidae		DOLI	2		2				
	Empididae	Clinocerinae	CLIN	5		5				28	1
		Hemerodromiinae		HEME	63	110	173	19	42	61	10
	Ephydridae	Ephydridae	EPHY					2	2		
	Limoniidae	*Antocha vitripennis*		AVIT	52	7	59	11	3	14	6
		Dicranota spp.		DICR	4		4				1
		Eriopterini	ERIO	1	1	2					1
		Pediciini	PESP		1	1					
		Limoniidae	LIMO				4		4		
	Psychodidae	Psychodidae	PSSP	2		2					
	Simuliidae	Simuliidae	SIMU	381	49	430	66	276	342	1862	1373
	Tabanidae	Tabanidae	TABA	1	1	2		1	1		2
	Tipulidae	Tipulidae	TIPU	14	3	17					
		Tipula spp.	TIPA							4	6

					Pre-R			Post-R	n+3		Post-R
E/C/O/F	**Taxons**	**Code**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**
Ephemeroptera											
	Baetidae	*Baetis fuscatus*		BFUS	118	309	427	15	824	839	227
		Baetis liebenaue		BLIE							2
		Baetis lutheri		BLUT							
		Baetis rhodani		BRHO	73	24	97	8	8	16	27
		Baetis vardarensis		BVAR	99	12	111	7	99	106	92
		Baetis spp.	BASP	240	340	580	72	2085	2157	694	7453
		Baetidae	BAET				2		2		
		Procloeon bifidum		PBIF					1	1	
	Caenidae	*Caenis luctuosa*		CLUC	3	1	4	1	8	9	
		Caenis luctuosa-macrura		CALM				3	17	20	1
		Caenis macrura		CMAC							42
		Caenis pseudorivulorum		CPSE							1
		Caenis rivulorum		CRIV	7		7	1		1	1
		Caenis spp.	CASP	12	1	13		13	13	6	35
	Ephemerellidae	*Serratella ignita*		SIGN	314	17	331	63	2	65	109
		Torleya major		TMAJ				6	1	7	1
		Ephemera danica		EDAN	2		2				
		Ephemera lineata		ELIN	3		3				
	Heptageniidae	*Ecdyonurus gp. venosus*		EVEN	2	4	6	1	1	2	
		Ecdyonurus spp.		ECSP		11	11	4		4	
		Epeorus spp.	EPSP								6
		Heptagenia spp.		HESP		15	15	34	216	250	72
		Heptagenia sulphurea		HSUL	28	12	40	123	122	245	67
		Rhithrogena beskidensis-savoiensis		RHBV		29		29			
		Rhithrogena semicolorata		RSEM				90		90	
		Rhithrogena savoiensis		RHSA							1
		Rhithrogena spp.		RHPS	4	58	62	75		75	
		Heptageniidae		HEPT		13	13	1	2	3	
	Leptophlebidae	*Habroleptoides* sp.		HABR							
		Habrophlebia lauta		HLAU	1		1				

						Pre-R			Post-R	n+3
E/C/O/F	**Taxons**	**Code**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**
		Habrophlebia sp.		HAPS				1		1	
	Potamanthidae	*Potamanthus luteus*		PLUT	105	257	362	148	155	303	57
		Ephemeroptera ind.		EPHE							
Heteroptera											
	Corixidae	Corixinae	CORN							1	
		Micronecta spp.		MISP	139	64	203		124	124	1
	Mesovelidae	*Mesovelia* spp.		MESP	2		2				
Neuroptera											
	Sisyridae	*Sisyra* sp.	SISY								1
Odonata											
	Calopterygidae	*Calopteryx splendens*		CSPL					3	3	
		Calopteryx sp.		CALO					1	1	
	Cordulegastridae	*Cordulegaster boltoni*		CBOL							
	Gomphidae	*Gomphus* spp.		GOSP							
		Onychogomphus forcipatus			OFOR						
		Onychogomphus spp.		ONSP							
		Gomphidae	GOMP								1
Plecoptera											
	Leuctridae	*Leuctra* spp.	LESP	202	4	206	80		80	115	8
		Leuctridae	LEUC		3	3					
