



HAL
open science

Suivi scientifique du programme décennal de restauration écologique et hydraulique du Rhône. RCC de Chautagne, Belley et de Brégnier-Cordon. Année 2007

Jean-Michel Olivier, Nicolas Lamouroux, Gudrun Bornette, C. Jézéquel, Sylvie Méricoux, Sylvain Dolédec, Emmanuel Castella, Amael Paillex, Anne-Laure Montbertrand, Gilles Carron, et al.

► To cite this version:

Jean-Michel Olivier, Nicolas Lamouroux, Gudrun Bornette, C. Jézéquel, Sylvie Méricoux, et al.. Suivi scientifique du programme décennal de restauration écologique et hydraulique du Rhône. RCC de Chautagne, Belley et de Brégnier-Cordon. Année 2007. [Rapport de recherche] CEMAGREF; Université Lyon 1; CNRS; Université de Genève; Université Lyon 3; EZUS - Université Lyon 1. 2007. halshs-04557963

HAL Id: halshs-04557963

<https://shs.hal.science/halshs-04557963>

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.

Maitrise d'ouvrage :

Compagnie Nationale du Rhône

Réalisation :

UMR CNRS 5600 - Université Lyon3



Laboratoire d'écologie des hydrosystèmes fluviaux
UMR CNRS 5023 - Université Lyon 1



Département Gestion des milieux aquatiques
UR Biologie des Ecosystèmes aquatiques
Groupement de Lyon

Suivi scientifique du programme décennal de restauration écologique et hydraulique du Rhône



RCC de Chautagne, Belley et de Brégnier-Cordon

Année 2007

date de rédaction : juin 2008

Contrat de prestations n°DPE-F 03-0093
CNR / EZUS-Université Lyon1



Rhône-Alpes Région



RÉALISATION DU RAPPORT

Partie Poissons chenal et lônes : **Jean-Michel OLIVIER** (UMR CNRS 5023 – Université Lyon 1) et **Nicolas LAMOUREUX** (CEMAGREF – Lyon).

Partie végétation des Lônes : **Gudrun BORNETTE** et **C. JÉZÉQUEL** (UMR CNRS 5023 – Université Lyon 1)

Partie Invertébrés du chenal : **Sylvie MÉRIGOUX-LHOPITAL** (UMR CNRS 5023, Université Lyon1).

Partie Invertébrés des lônes : **Emmanuel CASTELLA**, **Amaël PAILLEX**, **Anne-Laure MONTBERTRAND**, **Gilles CARRON**, **David McCRAE** (Université de Genève)

Partie Géomorphologie (sédimentation et granulométrie) : **Hervé PIEGAY** (responsable scientifique) et **Monika MICHALKOVA** (UMR CNRS 5600 – Université Lyon 3).

Coordination scientifique générale : **Jean-Michel OLIVIER** : UMR CNRS 5023 – Université Lyon 1

Les données hydrologiques sont fournies par la CNR.

TABLE DES MATIÈRES

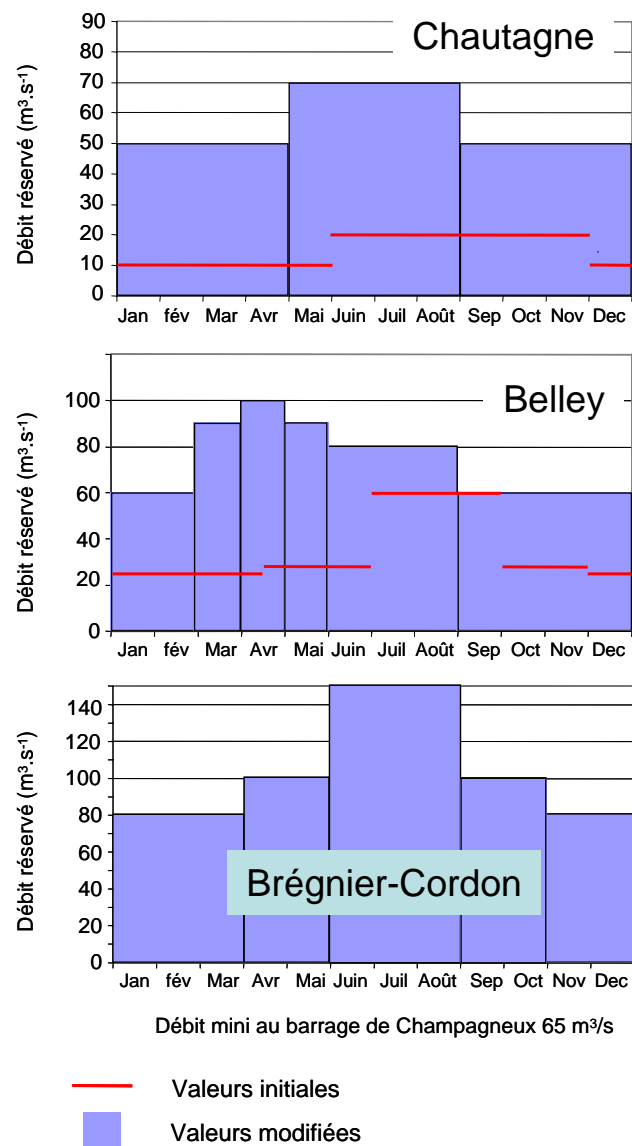
1	RÉSUMÉ	6
1.1	Indicateurs et métriques utilisés	7
1.2	Peuplement d'invertébrés des lônes	8
1.3	Végétation aquatique des lônes.....	8
1.4	Géomorphologie des lônes.....	8
1.5	Peuplement piscicole :	9
1.6	Macro-invertébrés du Chenal (Belley).....	11
1.7	Géomorphologie des lônes (Chautagne, Belley, Brégnier-Cordon).....	11
1.8	Végétation des lônes (Belley).....	11
1.9	Macroinvertébrés des lônes (Belley).....	12
2	CONTEXTE GÉNÉRAL DU SUIVI DU PROGRAMME DECENNAL RHÔNE ..	13
3	CONTEXTE HYDROLOGIQUE DES CAMPAGNES DE PECHEs	19
4	PEUPEMENT PISCICOLE VIEUX RHÔNE DE CHAUTAGNE ET DES LÔNES DE BROTALET ET MALOURDIE	20
4.1	Rappel du contexte et des objectifs.....	20
4.2	Stratégie d'échantillonnage.....	21
4.2.1	Stations d'étude.....	21
4.2.2	Protocole et effort d'échantillonnage	23
4.3	Résultats	23
4.3.1	Liste Faunistique et composition du peuplement.....	23
4.3.2	Évolution temporelle du peuplement.	27
4.3.3	Peuplement piscicole des lônes.....	30
4.4	Bilan et Perspectives	34
5	PEUPEMENT PISCICOLE VIEUX RHÔNE DE BELLEY ET DES LÔNES (LUISETTES, BÉARD, MOIROUD, FOURNIER, ANSE DE YENNE)	35
5.1	Rappel du contexte et des objectifs.....	35
5.2	Stratégie d'échantillonnage.....	36
5.2.1	Stations d'étude.....	36
5.2.2	Protocole et effort d'échantillonnage	38
5.3	Résultats	38
5.3.1	Liste Faunistique et composition du peuplement.....	38
5.3.2	Structure du peuplement et évolution temporelle dans le Vieux-Rhône.	40
5.3.3	Peuplement piscicole des lônes.....	44

5.4	Bilan et Perspectives	50
6	PEUPEMENT PISCICOLE VIEUX RHÔNE DE BRÉGNIER-CORDON ET DES LÔNES (CHANTEMERLE, GRANGES, VACHON, CERISIER, MATTANT, MOLOTES, PONTON)	51
6.1	Rappel du contexte et des objectifs	51
6.2	Stratégie d'échantillonnage	52
6.2.1	Stations d'étude.....	52
6.2.2	Protocole et effort d'échantillonnage.....	53
6.3	Résultats	55
6.3.1	Liste faunistique et composition du peuplement.....	55
6.3.2	Structure du peuplement et évolution temporelle dans le Vieux-Rhône.....	57
6.3.3	Peuplement piscicole des lônes.....	61
6.4	Bilan et Perspectives	67
7	MACROINVERTÉBRÉS DU CHENAL – SUIVI DU VIEUX RHÔNE DE BELLEY 69	
7.1	Rappel du contexte et objectifs	69
8	GÉOMORPHOLOGIE DES LÔNES	70
8.1	Méthodologie (méthode d'échantillonnage, méthode d'analyse des données)	70
8.1.1	Espérance de vie des lônes restaurées.....	70
8.1.2	Caractéristiques granulométriques de la lône.....	70
8.2	Résultats	71
8.2.1	Espérance de vie des lônes restaurées : sédimentation et hauteurs d'eau, analyse intralône, présentation des données brutes acquises.....	71
8.2.1.1	Données brutes –automne 2007.....	71
8.3	Perspectives	76
9	VÉGÉTATION DES LÔNES	77
9.1	Objectifs et méthodologie	77
9.2	Echantillonnage 2007	77
9.3	Résultats	78
9.3.1	Lône Béard.....	79
	Diagnostic fonctionnel pour la zone amont, surcreusée en trois points afin de recréer 3 plans d'eaux en 2005.....	84
9.3.2	Lône Fournier.....	86
	Diagnostic fonctionnel.....	86
	Rappels concernant les conséquences probables des travaux (Olivier et al. 2004b).....	89
9.3.3	Etat des lieux de la zone humide en 2007.....	89
9.3.4	Lône des Luisettes.....	90
	Diagnostic fonctionnel pour la zone aval.....	90
	Diagnostic fonctionnel pour la zone amont.....	93
	Rappels concernant les conséquences probables des travaux (Olivier et al. 2004b).....	94
	État des lieux de la zone humide en 2007.....	95
9.3.5	Lône de Moiroud.....	95
	Diagnostic fonctionnel.....	95
	Analyse des conséquences probables de la restauration (Olivier et al. 2004b).....	99

Etat des lieux de la zone humide en 2007	99
10 MACROINVERTÉBRÉS DES LÔNES (BELLEY).....	100
10.1 Rappel du contexte et objectifs	100
10.2 Stratégie d'échantillonnage.....	101
10.2.1 Localisation des sites.....	101
10.2.2 Description de l'habitat	102
10.2.3 Echantillonnage de la macrofaune	103
10.2.4 Calcul des métriques	103
10.2.5 Analyse des données.	104
10.3 Résultats.	105
10.3.1 Abondance des macroinvertébrés.....	105
10.3.2 Composition des peuplements.....	106
10.3.3 Métriques basées sur les richesses taxonomiques.	115
10.3.4 2.4. Métriques basées sur le statut des espèces.....	118
10.4 Synthèse et conclusions.....	123
11 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES CITÉES	125

1 RÉSUMÉ

Les sites de Chautagne, Belley et Brégnier-Cordon ont fait l'objet de travaux de réhabilitation de îones respectivement en 2004, 2005 et 2006. Le débit réservé dans ces Vieux-Rhône a été modifié en juillet 2004 en Chautagne, en Juillet 2005 à Belley et en juillet 2006 à Brégnier Cordon selon les modalités suivantes :



A Brégnier-Cordon, le programme de restauration n'a pas modifié les modulations de débits mais assure un débit minimum de $65 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ en amont de la confluence avec le Guiers au lieu de $25 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ initialement.

En respect du cahier des charges, le présent travail s'inscrit dans le suivi de niveau 1 et est réalisé pour l'année 2007 au travers des compartiments **faune piscicole** (chenal et lônes des trois aménagements), **macro-invertébrés du chenal** pour le Vieux-Rhône de Belley **macro-invertébrés des lônes** de Belley, macrophytes dans les lônes de Belley et **géomorphologie pour les lônes** des trois secteurs.

1.1 Indicateurs et métriques utilisés

Les métriques et les indicateurs utilisés sont présentés dans le tableau suivant.

- Contexte général -

Peuplement piscicole

	Indicateurs	Code métrique	Métriques
Chenal	Richesse spécifique	CP1	Nombre d'espèces
	Structure du peuplement	CP2	Fréquence des différentes espèces
	Espèces cibles	CP3	Distribution en classes de la taille des espèces cibles
	Proportion espèces eaux vives	CP4	Effectifs des espèces : BAF, SPI, BLN, LOF, CHA
	Proportion espèces eaux courantes	CP5	Effectifs des espèces : OBR, BAF, ABL, HOT, TOX, VAN
Lônes	Richesse spécifique piscicole	LP1	Abondance relative des espèces
	Indicateur d'eaux stagnantes	LP2	Abondance relative des espèces phytophiles et lithophytophiles
	Espèces cibles	LP3	Abondance des espèces cibles

Peuplement d'invertébrés du chenal

	Indicateurs	Code métrique	Métriques
	Proportion d'espèces des habitats lotiques	C11	Abondance relative des espèces rhéophiles
	Proportion d'espèces des habitats lenticues	C12	Abondance relative des espèces limnophiles

1.2 Peuplement d'invertébrés des lônes

	Indicateurs	Code métrique	Métriques
Richesse taxonomique et statut des espèces		L11	Richesse taxonomique totale
		L12	Richesse spécifique des taxons EPT
		L13	Richesse spécifique des mollusques gastéropodes
		L14	Nombre d'espèces à statut de protection ou de vulnérabilité documenté
		L15	% d'individus appartenant à des espèces non-indigènes
Caractéristiques biologiques et écologiques des taxons		L16	% broyeur / collecteurs
		L17	% collecteurs filtreurs / autres collecteurs
		L18	% prédateurs / autres groupes trophiques
		L19	% taxons > 1 génération par an / taxons < 1 génération par an
		L110	% taxons se déplaçant à la surface du substrat
		L111	% taxons à dérive comportementale
		L112	% espèces typiques du fleuve

1.3 Végétation aquatique des lônes

	Indicateurs	Code métrique	Métriques
	Influence des perturbations hydrauliques	LV1	Degré de perturbation (5 classes)
	Trophie	LV2	Degré de trophie (3 à 4 classes)
	Colmatage	LV3	Alimentation en eau souterraine (oui / non)
	Richesse spécifique en espèces végétales aquatiques	LV4	Richesse par lône
	Diversification végétale	LV5	Abondance relative des espèces rares

1.4 Géomorphologie des lônes

	Indicateurs	Code métrique	Métriques
	Espérance de vie de l'état restauré	LS1	Comblement post-restauration
	Conditions d'habitat intra-lône	LS2	Granulométrie du substrat

1.5 Peuplement piscicole :

Aménagement de Chautagne

- Parmi les 27 espèces rencontrées dans le Vieux-Rhône de Chautagne entre 1989 et 2003, **18** ont été échantillonnées en septembre 2007, **11** ont été recensées dans la Lône du Brotalet et **6** dans la Lône de la Malourdie.
- Dans le Vieux-Rhône, la quantité de poissons échantillonnés en automne 2007 est deux fois moindre que celle échantillonnée en l'automne 2006.
- L'ombre commun a été échantillonné (12 individus).
- Les effets du changement de débit réservé ne sont pas encore notables sur les espèces de cyprinidés rhéophiles telles que le hotu ou la vandoise.
- La proportion « d'espèces d'eaux courantes » est relativement élevée en 2007 (31%), en partie à cause d'effectifs importants de juvéniles d'ablettes.
- Les deux lônes restaurées (Malourdie et Brotalet) possèdent des caractéristiques piscicoles très différentes.
- 122 poissons appartenant à 6 espèces (chevaine, vairon, tanche, goujon, loche franche et épinoche) ont été échantillonnées dans la **Lône de la Malourdie**. Ces résultats sont relativement similaires à ceux observés au cours des années précédentes.
- Onze espèces ont été capturées dans la Lône du Brotalet en 2007. La bouvière et le chevaine sont les deux espèces dominantes. La majorité des espèces rencontrées, exceptés le vairon, le goujon et le chevaine, sont des espèces à caractère lenitophile.