	Nemouridae	*Amphinemura* spp.		AMSP							
		Nemoura spp.		NESP		2	2	1		1	
		Nemouridae	NEMO		1	1					5
	Perlidae	*Dinocras cephalotes*		DCEP	1		1				
		Dinocras spp.		DISP	2		2				
	Perlodidae	Perlodidae	PERLO		1	1					1
		Plecoptera ind.		PLEC							
Trichoptera											
	Ecnomidae	*Ecnomus tenellus*		ETEN							
	Glossosomatidae	*Glossosoma boltoni*		GBOL	75	4	79		3	3	17
		Glossosoma spp.		GLSP	20	1	21				43

							Pre-R			Post-R	n+3
E/C/O/F	**Taxons**	**Code**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**	**P**	**E**	**Tot**
	Goeridae	*Goera pilosa*	GPIL		4	4		2	2	3	5
		Silo nigricornis		SNIG					16	16	
		Goeridae	GOER	28		28				17	1
	Hydropsychidae	*Hydropsyche angustipennis*			HANG	1		1			
		Hydropsyche contubernalis			HCON	46	45	91	1	24	25
		Hydropsyche exocellata		HEXO	2	1	3		6	6	2
		Hydropsyche incognita		HINC	5	7	12	3	10	13	7
		Hydropsyche modesta		HMOD	16	9	25				
		Hydropsychae pellucidula		HPEL							1
		Hydropsyche siltalai		HSIL	108		108	1	5	6	17
		Hydropsyche spp.		HYSP	143	17	160		224	224	443
	Hydroptilidae	*Agraylea sexmaculata*		ASEX					1	1	
		Agraylea sp.	AGRA					1	1		
		Hydroptila spp.		HDSP	12	47	59	24	1064	1088	75
	Lepidostomatidae	*Lepidostoma hirtum*		LHIR							
	Leptoceridae	*Athripsodes albifrons*		AALB	48		48	5	26	31	59
		Athripsodes cinereus		ACIN							2
		Athripsodes spp.		ATSP	3	3	6	3	36	39	1
		Ceraclea albimaculata		CALB							3
		Ceraclea spp.		CESP					2	2	2
		Mystacides azurea		MAZU					1	1	
		Mystacides sp.		MYSP							
		Oecetis notata		ONOT				1		1	
		Oecetis ochracea		OOCH							
		Oecetis spp.	OESP								4
		Setodes argentipunctellus		SARG					3	3	
		Setodes punctatus		SPUN	1		1	1	9	10	
		Leptoceridae	LEPT		1	1		28	28	3	23
	Limnephilidae	*Limnephilus germanus-lunatus*		LIGL			64	64	1		1
		Limnephilidae		LIMN				1		1	1
	Psychomyiidae	*Psychomyia pusilla*		PPUS	113	244	357	229	3247	3476	1306
		Tinodes dives		TDIV	1		1				
	Rhyacophilidae	*Rhyacophila s. stricto* spp.			RHSP	122	4	126	13	7	20
		Rhyacophilidae		RHYA	37		37		8	8	
	Sericostomatidae	*Sericostoma* spp.		SESP					1	1	
		Trichoptera ind.		TRIC	1		1				
		Richesse taxonomique			78	61	**87**	58	68	**79**	74
		Abondance		117583	29291	**146874**	50217	38369	**88586**	122329	106724
		Densité par m2			58792	14646	**36719**	50217	38369	**29529**	122329

Annexe A.3.4 Catégorie de rhéophilie des différents taxons rencontrés dans l'ensemble des échantillons "lône" et "chenal" du suivi scientifique du programme de restauration du Rhône. Les données qui ont permis d'affecter les catégories sont issues 1) de publications (Doledec et al. 2007 ou Mérigoux et al. 2009), 2) d'ouvrage (Tachet et al. 2006), et/ou 3) des données acquises dans le cadre du programme dans les lônes ou dans le chenal. Les catégories sont détaillées dans le Tableau 2.3.6.

Taxons	**Rhéophilie**	**Catégorie**	**Source**
Acentria ephemerella	limnophile	cat 2	Rhône Lônes
Agapetus spp.	indéterminé	cat 7	
Agraylea spp.	limnophile	cat 1	Tachet et al. 2006 + Rhône Lônes
Allotrichia pallicornis	Intermediaire	cat 3	Tachet et al. 2006 + Rhône Chenal
Amphinemura spp.	rheophile	cat 4	Tachet et al. 2006
Ancylus fluviatilis	rheophile	cat 5	Mérigoux et al. 2009
Anopheles spp.	limnophile	cat 2	Tachet et al. 2006
Anthomyidae	ubiquiste	cat 6	Tachet et al. 2006
Antocha vitripennis	ubiquiste	cat 6	Mérigoux et al. 2009
Asellidae	Intermediaire	cat 3	Mérigoux et al. 2009
Asellus aquaticus	Intermediaire	cat 3	Mérigoux et al. 2009
Atherix sp.	Intermediaire	cat 3	Tachet et al. 2006 + Rhône Chenal
Athripsodes albifrons	ubiquiste	cat 6	Mérigoux et al. 2009
Athripsodes cinereus	ubiquiste	cat 6	Rhône Chenal
Athripsodes spp.	ubiquiste	cat 6	Rhône Chenal
Atrichops crassipes	Intermediaire	cat 3	Dolédec et al. 2007
Atyaephyra desmarestii	limnophile	cat 2	Tachet et al. 2006
Baetidae	indéterminé	cat 7	
Baetis fuscatus	ubiquiste	cat 6	Mérigoux et al. 2009
Baetis lutheri	rheophile	cat 5	Mérigoux et al. 2009
Baetis vardarensis	rheophile	cat 5	Mérigoux et al. 2009
Baetis rhodani	rheophile	cat 5	Mérigoux et al. 2009
Baetis spp.	rheophile	cat 4	Mérigoux et al. 2009
Bidessus spp.	limnophile	cat 1	Rhône Lônes
Bithynella sp.	rheophile	cat 4	Tachet et al. 2006 + Rhône Chenal
Bithynia sp.	limnophile	cat 1	Rhône Lônes
Bithynia tentaculata	limnophile	cat 1	Rhône Lônes
Bivalvia	indéterminé	cat 7	
Brachyptera risi	rheophile	cat 5	Dolédec et al. 2007
Brachyptera sp.	rheophile	cat 5	Tachet et al. 2006 + Rhône Chenal
Caenis horaria	limnophile	cat 1	Rhône Lônes
Caenis luctuosa	Intermediaire	cat 3	Mérigoux et al. 2009
Caenis rivulorum	ubiquiste	cat 6	Mérigoux et al. 2009
Caenis luctuosa-macrura	Intermediaire	cat 3	Mérigoux et al. 2009
Caenis macrura	limnophile	cat 1	Rhône Lônes
Caenis spp.	Intermediaire	cat 3	Mérigoux et al. 2009
Calopteryx splendens	limnophile	cat 1	Rhône Lônes
Calopteryx spp.	limnophile	cat 2	Rhône Lônes
Centroptilum luteolum	limnophile	cat 2	Dolédec et al. 2007
Ceraclea dissimilis	ubiquiste	cat 6	Mérigoux et al. 2009
Ceraclea spp.	ubiquiste	cat 6	Mérigoux et al. 2009
Ceraclea albimacula-albogutatta	indéterminé	cat 7	
Ceratopogoninae	ubiquiste	cat 6	Mérigoux et al. 2009
Chelicorophium curvispinum	Intermediaire	cat 3	Tachet et al. 2006 + Rhône Chenal
Cheumatopsyche lepida	rheophile	cat 4	Tachet et al. 2006 + Rhône Chenal
Chironominae	indéterminé	cat 7	
Chironomini	Intermediaire	cat 3	Mérigoux et al. 2009
Chloroperla spp.	limnophile	cat 2	Dolédec et al. 2007
Clinocerinae	rheophile	cat 4	Dolédec et al. 2007
Cloeon dipterum	limnophile	cat 1	Rhône Lônes
Coenagrionidae	limnophile	cat 1	Rhône Lônes
Coleoptera ind.	indéterminé	cat 7	

Taxons	Rhéophilie	Catégorie	Source
Corbicula fluminea	ubiquiste	cat 6	Mérigoux et al. 2009