Aménagement de Belley

- Parmi les 30 espèces rencontrées dans le Vieux-Rhône de Belley en 2004, **24** ont été échantillonnées en septembre 2007 dans le chenal (RCC).
- Contrairement à l'année précédente, l'ombre commun, le blageon et la blennie fluviatile ont été trouvés en 2007.
- Les espèces rencontrées dans le chenal sont tout à fait représentatives de la faune de ce secteur bien que les effectifs échantillonnés en 2007 soient inférieurs à ceux de 2006 qui étaient déjà plus faibles que ceux de 2004 et 2005.
- La proportion « d'espèces d'eaux courantes » est relativement faible (16%) en 2007.
- Le nombre d'espèces échantillonnées dans les lônes varie entre 3 (Lône Béard) et 13 (Lône Fournier).
- Treize espèces ont été trouvées dans la **Lône Fournier** mais les effectifs sont très faibles (89 ind.).
- Dix espèces ont été trouvées dans la **Lône des Luisettes** (gardon 26%, goujon 19%, perche commune 18%, vairon 12%).

- Contexte général -

- 32 poissons appartenant à 8 espèces ont été échantillonnés dans la **Lône Moiroud** (tanche, rotengle, bouvière, brochet).
- Comme en 2006, le nombre d'espèces échantillonnées dans la **Lône Béard** est très faible (3) et les effectifs capturés très faibles (4 poissons). La végétation aquatique est très abondante dans cette lône et le substrat est localement constitué de vase anoxique.
- L'**Anse de Yenne** est actuellement un milieu lentique dont la richesse en habitats pour les poissons est relativement restreinte. Seuls 89 poissons appartenant à 10 espèces ont été échantillonnés.

Aménagement de Brégnier-Cordon

- Parmi les 28 espèces rencontrées dans le Vieux-Rhône de Brégnier-Cordon en 2004-2005, **24** ont été échantillonnées en septembre 2007 dans le Vieux-Rhône.
- Le chevaine domine très largement dans les échantillons (43% des effectifs).
- Les effectifs des autres espèces sont relativement faibles, en particulier pour l'ablette, le spirilin, le barbeau et le goujon.
- La proportion « d'espèces d'eaux courantes » est la plus faible enregistrée depuis le début du suivi (20%).
- Le nombre d'espèces échantillonnées dans les lônes est relativement important et varie entre 12 (Vachon) et 16 (Molottes).
- La Lône Vachon et la Lône Mattant ont été ouvertes à l'amont et à l'aval et sont plus ou moins courantes sur tout leur linéaire.
- 12 espèces ont été échantillonnées dans la Lône Vachon (dont la truite), ces espèces ont des exigences variées et correspondent en grande partie aux espèces présentes dans le chenal principal.
- 14 espèces ont été répertoriées dans la Lône Mattant (dont la truite et la lamproie de Planer), ces espèces sont principalement rhéophiles (loche franche, barbeau, hotu, vandoise).
- 13 espèces de poissons ont été échantillonnées dans la Lône des Granges. L'épinoche (44% des effectifs) et la perche soleil (20%) sont les espèces dominantes.
- La Lône des Cerisiers a été modifiée dans sa partie amont, elle a conservé ses caractéristiques initiales sur la majeure partie de son cours. 15 espèces (248 individus) ont été rencontrées. Les espèces présentes ont des exigences écologiques variables, la forte diversité d'habitats de la lône explique leur présence (arbres morts, héliophytes).
- Le nombre d'espèces (16) et de poissons (513) échantillonnés dans la Lône des Molottes témoigne de la forte fréquentation de cette lône par les poissons. Cette lône abrite des très jeunes stades de développement de poissons (bouvière, brème bordelière, brème commune, goujon, pseudorasbora, épinoche, gardon, chevaine) et joue un rôle de site de protection et de croissance pour ces juvéniles.
- Les effectifs (421) et la richesse spécifique (12) sont un peu plus faibles dans la Lône du Ponton, les juvéniles de chevaines, de gardons, de bouvière et de goujons dominant

dans les échantillons. La tanche est également présente. Cette lône constitue donc une zone de reproduction et de croissance de qualité pour de nombreuses espèces, y compris pour le brochet.

- La Lône de Chantemerle n'a pas été modifiée, l'ichtyofaune y est très pauvre (13 espèces et 56 individus pêchés) et dominée par le chevaine (43% des effectifs capturés).

1.6 Macro-invertébrés du Chenal (Belley)

La réponse des invertébrés benthiques aux augmentations de débits réservés est mesurée grâce à l'utilisation de modèles hydrauliques et des courbes de préférence des espèces vis-à-vis des contraintes au fond.

En raison des conditions hydrologiques du printemps 2007 et des conditions de débit et de turbidité dans le Vieux-Rhône de Belley, seule la campagne de septembre a pu être effectuée dans ce RCC. La campagne de printemps a été effectuée en 2008 pour cette raison les résultats du suivi post-restauration seront présentés dans le prochain rapport.

1.7 Géomorphologie des lônes (Chautagne, Belley, Brégnier-Cordon)

Le suivi sédimentaire des lônes a pour objectif de répondre à deux questions :

- quelle est l'espérance de vie d'une lône restaurée ?
- la restauration modifie-t-elle les conditions d'habitat dans la lône ?

Les curages ont permis d'augmenter la hauteur d'eau dans les lônes, notamment dans les lônes Moiroud, Fournier, Béard, Yenne, Granges, Molottes et Ponton. La hauteur de sédiments fins accumulés est un indicateur important. Les valeurs de sédimentation après restauration peuvent atteindre dans certains cas jusqu'à 30 cm/an. La Lône de la Malourdie a une très forte sédimentation après les travaux, tout comme la Lône du Brotalet et la Lône des Molottes. Il est à noter que sur les lônes de Chautagne, la forte sédimentation observée la première année s'est réduite significativement les années suivantes, même si les valeurs observées alors restent très élevées par rapport aux observations avant travaux.

1.8 Végétation des lônes (Belley)

- La Lône Béard est caractérisée par conditions méso-eutrophes à eutrophes avec des apports phréatiques moyens, un niveau de perturbation moyen l'existence de processus d'alluvionnement ; on notera la présence d'*Utricularia vulgaris* et de *Sparganium emersum*, espèces protégées en région Rhône-Alpes.
- La Lône Fournier se caractérise par des conditions eutrophes et l'absence d'apports phréatiques, par un niveau de perturbations élevé et de processus d'alluvionnement probablement limités aux berges et aux extrémités de la lône.
- Lône Moiroud se caractérise par des conditions eutrophes, des apports phréatiques faibles, un niveau de perturbations moyen et la présence de processus d'alluvionnement.

- La Lône des Luisettes se caractérise par des conditions mésotrophes, des apports phréatiques faibles, un niveau de perturbations moyen et la présence de processus d'alluvionnement.

1.9 Macroinvertébrés des lônes (Belley)

- Le suivi post-restauration concerne cinq lônes : Chantemerle, Fournier, Luisettes, Moiroud et Béard.
- D'un point de vue qualitatif, la composition globale du peuplement de macroinvertébrés après restauration n'a pas subi de changements radicaux par rapport à la situation de référence en 2003-04. La faune des cinq lônes est structurée aux deux périodes de façon similaire par le gradient de connectivité des sites avec le fleuve.
- D'un point de vue quantitatif, la densité observée des peuplements d'invertébrés a subi une augmentation, celle-ci est plus marquée dans les sites les plus déconnectés du fleuve.
- Les sites directement modifiés par curage ou succion des sédiments peuvent montrer des tendances contrastées : absence de tendance marquée au niveau des indicateurs de richesse (Fournier amont), baisse générale de ces indicateurs (Béard amont) ou tendances variées des trois indicateurs retenus (Moiroud aval).
- Par rapport à la situation décrite avant restauration, les espèces d'invertébrés aquatiques non-indigènes sont en expansion très marquée, tant au niveau du nombre d'espèces rencontrées que de leur densité. Les plus grands nombres d'espèces non-indigènes sont rencontrés dans les milieux les plus connectés au fleuve, qui est leur vecteur de dispersion.
- Certaines des tendances observées pourraient résulter d'une interaction complexe entre les effets de la restauration (augmentation de l'influence du fleuve sur les lônes) et la "récupération" des conséquences thermiques et hydrologiques de l'année 2003.

2 CONTEXTE GÉNÉRAL DU SUIVI DU PROGRAMME DECENNAL RHÔNE

Le programme d'accompagnement scientifique du Programme décennal de restauration hydraulique et écologique du Rhône a été scindé en deux niveaux méthodologiques :

le niveau 1 est basé sur une **approche descriptive** des effets de la restauration sur les communautés et milieux. Il s'agit d'une proposition de **suiti minimum et cohérent** d'un site à l'autre, nécessaire pour mesurer de manière rigoureuse et efficace les effets potentiels des actions de restauration à l'échelle du chenal et des annexes fluviales prises individuellement ou dans un contexte géographique plus vaste. Il s'agit d'un suivi mis en œuvre au **niveau local** (Haut-Rhône, Miribel-Jonage etc...)

le niveau 2 répond aux critères d'analyse d'une réponse fonctionnelle des systèmes restaurés en fonction :

- des procédures de restauration appliquées,
- des milieux concernés (chenal ou annexes fluviales),
- des thématiques ciblées (hydraulique, géomorphologie, espèces animales et/ou végétales).

Si le niveau 1 vise à répondre strictement aux objectifs d'évaluation du programme décennal, le niveau 2 relève quant à lui de la recherche : le but 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**.

Afin d'évaluer les impacts écologiques positifs de l'augmentation des débits réservés et des travaux sur les îlons, le **suiti scientifique de niveau 1** a été mis en place sur la période 2003-2008. Il doit permettre de contrôler l'objectif assigné aux travaux de restauration à savoir l'augmentation de la diversité des milieux et par là, l'augmentation de la richesse patrimoniale tant en terme de milieu que d'espèce.

Le contenu du suivi scientifique a été élaboré par le laboratoire d'écologie des hydrosystèmes fluviaux de l'Université Lyon 1 dans le cadre d'une convention passée avec la DIREN-Délégation de Bassin Rhône-Méditerranée & Corse. Ce suivi a fait l'objet d'une validation par le SIPBBRS, pilote institutionnel du projet de réhabilitation du Haut-Rhône lors du comité de pilotage réuni à Yenne le 9 avril 2003.

La CNR maître d'ouvrage des opérations d'augmentation des débits réservés et de restauration des îlons assure également la maîtrise d'ouvrage du suivi scientifique de niveau 1. Ce suivi est financé par la CNR, l'Agence de l'Eau RM & C, l'Etat, la Région, les départements de la Savoie et de l'Isère.

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 :

- Contexte général -

La première concerne la **description**, au cours de l'année précédant les travaux de restauration des lônes, **de l'état écologique initial** du site au travers de ses deux compartiments :

abiotique : qualité des eaux, évolution morphologique des lônes, hydraulique des nappes,

biologique : végétation aquatique, peuplements d'invertébrés aquatiques et piscicoles.

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 mêmes composantes écologiques**.

Le présent rapport entre dans le cadre de la deuxième phase et s'attache à décrire le suivi des sites de Chautagne, Belley et Brégnier-Cordon.

En respect du cahier des charges, le présent travail s'inscrit dans le suivi de niveau 1 et est réalisé pour l'année 2006 au travers des compartiments **faune piscicole** (chenal et lônes) pour les trois secteurs concernés et **invertébrés du chenal pour le Vieux Rhône de Chautagne** uniquement.

Tableau 1 : Contenu du suivi scientifique du Haut-Rhône. Pour chacune des quatre thématiques (suivi piscicole, suivi des peuplements de macro-invertébrés benthiques, suivi de la végétation aquatique des lônes, suivi de la sédimentation des lônes) et pour chacun des trois aménagements du Haut-Rhône, les croix renseignent sur le suivi pris en charge par la présente convention (suivi de niveau 1), les étoiles mentionnent un suivi effectué grâce à d'autres sources de financement (suivi de niveau 2), les points indiquent que le suivi des macro-invertébrés et de la sédimentation seront probablement poursuivis dans la Lône de la Plaine bien que la restauration de celle-ci n'ait pas été effectuée.

		Poissons	Invertébrés	Végétation	Sédimentation
Chautagne	Chenal	X	X		
	Lône de la Malourdie	X			*
	Lône du Brotalet	X			*
Belley	Chenal	X	X		
	Lône des Luisettes	X	X	X	X
	Lône Moiroud	X	X	X	X
	Lône Béard	X	X	X	X
	Lône Fournier	X	X	X	X
	Anse de Yenne	X	*		*
	Lône de Lucey		*		*
Brégnier-Cordon	Chenal	X	X		
	Lône de Chantemerle	X	X	X	X
	Lône des Granges	X	X	X	X
	Lône Vachon	X	*		*
	Lône des Cerisiers	X			*
	Lône des Molottes	X		X	X
	Lône Mattant	X	*		*
	Lône du Ponton	X	X	X	X
	Lône de la Plaine		.		.

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,

- Contexte général -

- 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 :

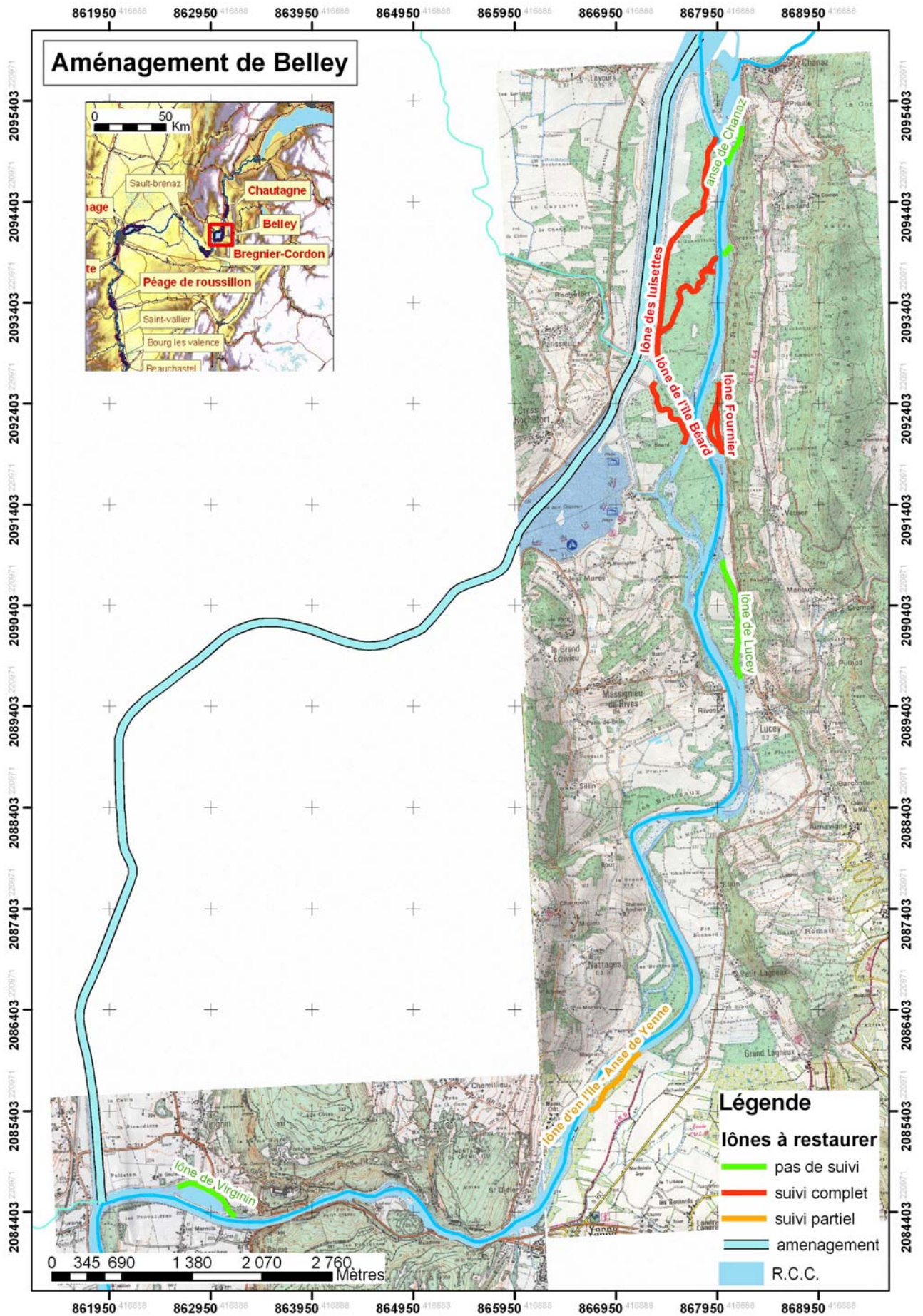
- de réaliser un bilan des données disponibles utilisables dans le cadre de la définition des états initiaux des milieux destinés à être restaurés,
- de définir les problématiques majeures liées à l'évaluation des effets des opérations de restauration,
- de définir des plans et des protocoles d'échantillonnage 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 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.

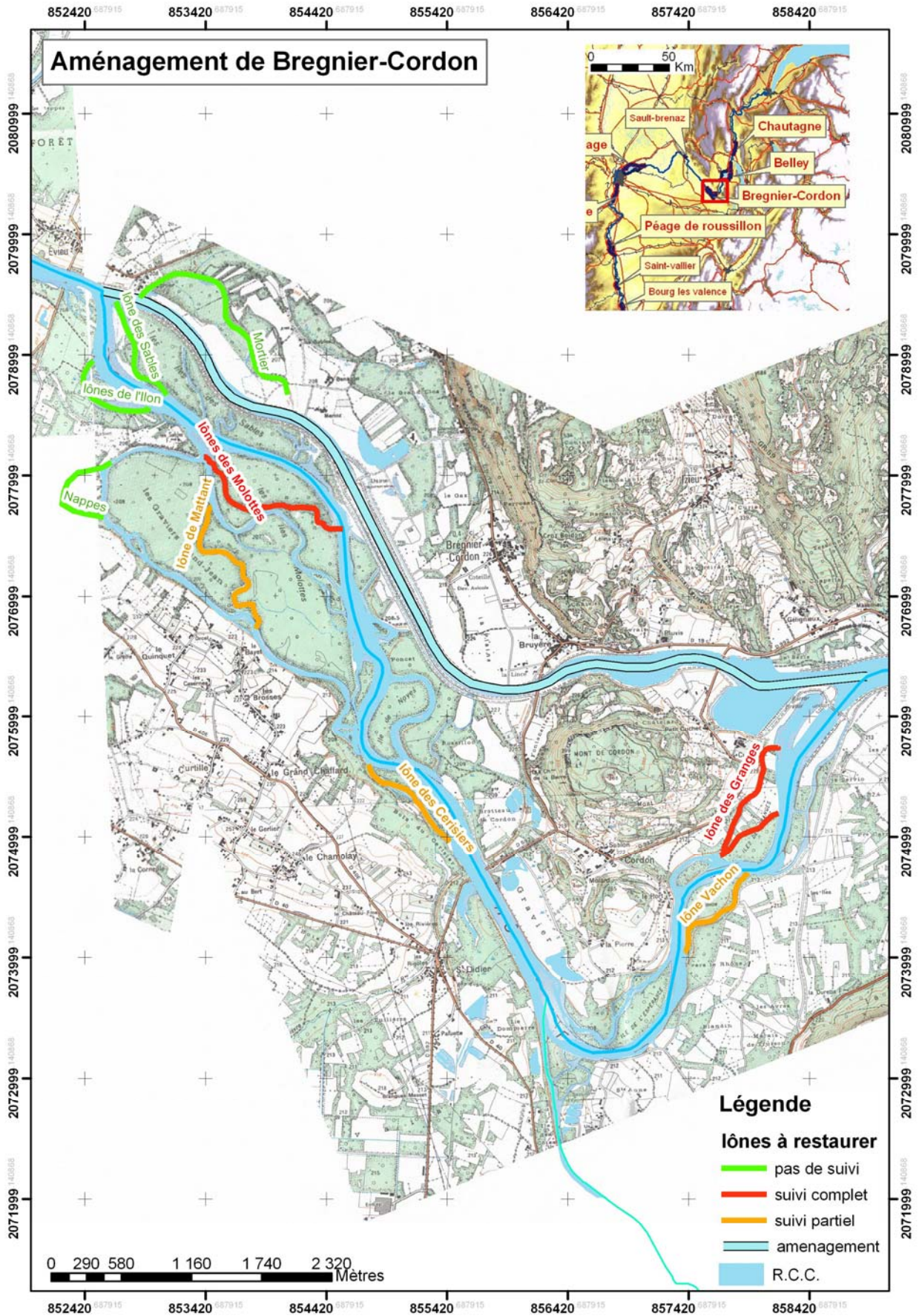
L'ensemble du projet est conçu comme une étude pluridisciplinaire et constitue une thématique importante au sein de la Zone Atelier Bassin du Rhône (ZABR).

La **réhabilitation écologique et hydraulique** des Vieux Rhône de Chautagne, Belley et Brégnier-Cordon s'appuie sur deux opérations essentielles que sont :

- l'augmentation des débits réservés,
- la restauration écologique de 23 lônes.

Il s'agit là d'opérations dont les enjeux écologiques et économiques sont très importants à l'échelle du Rhône puisque intégrée au plan décennal de restauration hydraulique et écologique du fleuve et transposable aux autres chutes et à l'échelle locale, pour le SHR (Syndicat du Haut Rhône) qui regroupe les communes des trois départements concernés : l'Ain, la Savoie et l'Isère.





3 CONTEXTE HYDROLOGIQUE DES CAMPAGNES DE PECHE

Le régime hydrologique du Rhône en 2007, les débits dans les Vieux-Rhône de Chautagne, Belley et Brégnier-Cordon sont présentés sur la Figure 1 (données fournies par la CNR).

Les débits dans les Vieux-Rhône ont été relativement instables durant les échantillonnages de fin d'été et d'automne (septembre-octobre), plus particulièrement en Chautagne et à Belley.

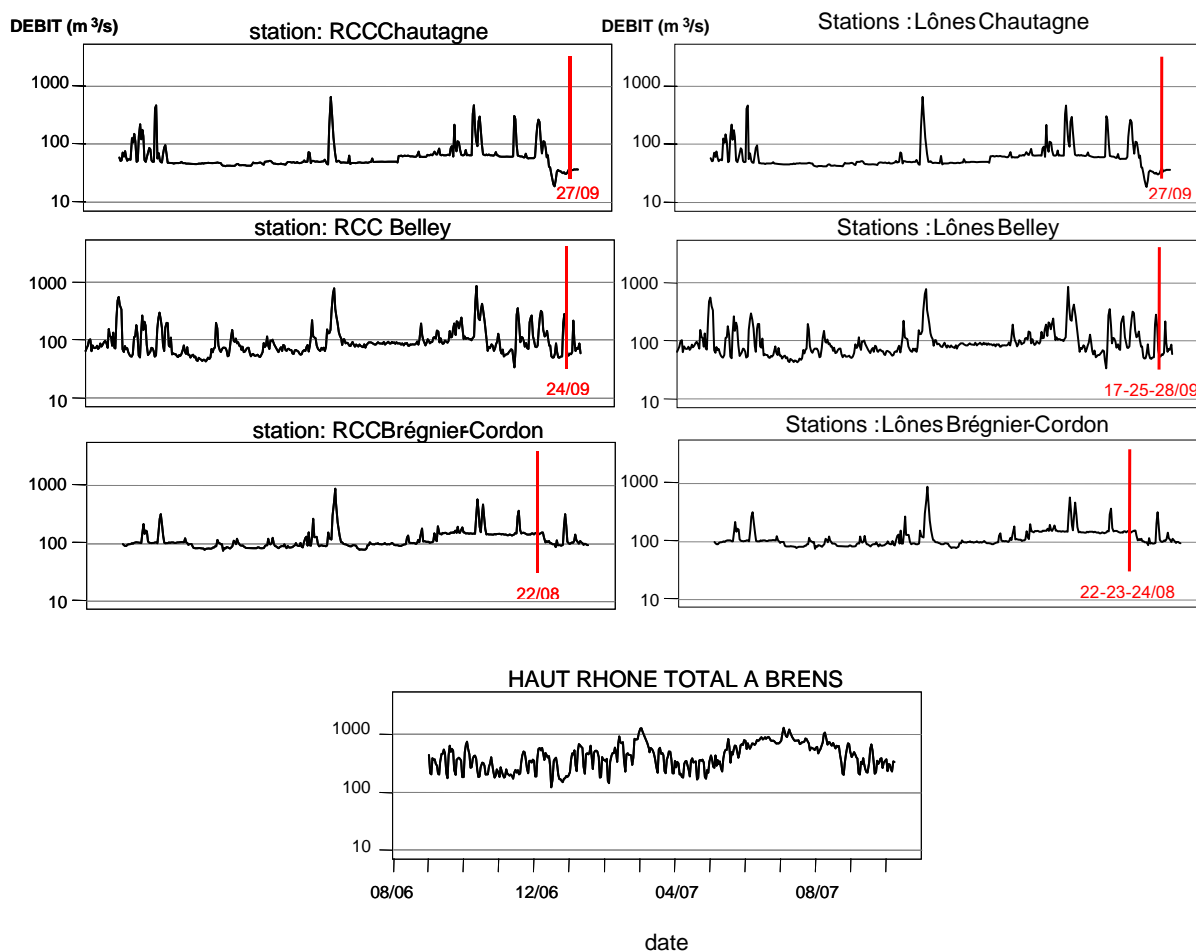


Figure 1 : Régime hydrologique du Rhône (station du Brens) et débit réservé dans le Vieux-Rhône de Chautagne, Belley et Brégnier-Cordon en 2007. Les dates d'échantillonnage des poissons ont été positionnées sur le graphe.