Crangonyx pseudogracilis	limnophile	cat 2	Tachet et al. 2006
Dasyheleinae	limnophile	cat 2	Tachet et al. 2006
Dendrocoelum lacteum	ubiquiste	cat 6	Mérigoux et al. 2009
Dicranota sp.	ubiquiste	cat 6	Mérigoux et al. 2009
Dinocras cephalotes	rheophile	cat 4	Dolédec et al. 2007
Dinocras sp.	rheophile	cat 4	Rhône Chenal
Dikerogammarus villosus	Intermediaire	cat 3	Rhône Chenal
Diptera ind.	indéterminé	cat 7	
Dixa spp.	rheophile	cat 4	Tachet et al. 2006
Dolichopodidae	limnophile	cat 2	Tachet et al. 2006
Dreissena polymorpha	rheophile	cat 5	Mérigoux et al. 2009
Dryops spp.	ubiquiste	cat 6	Rhône Chenal
Dugesia polychroa-lugubris	rheophile	cat 5	Mérigoux et al. 2009
Dugesia spp.	rheophile	cat 4	Rhône Chenal
Dugesia tigrina	rheophile	cat 4	Mérigoux et al. 2009
Ecdyonurus gp. *helveticus*	rheophile	cat 4	Rhône Chenal
Ecdyonurus gp. *venosus*	rheophile	cat 4	Dolédec et al. 2007
Ecdyonurus spp.	rheophile	cat 4	Rhône Chenal
Ecnomus tenellus	limnophile	cat 2	Tachet et al. 2006 + Rhône Chenal
Electrogena quadrilineata	limnophile	cat 2	Tachet et al. 2006
Elmis spp.	rheophile	cat 5	Mérigoux et al. 2009
Empididae	limnophile	cat 2	Rhône Lônes
Epeorus sp.	rheophile	cat 5	Dolédec et al. 2007
Ephemera lineata	limnophile	cat 2	Tachet et al. 2006 + Rhône Lônes
Ephemeroptera ind.	indéterminé	cat 7	
Ephemerellidae	indéterminé	cat 7	
Ephoron virgo	indéterminé	cat 7	
Eriopterini	ubiquiste	cat 6	Mérigoux et al. 2009
Erpobdella octoculata	ubiquiste	cat 6	Mérigoux et al. 2009
Erpobdella spp.	ubiquiste	cat 6	Rhône Chenal
Erpobdella testacea	ubiquiste	cat 6	Rhône Chenal
Esolus spp.	rheophile	cat 5	Mérigoux et al. 2009
Euleuctra geniculata	Intermediaire	cat 3	Tachet et al. 2006 + Rhône Chenal
Forcipomyinae	indéterminé	cat 7	
Gammarus fossarum	ubiquiste	cat 6	Mérigoux et al. 2009
Gammarus pulex	ubiquiste	cat 6	Mérigoux et al. 2009
Gammarus spp.	ubiquiste	cat 6	Mérigoux et al. 2009
Gammarus roeselii	indéterminé	cat 7	
Gammarus tigrinus	ubiquiste	cat 6	Rhône Chenal
Gammaridae-Pontogammaridae	Intermediaire	cat 3	Rhône Chenal
Gastropoda ind.	indéterminé	cat 7	
Gerris sp.	limnophile	cat 1	Rhône Lônes
Glossiphonia complanata	ubiquiste	cat 6	Mérigoux et al. 2009
Glossiphonia heteroclita	indéterminé	cat 7	
Glossiphoniidae	indéterminé	cat 7	
Glossosoma boltoni	ubiquiste	cat 6	Mérigoux et al. 2009
Glossosoma spp.	ubiquiste	cat 6	Mérigoux et al. 2009
Goera pilosa	ubiquiste	cat 6	Mérigoux et al. 2009
Goeridae	ubiquiste	cat 6	Mérigoux et al. 2009
Gyraulus albus	limnophile	cat 1	Rhône Lônes
Gyraulus parvus	limnophile	cat 1	Rhône Lônes
Gyraulus spp.	limnophile	cat 1	Rhône Lônes
Habroleptoides spp.	indéterminé	cat 7	
Habrophlebia lauta	indéterminé	cat 7	
Habrophlebia spp.	indéterminé	cat 7	
Haliplus spp.	limnophile	cat 1	Rhône Lônes

Taxons	Rhéophilie	Catégorie	Source
Helobdella stagnalis	limnophile	cat 2	Tachet et al. 2006 + Rhône Chenal
Hemerodromiinae	ubiquiste	cat 6	Mérigoux et al. 2009
Hemiclepsis marginata	limnophile	cat 1	Tachet et al. 2006 + Rhône Lônes
Heptagenia spp.	rheophile	cat 5	Rhône Chenal
Heptagenia sulphurea	rheophile	cat 5	Mérigoux et al. 2009
Heptageniidae	rheophile	cat 4	Dolédec et al. 2007
Hippeutis complanatus	limnophile	cat 1	Rhône Lônes
Hexatoma	indéterminé	cat 7	
Hydracarina	indéterminé	cat 7	
Hydraena sp.	limnophile	cat 1	Rhône Lônes
Hydraenidae	limnophile	cat 1	Rhône Lônes
Hydrometra sp.	limnophile	cat 1	Rhône Lônes
Hydroporus sp.	limnophile	cat 1	Rhône Lônes
Hydropsyche angustipennis	rheophile	cat 4	Dolédec et al. 2007
Hydropsyche contubernalis	rheophile	cat 4	Mérigoux et al. 2009
Hydropsyche exocellata	rheophile	cat 4	Mérigoux et al. 2009
Hydropsyche incognita	rheophile	cat 5	Mérigoux et al. 2009
Hydropsyche modesta	rheophile	cat 4	Mérigoux et al. 2009
Hydropsyche siltalai	rheophile	cat 5	Mérigoux et al. 2009
Hydropsyche spp.	rheophile	cat 4	Mérigoux et al. 2009
Hydroptila spp.	Intermediaire	cat 3	Mérigoux et al. 2009
Hydroptila vectis	Intermediaire	cat 3	Rhône Chenal
Hypania invalida	ubiquiste	cat 6	Rhône Chenal
Isoperla sp.	rheophile	cat 4	Dolédec et al. 2007
Jaera danubica	ubiquiste	cat 6	Rhône Chenal
Jaera istri	ubiquiste	cat 6	Rhône Chenal
Leptoceridae	indéterminé	cat 7	
Leptophlebiidae	Intermediaire	cat 3	Dolédec et al. 2007
Leuctra gp. *fusca*	rheophile	cat 5	Rhône Chenal
Leuctra spp.	rheophile	cat 5	Mérigoux et al. 2009
Leuctridae	rheophile	cat 5	Rhône Chenal
Limnephilidae	indéterminé	cat 7	
Limnephilus germanus-lunatus	limnophile	cat 1	Rhône Lônes
Limnius spp.	rheophile	cat 5	Mérigoux et al. 2009
Limoniidae	ubiquiste	cat 6	Mérigoux et al. 2009
Limoniini	ubiquiste	cat 6	Mérigoux et al. 2009
Lithoglyphus naticoides	limnophile	cat 1	Tachet et al. 2006
Mesovelia spp.	limnophile	cat 1	Tachet et al. 2006
Micronecta spp.	limnophile	cat 2	Mérigoux et al. 2009
Mystacides azurea	limnophile	cat 1	Rhône Lônes
Mystacides spp.	limnophile	cat 1	Rhône Lônes
Nemoura spp.	rheophile	cat 4	Tachet et al. 2006 + Rhône Chenal
Nemouridae	indéterminé	cat 7	
Niphargus sp.	limnophile	cat 1	Tachet et al. 2006
Normandia sp.	rheophile	cat 4	Tachet et al. 2006
Odonata ind.	indéterminé	cat 7	
Oecetis notata	limnophile	cat 2	Rhône Lônes
Oecetis spp.	limnophile	cat 2	Rhône Lônes
Oecetis testacea	limnophile	cat 2	Rhône Lônes
Onychogomphus forcipatus	Intermediaire	cat 3	Tachet et al. 2006 + Rhône Chenal
Onychogomphus sp.	Intermediaire	cat 3	Tachet et al. 2006 + Rhône Chenal
Orconectes limosus	limnophile	cat 2	Tachet et al. 2006
Orectochilus villosus	ubiquiste	cat 6	Mérigoux et al. 2009
Orthocladiinae	rheophile	cat 4	Mérigoux et al. 2009
Orthotrichia sp.	limnophile	cat 2	Tachet et al. 2006 + Rhône Lônes
Oulimnius spp.	rheophile	cat 4	Mérigoux et al. 2009
Pediciini	ubiquiste	cat 6	Mérigoux et al. 2009

Taxons	Rhéophilie	Catégorie	Source
Perlodes microcephala	rheophile	cat 4	Tachet et al. 2006 + Rhône Chenal