4 PEUPLEMENT PISCICOLE VIEUX RHÔNE DE CHAUTAGNE ET DES LÔNES DE BROTALET ET MALOURDIE

4.1 Rappel du contexte et des objectifs

Les principales caractéristiques du peuplement piscicole de Chautagne avant modification des débits réservés ont été mises en évidence lors de l'établissement de l'état initial réalisé à partir des données collectées entre 1989 et 2003 (Olivier *et al.*, 2004a). Ces caractéristiques sont les suivantes :

- 27 espèces de poissons ont été échantillonnées au cours de cette période, dont 2 espèces de Salmonidés (truite fario et ombre commun) et 15 espèces de cyprinidés ; ces espèces sont pour la plupart très communes dans le Haut Rhône, à l'exception du carassin doré, espèce introduite et trouvée une seule fois dans ce secteur.
- les espèces les plus caractéristiques du R.C.C. de Chautagne sont : la truite fario, le hotu, le spirilin, l'ombre commun, la vandoise, la loche franche, la chevaine, le goujon, le vairon, le barbeau fluviatile.
- certaines espèces sont présentes avec une certaine régularité dans le temps : le barbeau fluviatile, la perche fluviatile, le goujon, la tanche, l'ombre commun ;
- certaines espèces ont des fréquences d'occurrence ayant augmenté significativement au cours du temps : le vairon, la chevaine, la loche franche, sans doute en raison de la mise en débit réservé du tronçon court-circuité et des changements des caractéristiques écologiques associées (granulométrie, réduction des vitesses de courant et de la profondeur, et eutrophisation du milieu) ;
- d'autres espèces ont des fréquences d'occurrence ayant diminué entre 1989 et 2003 : la vandoise, le hotu, le blageon, le spirilin et dans une moindre mesure la truite fario ; ces espèces reconnues comme très exigeantes vis-à-vis de la qualité du substrat, de la température, de la vitesse d'écoulement et de qualité générale de l'eau, ont probablement été défavorisées par la construction de l'aménagement de Chautagne ; ce phénomène peut refléter des problèmes de dynamique de population sérieux ;
- l'analyse quantitative des données a mis en évidence un changement de la structure du peuplement à partir de 1995 avec un peuplement dominé par vandoise, hotu, perche fluviatile, spirilin, truite fario et blageon pour la période avant 1996, et par loche franche, vairon, gardon, ablette, goujon et chevaine pour la période 1996 – 2003 ; ce changement reflète les inversions de proportions d'espèces citées dans les 2 points précédents. Cette constatation peut témoigner de la durée nécessaire pour mettre en évidence sur le moyen terme (15 ans) les changements de structure de communauté associés à la mise en débit réservé du secteur. De plus, les changements climatiques globaux peuvent également jouer un rôle dans les phénomènes observés.

Le R.C.C. de Chautagne est donc un milieu dont la faune piscicole originelle comportait un ensemble d'espèces affectionnant particulièrement les fonds de galets et les fortes vitesses de courant (cyprinidés rhéophiles et salmonidés tels que la truite et l'ombre commun). La construction du barrage de Motz et la mise en débit réservé du secteur ont conduit à une modification importante des caractéristiques d'habitat, dont les effets sur le long terme se traduisent par une réduction de l'abondance des espèces rhéophiles et une augmentation de l'abondance des espèces plus tolérantes et plus caractéristiques des cours d'eau de faible et de moyenne dimensions.

Les simulations de la qualité de l'habitat des poissons dans le vieux Rhône ont été actualisées à l'aide de la méthode des 'microhabitats' via le logiciel Estimhab. Les modélisations de qualité de l'habitat indiquent que l'augmentation du débit favorise les espèces vivant dans des conditions rapides et/ou profondes (ombre,

barbeau, ablette, hotu, vandoise) par rapport aux autres. Cette tendance est continue, bien que particulièrement marquée en dessous de 50 m³/s.

L'objectif du suivi commencé en 2004 et poursuivi en 2005, 2006 et 2007 est d'évaluer sur le moyen terme l'effet de l'augmentation du débit réservé sur la communauté piscicole du chenal en utilisant les modèles statistiques d'habitat. De même, le suivi allégé de la faune piscicole a pour objectif de mesurer indirectement le rôle des milieux annexes (lônes de la Malourdie et du Brotalet) dans le fonctionnement du peuplement piscicole.

4.2 Stratégie d'échantillonnage

4.2.1 Stations d'étude

Les 4 stations choisies pour le suivi dans le Vieux-Rhône sont les suivantes (Figure 2):

- **P'amont du Vieux Rhône de Chautagne** : cette station s'étend de l'aval immédiat du barrage de Motz au PK 145.000 et comprend une partie peu profonde en amont et une mouille de profondeur importante dans ses trois quarts inférieurs, bordée en rive gauche par une falaise de molasse très abrupte et en rive droite par un banc de galets ;
- **le méandre de Mathy** : entre les PK 142 et 140.500, cette station peut être considérée, tout comme la station suivante, comme typique du Vieux-Rhône de Chautagne, avec une succession de seuils avec des vitesses d'écoulement très rapides et de mouilles plus ou moins profondes à écoulement plus lent ;
- **le méandre de la Malourdie** : entre les PK 140.300 et 139.500, cette station comprend un seuil courant (amont du méandre), un bras latéral courant et une mouille faiblement courante (partie médiane du méandre) ;
- **P'aval du Vieux Rhône** : entre les PK 138.300 et 137.375, cette station est partiellement sous l'influence du canal de fuite et subit un léger marnage en fonction des éclusées, l'échantillonnage a été réalisé dans plusieurs types de faciès incluant la rive endiguée.

La lône du Brotalet (en aval du RCC) et celle de la Malourdie ont également été prospectées avant et après restauration.

- Peuplement piscicole -

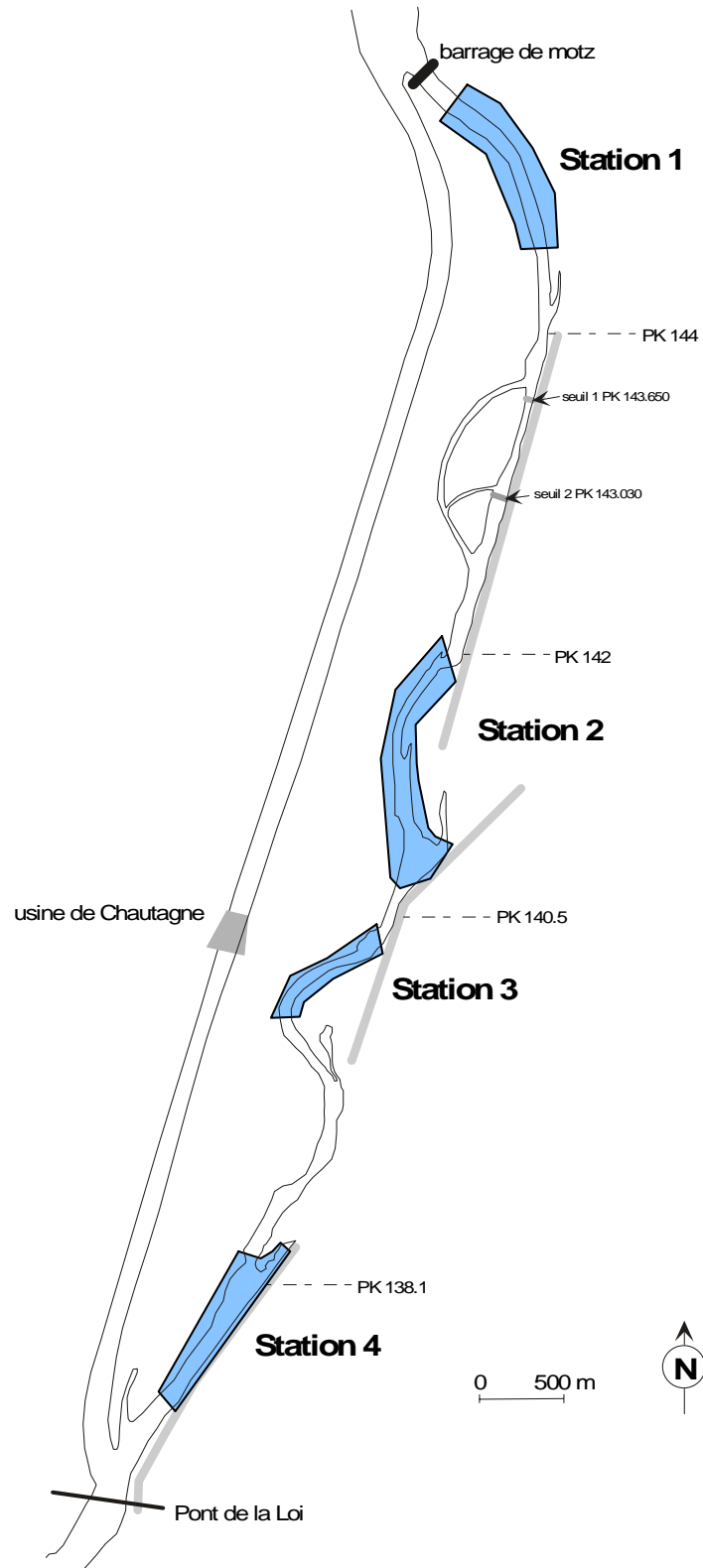


Figure 2 : Carte de localisation des stations de pêche dans le Vieux-Rhône de Chautagne.

4.2.2 Protocole et effort d'échantillonnage

La méthode d'échantillonnage utilisée est celle des échantillons ponctuels d'abondance (E.P.A.) (Nelva *et al.*, 1979 ; Persat et Olivier, 1991). Une campagne de pêche est constituée d'un ensemble de points réalisés à une date donnée. 25 E.P.A. ont été effectués dans chaque station du chenal (soit 100 points au total) et dans chacune des lônes.

Dans le chenal, l'échantillonnage a été réalisé en bateau ou à pied suivant les conditions locales. Le matériel utilisé est un générateur-transformateur de marque EFKO (modèle FEG 8000) qui délivre un courant continu dont l'intensité varie entre 3 et 5 ampères pour une tension variant entre 300 et 600 volts.

Dans les deux lônes, les pêches ont également été réalisées en bateau et à pied avec le même matériel que celui employé dans le chenal.

A chaque point d'échantillonnage, les poissons sont identifiés, mesurés et remis à l'eau.

Le plan d'échantillonnage mis en œuvre en 2007 est le suivant (Tableau 2) :

Tableau 2 : plan d'échantillonnage de la faune piscicole en Chautagne (2007).

Date	Station	Nombre d'E.P.A.
26-27/09/2007	Chenal	100
26/09/2007	Lône de la Malourdie	25
27/09/2007	Lône du Brotalet	25

4.3 Résultats

4.3.1 Liste Faunistique et composition du peuplement

Parmi les 27 espèces rencontrées dans le Vieux-Rhône de Chautagne entre 1989 et 2003, **22** ont été échantillonnées en 2007 (Tableau 3) dont **18** dans le chenal du Vieux-Rhône, **11** dans la lône du Brotalet et **6** dans la lône de la Malourdie.

Globalement, des poissons ont été capturés dans 83% des points de pêche réalisés dans le Vieux Rhône et dans 72% des points dans les lônes.

La majorité des espèces rencontrées habituellement dans le chenal a été capturée en 2007, excepté la truite fario.

Comme en 2004 et en 2005, **la bouvière** a été capturée essentiellement dans la Lône du Brotalet.

Le **pseudorasbora** a été rencontré dans la Lône du Brotalet.

Les effectifs échantillonnés en 2007 dans le **Vieux Rhône** très inférieurs à ceux des années précédentes (Tableau 4).

En 2007, les espèces les plus abondantes sont (Figure 3) :

- chevaine : **23** % des effectifs capturés,

- Peuplement piscicole -

- ablette: 20 %
- vairon : 17 %

Les autres espèces ont des abondances relatives inférieures à 10 %.

Les espèces dominantes du secteur restent les mêmes par rapport aux années précédentes mais le chevaine reste, comme en 2006, l'espèce majoritaire.

70% des poissons échantillonnés étaient des juvéniles de l'année, ce pourcentage est similaire à celui obtenu en 2006. Néanmoins, il est plus faible qu'en 2006 pour 2 espèces numériquement majoritaires (chevaine, vairon) et reste très élevé (98%) pour l'ablette (Tableau 5).

- Peuplement piscicole -

Tableau 3 : Liste des espèces recensées en Chautagne lors de l'état initial et échantillonnées en 2007. La guildes de reproduction (une guildes est un groupe d'espèces qui utilisent le même type de support pour la reproduction) est indiquée pour chaque espèce (exceptée pour l'anguille qui se reproduit en mer). Les différentes guildes sont 1) lithophile : espèce qui dépose ses œufs sur un substrat grossier (blocs, galets, graviers), 2) psammophile : espèce qui dépose ses œufs sur du sable, 3) phytophile : espèce qui colle ses œufs sur la végétation immergée, 4) phytolithophile : espèce qui dépose ses œufs sur la végétation (voire sur du bois immergé) ou sur un substrat dur, 5) ostracophile : espèce qui dépose ses œufs dans une moule d'eau douce (genres *Unio* ou *Anodonta*), 6) pélagophile : espèce qui disperse ses œufs dans la colonne d'eau avant qu'ils ne retombent sur le substrat, et 7) nest-guarder : espèce qui construit et éventuellement garde un nid dans lequel sont déposés les œufs (définitions extraites de Balon, 1975). La truite et l'Ombre commun (espèces lithophiles) enfouissent leurs œufs dans le gravier.