Perlodidae	rheophile	cat 4	Tachet et al. 2006 + Rhône Chenal
Physa sp.	ubiquiste	cat 6	Rhône Chenal
Physa fontinalis	ubiquiste	cat 6	Mérigoux et al. 2009
Physella acuta	ubiquiste	cat 6	Mérigoux et al. 2009
Physidae	ubiquiste	cat 6	Mérigoux et al. 2009
Piscicola geometra	ubiquiste	cat 6	Tachet et al. 2006 + Rhône Chenal
Pisidium spp.	Intermediaire	cat 3	Mérigoux et al. 2009
Planorbidae	indéterminé	cat 7	
Platycnemis sp.	limnophile	cat 1	Rhône Lônes
Plecoptera ind.	indéterminé	cat 7	
Polycelis nigra-tenuis	Intermediaire	cat 3	Mérigoux et al. 2009
Polycelis spp.	Intermediaire	cat 3	Mérigoux et al. 2009
Polycentropodidae	Intermediaire	cat 2	Mérigoux et al. 2009
Polycentropus flavomaculatus	Intermediaire	cat 2	Mérigoux et al. 2009
Polycentropus spp.	Intermediaire	cat 2	Rhône Chenal
Potamanthus luteus	rheophile	cat 4	Mérigoux et al. 2009
Potamopyrgus antipodarum	Intermediaire	cat 3	Mérigoux et al. 2009
Procloeon bifidum	limnophile	cat 2	Rhône Chenal
Proasellus meridianus	limnophile	cat 2	Tachet et al. 2006 + Rhône Chenal
Protonemura spp.	rheophile	cat 4	Dolédec et al. 2007
Psychodidae	limnophile	cat 2	Tachet et al. 2006
Psychomyia pusilla	ubiquiste	cat 6	Mérigoux et al. 2009
Psychomyiidae	indéterminé	cat 7	
Radix balthica-labiata	limnophile	cat 2	Tachet et al. 2006 + Rhône Chenal
Radix spp.	limnophile	cat 2	Tachet et al. 2006 + Rhône Chenal
Rhabdiopteryx	rheophile	cat 4	Tachet et al. 2006
Rhithrogena beskidensis-savoiensis	rheophile	cat 5	Rhône Chenal
Rhithrogena semicolorata	rheophile	cat 5	Mérigoux et al. 2009
Rhithrogena spp.	rheophile	cat 5	Mérigoux et al. 2009
Rhyacophila s. stricto spp.	rheophile	cat 5	Mérigoux et al. 2009
Rhyacophilidae	rheophile	cat 5	Rhône Chenal
Riolus spp.	rheophile	cat 4	Tachet et al. 2006 + Rhône Chenal
Sericostoma personatum-flavicorne	ubiquiste	cat 6	Dolédec et al. 2007
Sericostoma spp.	ubiquiste	cat 6	Dolédec et al. 2007
Serratella ignita	ubiquiste	cat 6	Mérigoux et al. 2009
Setodes punctatus	Intermediaire	cat 3	Tachet et al. 2006
Setodes spp.	Intermediaire	cat 3	Tachet et al. 2006
Sialis spp.	limnophile	cat 2	Rhône Lônes
Silo nigricornis	Intermediaire	cat 3	Dolédec et al. 2007
Simuliidae	rheophile	cat 5	Mérigoux et al. 2009
Sisyra sp.	limnophile	cat 2	Tachet et al. 2006
Sphaeriidae			
Stenelmis sp.	Intermediaire	cat 3	Tachet et al. 2006 + Rhône Chenal
Stratiomyidae	limnophile	cat 2	Tachet et al. 2006
Tabanidae	limnophile	cat 2	Tachet et al. 2006
Tanypodinae	ubiquiste	cat 6	Mérigoux et al. 2009
Tanytarsini	ubiquiste	cat 6	Mérigoux et al. 2009
Theodoxus fluviatilis	rheophile	cat 5	Mérigoux et al. 2009
Theromyzon tessulatum	limnophile	cat 2	Tachet et al. 2006
Tinodes dives	limnophile	cat 2	Tachet et al. 2006
Tipulidae	limnophile	cat 2	Tachet et al. 2006
Torleya major	rheophile	cat 4	Tachet et al. 2006 + Rhône Chenal
Trichoptera ind.	indéterminé	cat 7	