Famille	Espèce			Guildes de reproduction	2007
	Nom vernaculaire	Nom latin	Code		
Salmonidés					
	Truite fario	<i>Salmo trutta fario</i> (L., 1758)	TRF	lithophile	
	Ombre commun	<i>Thymallus thymallus</i> (L. 1766)	OBR	lithophile	X
Lotidés					
	Lote	<i>Lota lota</i> (Linné, 1758)	LOT	Pélagophile	
Esocidés					
	Brochet	<i>Esox lucius</i> (L., 1758)	BRO	phytophile	X
Cyprinidés					
	Gardon	<i>Rutilus rutilus</i> (L., 1758)	GAR	phyto-lithophile	X
	Blageon	<i>Leuciscus souffia</i> (Risso, 1826)	BLN	lithophile	
	Vandoise	<i>Leuciscus leuciscus</i> (L., 1758)	VAN	lithophile	X
	Chevaine	<i>Leuciscus cephalus</i> (L., 1758)	CHE	lithophile	X
	Vairon	<i>Phoxinus phoxinus</i> (L., 1758)	VAI	lithophile	X
	Rotengle	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (L., 1758)	ROT	phytophile	X
	Tanche	<i>Tinca tinca</i> (L., 1758)	TAN	phytophile	X
	Ablette	<i>Alburnus alburnus</i> (L., 1758)	ABL	phyto-lithophile	X
	Spirilin	<i>Alburnoides bipunctatus</i> (Bloch, 1782)	SPI	lithophile	X
	Brème bordelière	<i>Blicca bjoerkna</i> (L., 1758)	BRB	phytophile	
	Brème commune	<i>Abramis brama</i> (L., 1758)	BRE	phyto-lithophile	X
	Hotu	<i>Chondrostoma nasus</i> (L., 1758)	HOT	lithophile	X
	Bouvière	<i>Rhodeus sericeus</i> (Bloch, 1785)	BOU	ostracophile	X
	Goujon	<i>Gobio gobio</i> (L., 1758)	GOU	psammophile	X
	Pseudorasbora	<i>Pseudorasbora parva</i> (Chlegel, 1842)	PSR	phyto-lithophile	X
	Barbeau fluviatile	<i>Barbus barbus</i> (L., 1758)	BAF	lithophile	X
	Carpe commune	<i>Cyprinus carpio</i> (L., 1758)	CCO	phytophile	
	Carassin argenté	<i>Carassius gibelio</i> (L., 1758)	CAG	phytophile	
Balitoridés					
	Loche franche	<i>Barbatula barbatula</i> (L., 1758)	LOF	lithophile	X
Ictaluridés					
	Poisson-chat	<i>Ameiurus melas</i> (Rafinesque, 1820)	PCH	nest-guarder	
Anguillidés					
	Anguille	<i>Anguilla anguilla</i> (L., 1758)	ANG		X
Gastérostéidés					
	Epinoche	<i>Gasterosteus aculeatus</i> (L., 1758)	EPI	nest-guarder	X
Centrarchidés					
	Perche-soleil	<i>Lepomis gibbosus</i> (L., 1758)	PES	nest-guarder (sub. Indif.)	X
Percidés					
	Perche fluviatile	<i>Perca fluviatilis</i> (L., 1758)	PER	phytophile	X
	Grémille	<i>Gymnocephalus cernua</i> (L., 1758)	GRE	phyto-lithophile	X

- Peuplement piscicole -

Tableau 4 : Effectifs bruts et abondances relatives des espèces capturées dans le chenal (100 EPA/campagne de pêche électrique) en Chautagne : les données correspondant à la structure du peuplement avant augmentation du débit réservé (juillet 2004) sont les effectifs moyens par espèce calculés, à partir des résultats des pêches d'automne de 1996 à 2003 ; les données post-augmentation de débit réservé correspondent aux pêches réalisées en automne 2004, 2005, 2006 et 2007. Les espèces marquées d'une * n'ont été rencontrées qu'une seule fois entre 1989 et 2003.

Famille	Espèce Nom vernaculaire	Code	1996-2003		2004		2005		2006		2007	
			Ab. abs.	Ab. rel.	Ab. abs.	Ab. rel.	Ab. abs.	Ab. rel.	Ab. abs.	Ab. rel.	Ab. abs.	Ab. rel.
Salmonidés												
	Truite fario	TRF	5	0.002	4	0.002	1	0.001	1	0.001		
	Ombre commun	OBR	14	0.006	9	0.005	1	0.001			12	0.017
Esocidés												
	Brochet	BRO	3	0.001	3	0.002	2	0.001			3	0.004
Cyprinidés												
	Gardon	GAR	262	0.120	301	0.170	49	0.035	41	0.026	9	0.013
	Blageon	BLN	1	0.000	1	0.001						
	Vandoise	VAN	22	0.010	34	0.019	2	0.001	13	0.008	38	0.054
	Chevaine	CHE	449	0.206	439	0.247	272	0.193	593	0.379	165	0.233
	Vairon	VAI	726	0.334	272	0.153	384	0.273	326	0.208	121	0.171
	Rotengle	ROT	*									
	Tanche	TAN	1	0.000	1	0.001	9	0.006	5	0.003		
	Ablette	ABL	28	0.013	36	0.020	243	0.172	20	0.013	143	0.202
	Spirilin	SPI	66	0.030	59	0.033	2	0.001	117	0.075	63	0.089
	Brème bordelière	BRB	1	0.000			4	0.003	1	0.001		
	Brème commune	BRE	4	0.002	2	0.001			1	0.001		
	Hotu	HOT	48	0.022	1	0.001	81	0.057	2	0.001	8	0.011
	Bouvière	BOU	1	0.000								
	Goujon	GOU	82	0.038	275	0.155	128	0.091	124	0.079	41	0.058
	Pseudorasbora	PSR					2	0.001	4	0.003	2	0.003
	Barbeau fluviatile	BAF	91	0.042	85	0.048	108	0.077	174	0.111	16	0.023
	Carassin argenté	CAG	*									
Balitoridés												
	Loche franche	LOF	326	0.150	225	0.127	82	0.058	102	0.065	40	0.057
Anguillidés												
	Anguille	ANG									1	0.001
Gastérostéidés												
	Epinoche	EPI	30	0.014	4	0.002	25	0.018	13	0.008	5	0.007
Centrarchidés												
	Perche-soleil	PES	3	0.001	3	0.002	1	0.001	5	0.003	13	0.018
Percidés												
	Perche fluviatile	PER	6	0.003	4	0.002	5	0.004	23	0.015	5	0.007
	Grémille	GRE	6	0.003	17	0.010	8	0.006	1	0.001	22	0.031
Effectif total			2175		1775		1409		1566		707	
Nombre d'espèces			24		20		20		19		18	

- Peuplement piscicole -

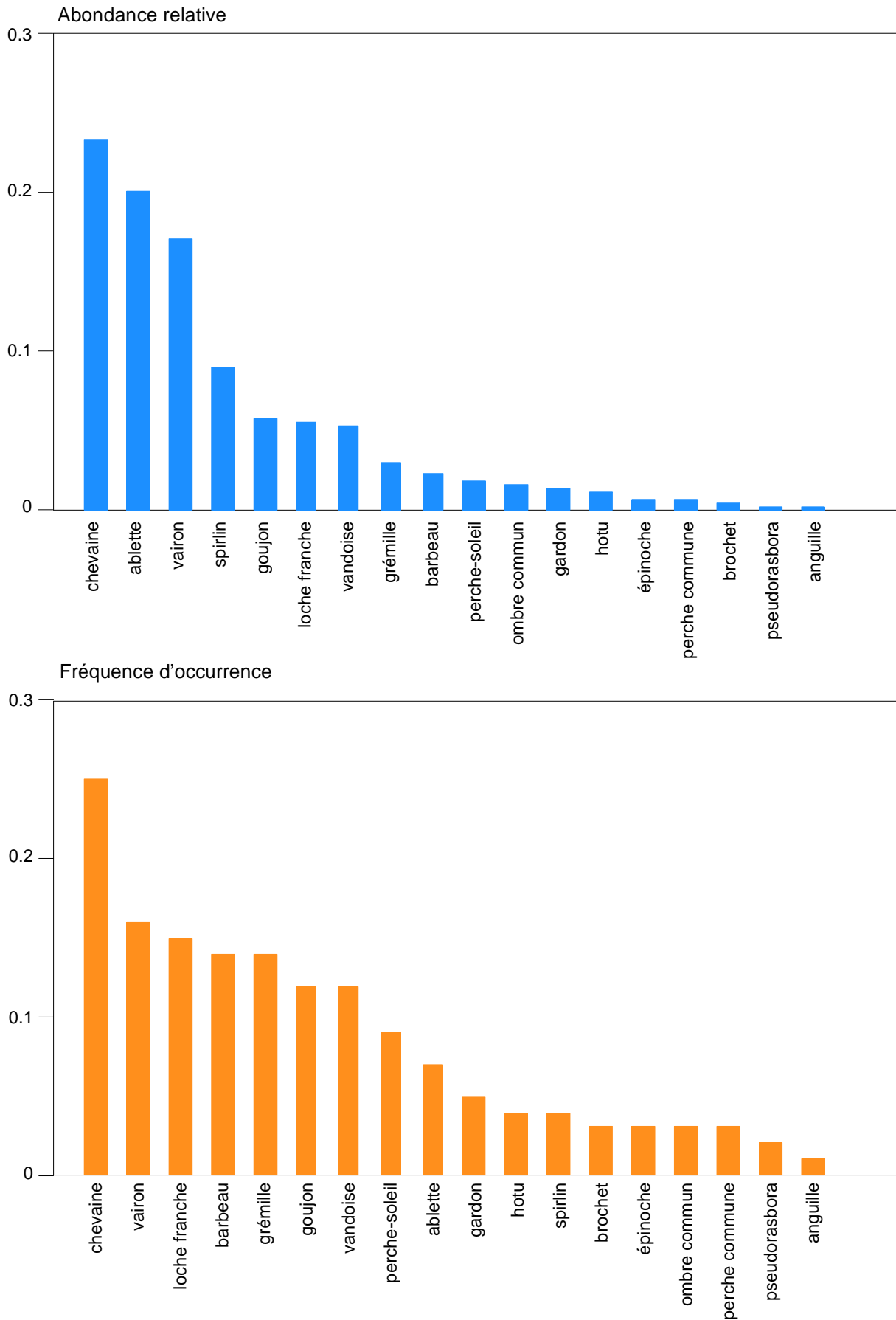


Figure 3 : Abondances relatives (en haut) et fréquences d'occurrence (en bas) des espèces échantillonnées dans le Vieux-Rhône de Chautagne en 2007.

- Peuplement piscicole -

Espèces	Effectif total	Nb 0+	Pourcentage 0+
ABL	143	140	98
ANG	1	0	0
BAF	16	9	56
BRO	3	1	33
CHE	165	125	76
EPI	5	5	100
GAR	9	9	100
GOU	41	28	68
GRE	22	0	0
HOT	8	8	100
LOF	40	5	13
OBR	12	11	92
PER	5	0	0
PES	13	3	23
PSR	2	0	0
SPI	63	43	68
VAI	121	69	57
VAN	38	38	100
Total	707	494	70

Tableau 5 : Effectifs bruts et pourcentages de juvéniles de l'année (notés 0+) échantillonnés en 2007 dans le Vieux-Rhône de Chautagne.

4.3.2 Évolution temporelle du peuplement.

Si l'on se réfère aux prédictions relatives à la modélisation de la qualité de l'habitat en relation avec le changement de débit réservé, les modélisations révélèrent que « l'augmentation du débit réservé favorise les espèces vivant dans des conditions rapides et/ou profondes (espèces qualifiées « d'espèces d'eaux courantes », ombre commun, barbeau, ablette, hotu, vandoise) par rapport aux autres ». Il est possible de calculer les métriques proposées dans le tableau de bord du suivi scientifique du programme décennal de restauration hydraulique et écologique du Rhône : « **proportion d'espèces d'eaux vives** » (abondance relative des espèces barbeau, spiralin, blageon, loche franche, chabot) et « **proportion d'espèces d'eaux courantes** » (ombre, barbeau, ablette, hotu, vandoise). Les résultats sont présentés dans le Tableau 6.

Tableau 6 : Proportion d'espèces d'eaux vives et d'eaux courantes dans le Vieux-Rhône de Chautagne avant et après augmentation de débit réservé.

Métriques (RCC Chautagne)	Période 1996-2003	2004	2005	2006	2007
Proportion d'espèces d'eaux vives	0.24	0.21	0.14	0.25	0.17
Proportion d'espèces d'eaux courantes	0.11	0.11	0.31	0.13	0.31

Les résultats obtenus en 2007 sont très voisins de ceux de 2005 et contrastés par rapport à ceux de 2006. Cette augmentation de la « **proportion d'espèces d'eaux courantes** » est principalement due à l'échantillonnage d'un grand nombre de juvéniles de l'année d'ablettes. On gardera à l'esprit le fait que les effectifs capturés en 2007 sont relativement faibles par rapport aux années précédentes et que l'abondance relative et la fréquence d'occurrence de la plupart des espèces prises en compte dans le calcul des métriques sont inférieures aux valeurs des années antérieures (Figure 4). L'effet du changement de débit réservé doit être révélé par une augmentation des effectifs de certaines espèces en **prenant en compte le fait que les juvéniles de l'année intègrent de manière significative les classes d'âges supérieures**. Les

- Peuplement piscicole -

effets des modifications de disponibilité des habitats favorables pour les poissons appartenant à la guildes des « espèces d'eaux courantes » engendrées par l'augmentation du débit réservé ne pourront être mesurés de manière significative qu'après plusieurs années.

- Peuplement piscicole -

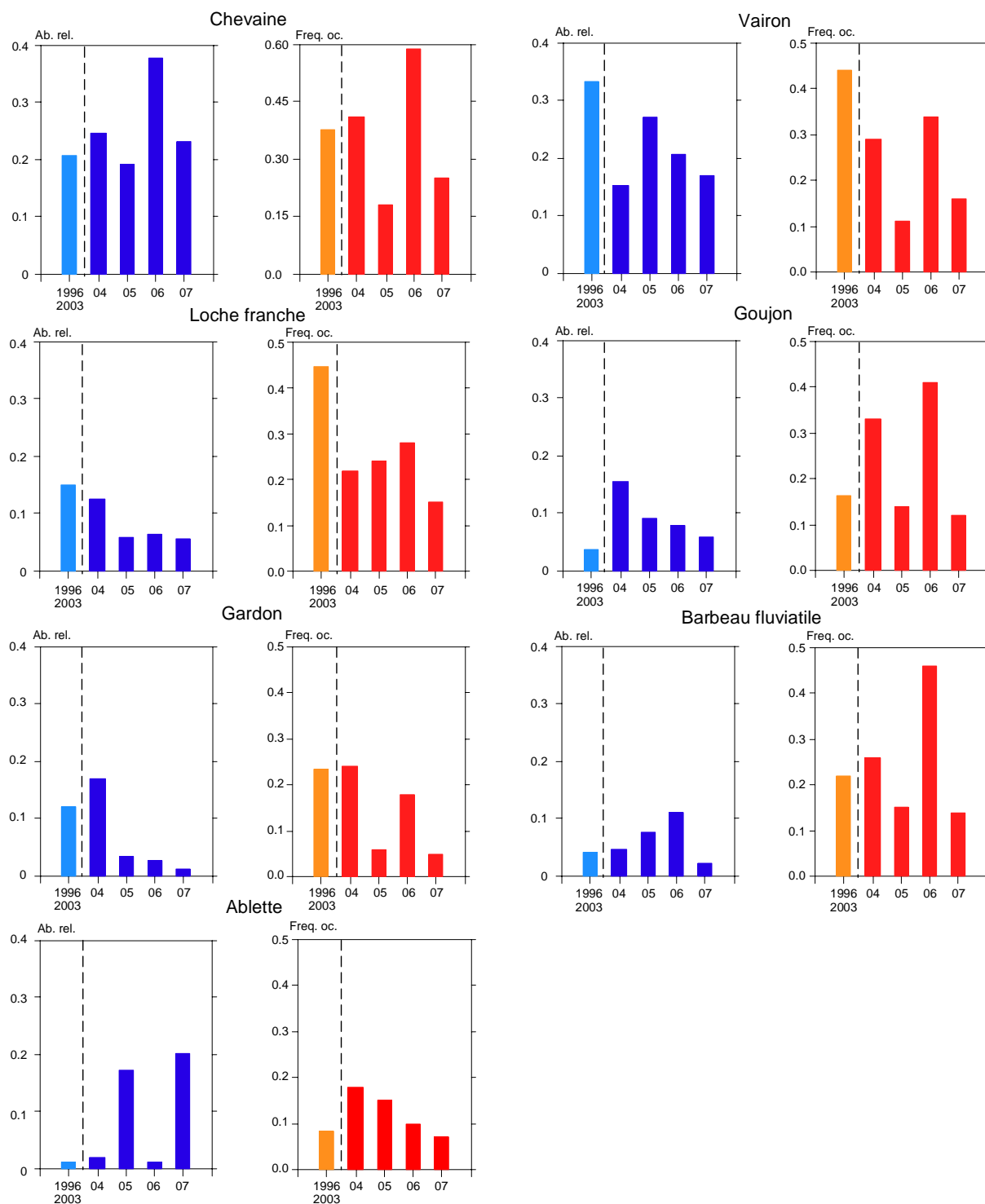


Figure 4 : Abondances relatives (en bleu) et fréquences d'occurrence (en orange et rouge) des sept espèces les mieux représentées dans le Vieux-Rhône de Chautagne avant et après modification du débit réservé, symbolisée par le trait en pointillés.

4.3.3 Peuplement piscicole des lômes

Le nombre d'espèces échantillonnées dans les lômes est relativement faible. Les deux lômes restaurés du secteur de Chautagne abritent des communautés piscicoles différentes, les

résultats détaillés des pêches réalisées depuis 2004 (restauration des lônes) sont présentés dans le Tableau 7.

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 des 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.

La loche franche fréquente essentiellement la partie amont et courante de la lône.

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. Dans la partie amont, la végétation aquatique était très dense en septembre 2007. Cette caractéristique associée à une profondeur relativement importante (souvent supérieur à 1.50 m) confère à ce milieu une capacité d'accueil importante pour la faune piscicole.

122 poissons appartenant à 6 espèces (chevaine, vairon, tanche, goujon, loche franche et épinoche) ont été échantillonnées dans la Lône de la Malourdie. Ces résultats sont relativement similaires à ceux observés au cours des années précédentes. La loche franche fréquente essentiellement la partie amont et courante de la lône. Des brochets de grande taille ont été observés lors de la campagne de pêche mais n'ont pas été échantillonnés en raison de la limpidité de l'eau. La majorité des poissons capturés étaient des juvéniles de l'année (Tableau 8).

11 espèces ont été capturées dans la Lône du Brotalet en 2007. La bouvière représente 40% des effectifs et le chevaine 30%, 3 brochets ont été échantillonnés. La majorité des espèces rencontrées, exceptés le vairon, le goujon et le chevaine, sont des espèces à caractère lenitophile. La lône semble constituer un habitat propice au développement de la bouvière et être un habitat de croissance pour les juvéniles de l'année de chevaine, de goujon et de vairon (Tableau 8).

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 2007 sont :

Lônes	rotengle	tanche	bouvière	brochet
Lône de la Malourdie	0	1	0	0
Lône du Brotalet	2	11	106	3

- Peuplement piscicole -

L'abondance relative des espèces phytophiles et phyto-lithophiles (guildes de reproduction définies par Balon (1975)) a été choisie comme métrique pour le suivi piscicole des lônes.

Les abondances relatives des espèces phytophiles et phyto-lithophiles sont :

Lônes	2004	2005	2006	2007
Lône de la Malourdie	0%	2.8%	8%	0.8%
Lône du Brotalet	7%	26%	17%	12.2%

Le pourcentage calculé reste très faible dans la lône de la Malourdie en raison de son caractère oligotrophe. La lône du Brotalet renferme un mélange d'espèces caractéristiques des annexes fluviales (espèces cibles) mais la fréquentation de cette annexe par les espèces phytophiles pourrait être plus importante.

Tableau 7 : Abondances absolues et relatives des espèces échantillonnées dans les lônes de la Malourdie et de Brotalet en 2004, 2005, 2006 et 2007. La guildes de reproduction est indiquée pour chaque espèce. Les différents guildes sont 1) lithophile : espèce qui dépose ses œufs sur un substrat grossier (blocs, galets, graviers), 2) psammophile : espèce qui dépose ses œufs sur du sable, 3) phytophile : espèce qui colle ses œufs sur la végétation immergée, 4) phytolithophile : espèce qui dépose ses œufs sur la végétation (voire sur du bois immergé) ou sur un substrat dur, 5) ostracophile : espèce qui dépose ses œufs dans une moule d'eau douce (genres *Unio* ou *Anodonta*), 6) pélagophile : espèce qui disperse ses œufs dans la colonne d'eau avant qu'ils ne retombent sur le substrat, et 7) nest-guarder : espèce qui construit et éventuellement garde un nid dans lequel sont déposés les œufs (définitions extraites de Balon, 1975).

Famille	Espèce	Code	Guildes de reproduction	Malourdie								Brotalet							
				2004		2005		2006		2007		2004		2005		2006		2007	
				Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.
Esocidés																			
	Brochet	BRO	phytophile			0						1.00	0.20			1	0.05	3	0.11
Cyprinidés																			
	Gardon	GAR	phyto-lithophile									3.00	0.60			14	0.67		0.00
	Vandoise	VAN	lithophile												4	0.19			
	Chevaine	CHE	lithophile	36	0.62	4	0.06	59	0.59	29	0.24	262.00	0.52	59.00	0.37	31	1.48	79	0.32
	Vairon	VAI	lithophile	8	0.14	21	0.29	235	0.07	24	0.20	6.00	0.12	12.00	0.75	5	0.00	25	0.95
	Rotengle	ROT	phytophile															2	0.01
	Tanche	TAN	phytophile			2	0.03	27	0.00	1	0.82	23.00	0.46	35.00	0.22	2	0.10	11	0.42
	Ablette	ABL	phyto-lithophile					1	0.00			3.00	0.60	3.00	0.19			1	0.38
	Brème bordelière	BRB	phytophile											2.00	0.13				
	Brème commune	BRE	phyto-lithophile													7	0.33	1	0.38
	Bouvière	BOU	ostracophile					1	0.04			15.00	0.30	29.00	0.18	16	0.76	106	0.45
	Goujon	GOU	psammophile					16	0.01	2	0.16	167.00	0.33	16.00	0.10	114	5.43	15	0.57
	Pseudorasbora	PSR	phyto-lithophile					5	0.00			2.00	0.40	2.00	0.13	7	0.33	14	0.53
	Barbeau fluviatile	BAF	lithophile					1	0.00			2.00	0.40						
	Carpe commune	CCO	phytophile									2.00	0.40						
Balitoridés																			
	Loche franche	LOF	lithophile	9	0.16	19	0.26	24	0.26	38	0.31	6.00	0.12						
Gastérostéidés																			
	Epinoche	EPI	nest-guarder	5	0.09	26	0.36	32	0.36	28	0.23			2.00	0.13				
Centrarchidés																			
	Perche-soleil	PES	nest-guarder									8.00	0.16			5	0.24	5	0.20
Percidés																			
	Perche fluviatile	PER	phytophile													4	0.19		
Effectif total				58		72		401		122		5		16		210		262	
Nombre d'espèces				4		5		10		6		13		9		12		11	

Espèces	Lône de la Malourdie			Lône du Brotalet		
	Effectif total	Nb 0+	Pourcentage 0+	Effectif total	Nb 0+	Pourcentage 0+
ABL				1	1	100
BOU				106	20	19
BRE				1	0	0
BRO				3	3	100
CHE	29	29	100	79	79	100
EPI	28	25	89			
GOU	2	2	100	15	15	100
LOF	38	15	39			
PES				5	2	40
PSR				14	8	57
ROT				2	0	0
TAN	1	0	0	11	5	45
VAI	24	23	96	25	25	100
Total	122	94	77	262	158	60

Tableau 8 : Effectifs bruts et pourcentages de juvéniles de l'année (notés 0+) échantillonnés en 2007 dans les deux lônes de Chautagne.

4.4 Bilan et Perspectives

Le suivi initié en 2004 après la modification du débit réservé dans le Vieux-Rhône de Chautagne a été poursuivi en 2005, 2006 et 2007.

Les effectifs capturés lors de l'échantillonnage du peuplement piscicole pratiqué en automne 2007 se sont révélés particulièrement faibles par rapport aux années antérieures, probablement à cause de l'hydrologie printanière assez soutenue. Comme en 2005 et 2006, les espèces cibles du chenal sont rares (ombre commun) ou absentes (truite). Les autres espèces particulièrement importantes en Chautagne à cause de la diminution importante de leurs effectifs dans les populations au cours des 20 dernières années (hotu et vandoise) n'ont pas été échantillonnées en grande quantité. D'un point de vue qualitatif, le chevaine apparaît de plus en plus comme une espèce dominante en Chautagne et supplante le vairon, le barbeau et la loche franche, dont les populations s'étaient particulièrement bien développées durant les 20 années qui ont suivi la construction de l'aménagement de Chautagne. L'examen des métriques sélectionnées pour le suivi montre une grande variabilité inter-annuelle depuis 2004.

Les deux lônes restaurées présentent des caractéristiques écologiques très différentes. La lône de la Malourdie est une annexe principalement alimentée par des eaux froides et très claires, elle présente une relative stabilité thermique au cours de l'année et ces conditions sont peu propices à la colonisation par les espèces lenitophiles qui préfèrent généralement les annexes plus chaudes. La présence de macrophytes permet aux juvéniles de trouver quelques refuges. La lône du Brotalet, à l'inverse, est principalement alimentée par sa connexion aval avec le Vieux-Rhône (elle est également alimentée par le sous-écoulement mais dans des proportions très relatives) et présente les caractéristiques des annexes favorables aux espèces de poissons d'eaux calmes ainsi qu'aux juvéniles de l'année des espèces du Vieux-Rhône. Dans les deux cas, on peut encore attendre une amélioration de la qualité écologique de ces milieux en regard du rôle que ces lônes peuvent jouer pour les poissons.

5 PEUPLEMENT PISCICOLE VIEUX RHÔNE DE BELLEY ET DES LÔNES (LUISETTES, BÉARD, MOIROUD, FOURNIER, ANSE DE YENNE)

5.1 Rappel du contexte et des objectifs

Le R.C.C. de Belley, alimenté par le barrage de Lavours, le Canal de Savières, qui assure la connexion entre le Rhône et le Lac du Bourget, et le Séran, est le deuxième tronçon court-circuité du Haut-Rhône faisant l'objet d'une modification de débit réservé. Le rapport décrivant l'état initial (Olivier et al. 2004b) a mentionné les caractéristiques majeures du peuplement du Vieux-Rhône de Belley, les principales conclusions de ce rapport sont les suivantes :

- 30 espèces de poissons ont été échantillonnées lors des deux campagnes de pêches réalisées en 2004 : 2 espèces de salmonidés (truite fario et ombre commun) et 17 espèces de cyprinidés. Le Vieux-Rhône de Belley se distingue des autres secteurs par la présence de la blennie fluviatile et de la lote, deux espèces qui témoignent de la proximité du Lac du Bourget. Le pseudorasbora (espèce introduite à la fin des années 1980 dans le bassin du Rhône) a été trouvé pour la première fois à Belley lors de ces pêches.
- Les espèces les plus fréquemment capturées dans le RCC de Belley sont : le barbeau fluviatile, le chevaine et le goujon.
- Certaines espèces ont des fréquences d'occurrence relativement élevées : la loche franche, la grémille, la vandoise, le vairon, le hotu et le spirilin et peuvent être considérées comme caractéristiques de ce tronçon court-circuité.
- Les données collectées en 2004 n'ont pas révélé de différences fondamentales au sein du peuplement entre l'amont et l'aval du seuil de Lucey.
- Le R.C.C. de Belley constitue un milieu riche en habitats pour la faune piscicole, ce qui se traduit dans la structure de peuplement par la coexistence d'un grand nombre d'espèces dont les exigences écologiques sont variées. La qualité des habitats du chenal avec la présence de seuils naturels très courants avec une granulométrie grossière, de mouilles profondes et de zones de rives naturelles permet la coexistence des espèces les plus exigeantes (truite, ombre, hotu) et des espèces fuyant plus ou moins les zones turbulentes et procure aux différentes espèces les conditions nécessaires à l'accomplissement de leur cycle vital.
- Parmi les 5 lônes prospectées dans le cadre de l'établissement de l'état initial avant restauration (Lône des Luisettes, Lône Moiroud, Lône Béard, Lône Fournier, Anse de Yenne), seule la lône Moiroud présente des caractéristiques typiques d'annexe fluviale « non perturbée » avec une faune piscicole caractéristique. La lône Fournier fonctionne comme un chenal de crue et ne présente pas de caractéristiques piscicoles particulières.
- Les simulations de la qualité de l'habitat des poissons dans le vieux Rhône ont été actualisées à l'aide de la méthode des 'microhabitats' via le logiciel Estimhab. Les modélisations de qualité de l'habitat indiquent que l'augmentation du débit favorise les espèces vivant dans des conditions rapides et/ou profondes (ombre, barbeau, ablette, hotu, vandoise) par rapport aux autres.

Les lônes ont été réhabilitées au cours du printemps 2005, la lône Moiroud a été curée en septembre 2005. Le débit réservé a été modifié le 28 juillet 2005.

L'objectif du suivi commencé en 2005 est d'évaluer sur le moyen terme l'effet de l'augmentation du débit réservé sur la communauté piscicole du chenal en utilisant les modèles statistiques d'habitat. De même, le suivi allégé de la faune piscicole a pour objectif de mesurer indirectement le rôle des milieux annexes (5 lônes) dans le fonctionnement du peuplement piscicole.