Valvata cristata	ubiquiste	cat 6	Rhône Chenal
Valvata piscinalis	ubiquiste	cat 6	Rhône Chenal
Valvata spp.	ubiquiste	cat 6	Mérigoux et al. 2009
Viviparus viviparus	limnophile	cat 2	Tachet et al. 2006
Yola bicarinata	limnophile	cat 1	Tachet et al. 2006 + Rhône Lônes

A.7 Les poissons des lônes

Date	Site	ABL	ANG	BAF	BBG	BLE	BOU	BRB	BRE	BRO	CAG	CCO	CHA	CHE	EPI	GAR	GOU	GRE	HOT	LOF	OBR	PCH	PER	PES	PSR	ROT	SAN	SIL	SPI	TAN	TRF	VAI	VAN	Total	Nb sp	% Litho-phyto	%0+
27/09/2012	Lône de la Malourdie			1										6	53		1			13		1		24						7		199		305	9	0.02	0.53
27/09/2012	Lône du Brotalet	1						1	3	1				38		34	50						8							1			3	140	10	0.35	0.50
06/09/2012	Lône des Luisettes						7							21	57	24	1	1		29										3		33		176	9	0.16	0.55
06/09/2012	Lône Moiroud						42							6	54											3				2		7		114	6	0.04	0.47
25/10/2012	Lône Béard													2	1									1		2				20				26	5	0.85	0.23
17/09/2012	Lône Fournier			32				4	9					29	102	317				44			4			2				1		130		674	11	0.50	0.79
17/09/2012	Anse de Yenne	1		14						1				70		40	100		2	1									4		2	14	12	261	12	0.16	0.59
25/10/2012	Lône de Chantemerle	43		1			1	2		1				113		102	47						8	7						5				330	11	0.49	0.75
05/09/2012	Lône des Granges							2		3				8	12	55			2				2	11		1				7		1		104	11	0.67	0.62
05/09/2012	Lône Vachon			1						1			1	23		11	1			6			12	3					4	2			2	67	12	0.39	0.22
05/09/2012	Lône des Cerisiers			17			1							43	50		24		3	73	1		1							23	2	25	24	287	13	0.08	0.45
04/09/2012	Lône Mattant	26	1	22		4		2	8	1			9	23		70	17		11	2			2				1	1	28	2	1	14	13	258	21	0.43	0.12
03/09/2012	Lône des Molottes	39					211	204	72	5				177		84	49					80	14	43	14	11	1			10		1	1	1016	17	0.45	0.81
04/09/2012	Lône du Ponton	145		19			209	95	18	1				136		5	16						1	2	6	18				2		3		676	15	0.43	0.96
23/10/2012	Lône de la Platière	10	1	16		1	42	2		1			1	65		41	70	1	8	20			13	17	3			2		1				315	19	0.23	0.52
23/10/2012	Lône du Noyer Nord	3					1							30		55	11		15	23														138	7	0.42	0.22
23/10/2012	Lône de l'Ilon						31				15	1		2			8					2		1	21					3				84	9	0.48	0.86
23/10/2012	Lône du Noyer Sud	2	1	9			2							51		6	43		81	18			1		1			1						216	12	0.05	0.81
28/09/2012	Lône de Grange écrasée	9	1		2		2	6	1	5						53						1	1	29	1	62								173	13	0.81	0.44
25/09/2012	Lône du Carré	9					28		2		7			16		10	1					7	3	9	90	8				2				192	13	0.68	0.44
11/09/2012	Lône de Malaubert	13	3	8			2	2		2	1			30	3	97	49		53	12			2	1	6	6			34	4		22		350	20	0.38	0.32
10/09/2012	Lône du Bayard	4	1		5		224	2	1	2				10		74	11					2	14	20		20				2				392	15	0.30	0.62
10/09/2012	Lône de Caderousse				1					4	1			1		9						5		9		140				4				174	9	0.91	0.30
11/09/2012	Lône des Joncs	54			1		9		3	1	11	6		6		4							1	4	37	21								158	13	0.87	0.60

Annexe A 2.7.1 : effectifs de poissons échantillonnés dans les lônes en 2012. Les espèces surlignées en jaune sont les espèces phytophiles et lithophytophiles.