5.2 Stratégie d'échantillonnage

5.2.1 Stations d'étude

Deux stations ont été échantillonnées dans le Vieux - Rhône en 2007 (Figure 5) :

- une station située entre le seuil Fournier (à l'amont) et le seuil de Lucey (à l'aval), cette station comporte les deux bras principaux du Rhône et inclut la zone en réserve piscicole en aval de la confluence avec le Séran ;
- une station située entre et le seuil de Lucey (à l'amont) et le pont de Yenne (à l'aval).

Cinq lônes ont également été prospectées avant et après restauration :

- la Lône des Luisettes,
- la Lône Moiroud,
- la Lône Fournier,
- la Lône Béard,
- l'Anse de Yenne.

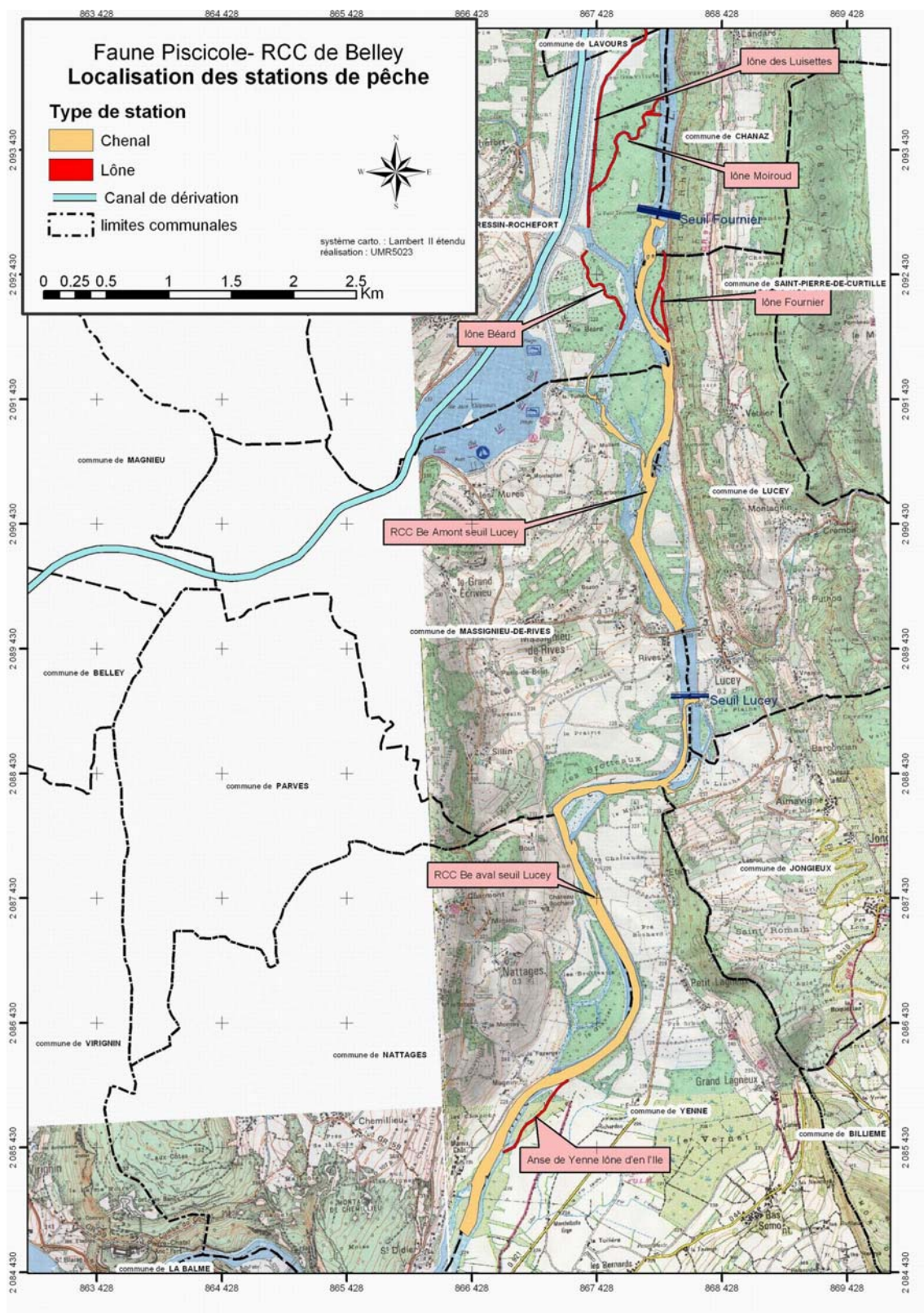


Figure 5 : Carte de localisation des stations piscicoles sur le RCC de Belley (chenal et lônes).

5.2.2 Protocole et effort d'échantillonnage

La méthode d'échantillonnage utilisée est celle des échantillons ponctuels d'abondance (E.P.A.) (Nelva *et al.*, 1979 ; Persat et Olivier, 1991).

Une campagne de pêche est constituée d'un ensemble de points réalisés à une date donnée. 100 E.P.A. ont été effectués dans chaque station du chenal (soit 200 points au total), 25 E.P.A. dans chacune des lônes.

Dans le chenal, l'échantillonnage a été réalisé en bateau. Le matériel utilisé est un générateur-transformateur de marque EFKO (modèle FEG 8000) qui délivre un courant continu dont l'intensité varie entre 3 et 5 ampères pour une tension variant entre 300 et 600 volts. La Lône Béard a été échantillonnée à l'aide d'un appareil de pêche portable Type Dekka 3000.

A chaque point d'échantillonnage, les poissons sont identifiés, mesurés et remis à l'eau.

Le plan d'échantillonnage mis en œuvre est le suivant (Tableau 9) :

Tableau 9 : plan d'échantillonnage de la faune piscicole à Belley (2007).

Date	Station	Nombre d'E.P.A.
24-25/09/2007	Chenal	200
28/09/2007	Lône des Luisettes	25
17/09/2007	Lône Moiroud	25
17/09/2007	Lône Béard	25
28/09/2007	Lône Fournier	25
25/09/2007	Anse de Yenne	25

Les pêches ont été effectuées dans des conditions hydrologiques correctes.

5.3 Résultats

5.3.1 Liste Faunistique et composition du peuplement

Parmi les 30 espèces rencontrées dans le Vieux-Rhône de Belley en 2004, **24** ont été échantillonnées en 2007 (Tableau 10). L'ombre commun et la truite ont été échantillonnées dans le chenal. La brème commune, le pseudorasbora, le poisson-chat, l'anguille et le sandre n'ont pas été échantillonnés en 2007.

- Peuplement piscicole -

Tableau 10 : Liste des espèces recensées à Belley lors de l'état initial et échantillonnées en 2007. La guildes de reproduction (une guildes est un groupe d'espèces qui utilisent le même type de support pour la reproduction) est indiquée pour chaque espèce (exceptée pour l'anguille qui se reproduit en mer). Les différentes guildes sont 1) **lithophile : espèce qui dépose ses œufs sur un substrat grossier (blocs, galets, graviers), 2) **psammophile** : espèce qui dépose ses œufs sur du sable, 3) **phytophile** : espèce qui colle ses œufs sur la végétation immergée, 4) **phytolithophile** : espèce qui dépose ses œufs sur la végétation (voire sur du bois immergé) ou sur un substrat dur, 5) **ostracophile** : espèce qui dépose ses œufs dans une moule d'eau douce (genres *Unio* ou *Anodonta*), 6) **pélagophile** : espèce qui disperse ses œufs dans la colonne d'eau avant qu'ils ne retombent sur le substrat, et 7) **nest-guarder** : espèce qui construit et éventuellement garde un nid dans lequel sont déposés les œufs (définitions extraites de Balon, 1975). La truite et l'Ombre commun (espèces lithophiles) enfouissent leurs œufs dans le gravier.**

Famille	Espèce			Guildes de reproduction	2007
	Nom vernaculaire	Nom latin	Code		
Salmonidés					
	Truite fario	<i>Salmo trutta fario</i> (L., 1758)	TRF	lithophile	X
	Ombre commun	<i>Thymallus thymallus</i> (L. 1766)	OBR	lithophile	X
Lotidés					
	Lote	<i>Lota lota</i> (Linné, 1758)	LOT	Pélagophile	X
Esocidés					
	Brochet	<i>Esox lucius</i> (L., 1758)	BRO	phytophile	X
Cyprinidés					
	Gardon	<i>Rutilus rutilus</i> (L., 1758)	GAR	phyto-lithophile	X
	Blageon	<i>Leuciscus souffia</i> (Risso, 1826)	BLN	lithophile	
	Vandoise	<i>Leuciscus leuciscus</i> (L., 1758)	VAN	lithophile	X
	Chevaine	<i>Leuciscus cephalus</i> (L., 1758)	CHE	lithophile	X
	Vairon	<i>Phoxinus phoxinus</i> (L., 1758)	VAI	lithophile	X
	Rotengle	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (L., 1758)	ROT	phytophile	X
	Tanche	<i>Tinca tinca</i> (L., 1758)	TAN	phytophile	X
	Ablette	<i>Alburnus alburnus</i> (L., 1758)	ABL	phyto-lithophile	X
	Spirilin	<i>Alburnoides bipunctatus</i> (Bloch, 1782)	SPI	lithophile	X
	Brème bordelière	<i>Blicca bjoerkna</i> (L., 1758)	BRB	phytophile	X
	Brème commune	<i>Abramis brama</i> (L., 1758)	BRE	phyto-lithophile	
	Hotu	<i>Chondrostoma nasus</i> (L., 1758)	HOT	lithophile	X
	Bouvière	<i>Rhodeus sericeus</i> (Bloch, 1785)	BOU	ostracophile	X
	Goujon	<i>Gobio gobio</i> (L., 1758)	GOU	psammophile	X
	Pseudorasbora	<i>Pseudorasbora parva</i> (Chlegel, 1842)	PSR	phyto-lithophile	
	Barbeau fluviatile	<i>Barbus barbus</i> (L., 1758)	BAF	lithophile	X
	Carpe commune	<i>Cyprinus carpio</i> (L., 1758)	CCO	phytophile	
Balitoridés					
	Loche franche	<i>Barbatula barbatula</i> (L., 1758)	LOF	lithophile	X
Ictaluridés					
	Poisson-chat	<i>Ameiurus melas</i> (Rafinesque, 1820)	PCH	nest-guarder	
Anguillidés					
	Anguille	<i>Anguilla anguilla</i> (L., 1758)	ANG		
Gastérostéidés					
	Epinoche	<i>Gasterosteus aculeatus</i> (L., 1758)	EPI	nest-guarder	X
Centrarchidés					
	Perche-soleil	<i>Lepomis gibbosus</i> (L., 1758)	PES	nest-guarder (sub. Indif.)	X
Percidés					
	Perche fluviatile	<i>Perca fluviatilis</i> (L., 1758)	PER	phytophile	X
	Grémille	<i>Gymnocephalus cernua</i> (L., 1758)	GRE	phyto-lithophile	X
	Sandre	<i>Sander lucioperca</i> (L., 1758)	SAN	nest-guarder, (phytophile)	
Blenniidés					
	Bennie fluviatile	<i>Salaria fluviatilis</i> (Asso, 1801)	BLE	nest-guarder	X
Cottidés					
	Chabot	<i>Cottus gobio</i> (L., 1758)	CHA	nest-guarder, (spéléophile)	X

5.3.2 Structure du peuplement et évolution temporelle dans le Vieux-Rhône.

Les effectifs échantillonnés en 2007 dans le Vieux Rhône sont inférieurs à ceux de 2004, 2005 et 2006 (Tableau 11). Ce phénomène est marqué sur la majorité des espèces (chevaine, vandoise, ablette, spirilin, hotu goujon, barbeau).

En 2007, les espèces les plus abondantes sont (Figure 6) :

- chevaine : 22 % des effectifs capturés
- vairon : 14 %
- goujon : 11 %
- gardon : 11 %
- barbeau : 9 %
- spirilin : 9 %
- loche franche : 6%

L'abondance relative des autres espèces est inférieure à 5%.

L'ensemble de ces résultats confirme globalement les caractéristiques du peuplement décrites en 2004-2005, mais avec toutefois des effectifs échantillonnés moins importants. L'hydrologie très variable avant la période d'échantillonnage a peut-être engendré des déplacements de poissons, diminuant de ce fait leur probabilité de capture.

Par rapport à 2006, on notera une proportion et une fréquence d'occurrence plus faibles de barbeaux, de vandoises et d'ablettes.

De même, la proportion de juvéniles de l'année est très faible en 2007 (27% toutes espèces confondues contre 37% en 2006) et, comme en Chautagne, elle est relativement faible pour les espèces dominantes (barbeau, chevaine, goujon, spirilin, vairon), à l'exception du gardon, espèce qui peut être avantagée par des débits soutenus au printemps (Tableau 12).

- Peuplement piscicole -

Tableau 11 : Effectifs bruts et abondances relatives des espèces capturées dans le chenal (200 EPA/campagne de pêche électrique) dans le Vieux-Rhône de Belley : les données collectées en 2004 correspondent à la structure du peuplement avant augmentation du débit réservé (juillet 2005), les données post-augmentation de débit réservé correspondent aux pêches réalisées en automne 2005, 2006 et 2007.

Famille	Espèce	Code	2004		2005		2006		2007	
	Nom vernaculaire		Ab. abs.	Ab. rel.	Ab. abs.	Ab. rel.	Ab. abs.	Ab. rel.	Ab. abs.	Ab. rel.
Salmonidés										
	Truite fario	TRF	18	0.008	7	0.004	17	0.017	6	0.008
	Ombre commun	OBR	26	0.012	5	0.003	0	0.000	5	0.006
Lottidés										
	Lote	LOT	1	0.000	0	0.000	1	0.001	1	0.001
Esocidés										
	Brochet	BRO	7	0.003	1	0.001	0	0.000	4	0.005
Cyprinidés										
	Gardon	GAR	78	0.037	74	0.046	19	0.018	87	0.110
	Blageon	BLN	3	0.001	0	0.000	0	0.000	4	0.005
	Vandoise	VAN	325	0.153	221	0.137	117	0.114	2	0.003
	Chevaîne	CHE	438	0.207	322	0.200	252	0.245	178	0.224
	Vairon	VAI	124	0.059	187	0.116	14	0.014	113	0.142
	Tanche	TAN	15	0.007	0	0.000	2	0.002	4	0.005
	Ablette	ABL	92	0.043	69	0.043	79	0.077	36	0.045
	Spirlin	SPI	0	0.000	65	0.040	93	0.090	74	0.093
	Brème bordelière	BRB	1	0.000	2	0.001	0	0.000	1	0.001
	Brème commune	BRE	17	0.008	0	0.000	0	0.000	0	
	Hotu	HOT	62	0.029	151	0.094	13	0.013	10	0.013
	Bouvière	BOU	8	0.004	14	0.009	10	0.010	4	0.005
	Goujon	GOU	403	0.190	175	0.108	192	0.187	93	0.117
	Pseudorasbora	PSR	1	0.000	1	0.001	0	0.000	0	
	Barbeau fluviatile	BAF	273	0.129	177	0.110	165	0.160	72	0.091
Balitoridés										
	Loche franche	LOF	100	0.047	80	0.050	9	0.009	48	0.060
Anguillidés										
	Anguille	ANG	1	0.000	1	0.001	3	0.003	0	
Gastérostéidés										
	Epinoche	EPI	15	0.007	26	0.016	5	0.005	11	0.014
Centrarchidés										
	Perche-soleil	PES	9	0.004	2	0.001	2	0.002	9	0.011
Percidés										
	Perche fluviatile	PER	10	0.005	17	0.011	13	0.013	8	0.010
	Grémille	GRE	87	0.041	16	0.010	19	0.018	19	0.024
	Sandre	SAN	0	0.000	0	0.000	3	0.003	0	
Blenniidés										
	Blennie fluviatile	BLE	1	0.000	0	0.000	0	0.000	2	0.003
Cottidés										
	Chabot	CHA	3	0.001	1	0.001	1	0.001	3	0.004
Effectif total			2118		1614		1029		794	
Nombre d'espèces			26		22		21		24	

- Peuplement piscicole -

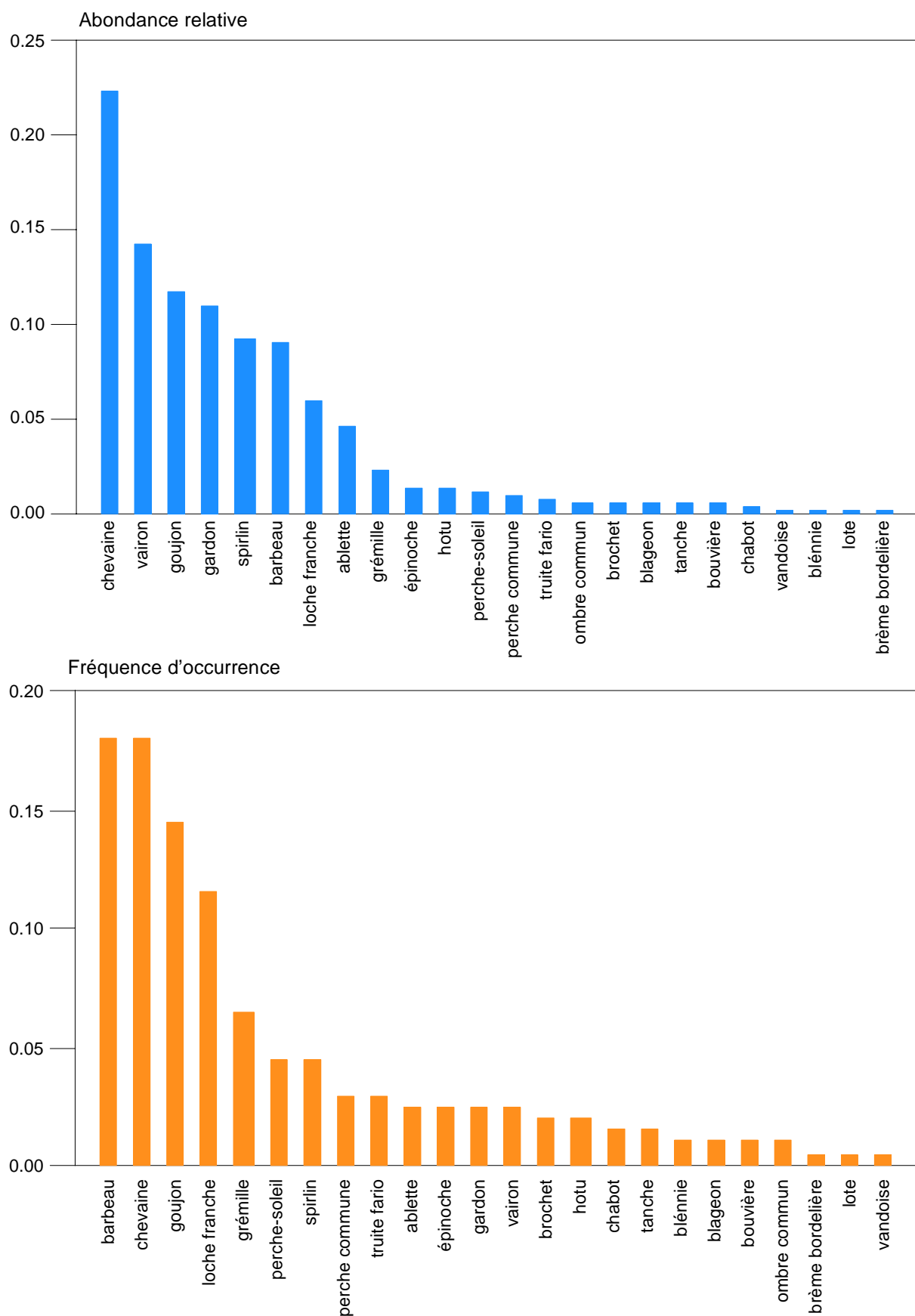


Figure 6 : Abondances relatives (en haut) et fréquences d'occurrence (en bas) des espèces échantillonnées dans le Vieux-Rhône de Belley en 2007.

- Peuplement piscicole -

Espèces	Effectif total	Nb 0+	Pourcentage 0+
ABL	36	11	31
BAF	72	19	26
BLE	2	0	0
BLN	4	2	50
BOU	4	0	0
BRB	1	0	0
BRO	4	4	100
CHA	3	0	0
CHE	178	29	16
EPI	11	6	55
GAR	87	82	94
GOU	93	13	14
GRE	19	10	53
HOT	10	3	30
LOF	48	5	10
LOT	1	0	0
OBR	5	5	100
PER	8	0	0
PES	9	3	33
SPI	74	5	7
TAN	4	1	25
TRF	6	1	17
VAI	113	14	12
VAN	2	0	0
Total	794	213	27

Tableau 12 : Effectifs bruts et pourcentages de juvéniles de l'année (notés 0+) échantillonnés en 2007 dans le Vieux-Rhône de Belley.

La modélisation des changements des caractéristiques hydrauliques des habitats aquatiques en relation avec la modification du débit réservé prévoit une augmentation de la proportion d'espèces qualifiées « d'espèces d'eaux courantes » (ombre commun, barbeau, ablette, hotu, vandoise). Le calcul des métriques proposées dans le tableau de bord du suivi scientifique du programme décennal de restauration hydraulique et écologique du Rhône ((« **proportion d'espèces d'eaux vives** » (abondance relative des espèces barbeau, spirilin, blageon, loche franche, chabot) et « **proportion d'espèces d'eaux courantes** » (ombre, barbeau, ablette, hotu, vandoise)) donne les résultats suivants :

Tableau 13 : Proportion d'espèces d'eaux vives et d'eaux courantes dans le Vieux-Rhône de Belley avant et après augmentation de débit réservé.

Métriques (RCC Belley)	2004	2005	2006	2007
Proportion d'espèces d'eaux vives	0.18	0.20	0.26	0.25
Proportion d'espèces d'eaux courantes	0.37	0.39	0.37	0.16

La proportion « d'espèces d'eaux courantes » est relativement faible par rapport aux années antérieures, ceci est dû aux très faibles effectifs de hotus, de vandoises (Figure 7) et d'ombres communs échantillonnés en 2007. La proportion « d'espèces d'eaux vives » reste sensiblement identique à celle de 2006.

- Peuplement piscicole -

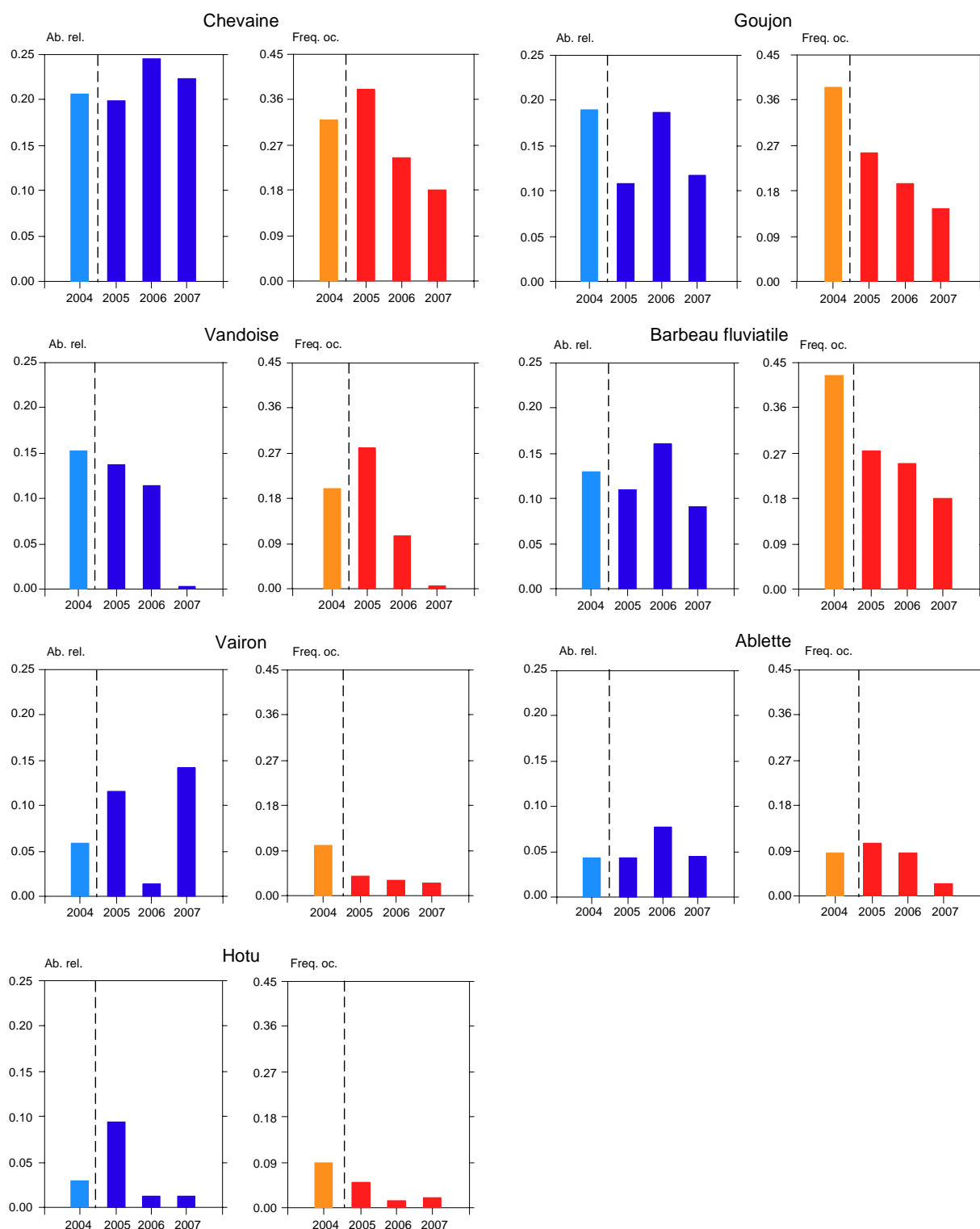


Figure 7 : Abondances relatives (en bleu) et fréquences d'occurrence (en orange et rouge) de sept espèces les mieux représentées dans le Vieux-Rhône de Belley avant et après modification du débit réservé, symbolisée par le trait en pointillés.

5.3.3 Peuplement piscicole des lônes

L'échantillonnage de la faune piscicole a été réalisé dans 5 lônes restaurées du secteur de Belley entre 2005 et 2007. La Lône des luisettes a été curée dans sa partie amont qui reçoit une alimentation phréatique (sous-écoulement), la partie aval est constituée par un plan d'eau de grande dimension qui reçoit la Lône Moiroud. 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 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 généralement anoxiques, la partie aval communique avec le Vieux-Rhône par un étroit chenal. La Lône Fournier est alimentée par percolation à travers un banc de galets, les sédiments du fond sont majoritairement grossiers, sauf dans la partie aval, les eaux sont très claires à l'amont. 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 lenticule, 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 campagne de pêche de 2007 a donc été effectuée dans un chenal relativement peu profond (~60 cm) et stagnant.

Le nombre d'espèces échantillonnées dans les lônes varie entre 3 et 13 (Tableau 14).

Treize espèces ont été trouvées dans la **Lône Fournier** mais les effectifs sont très faibles (89 ind.). Le chevaine domine (35% des effectifs).

Dix espèces ont été trouvées dans la **Lône des Luisettes**. Les espèces dominantes sont : le gardon (26% des effectifs échantillonnés), le goujon (19%), la perche commune (18%), vairon (12%) et l'épinoche (10%). Cette lône de grande dimension une richesse importante en habitats stagnants et abrite la plupart des espèces lenitophiles (tanche, rotengle, bouvière, épinoche).

Seuls 32 poissons appartenant à 8 espèces ont été échantillonnés dans la **Lône Moiroud**. On y trouve néanmoins les espèces caractéristiques de ce milieu (tanche, rotengle, bouvière, brochet).

Comme en 2006, le nombre d'espèces échantillonnées dans la **Lône Béard** est très faible (3) et les effectifs capturés très faibles (4 poissons). La végétation aquatique est très abondante dans cette lône et le substrat est localement constitué de vase anoxique.

L'**Anse de Yenne** est actuellement un milieu lenticule dont la richesse en habitats pour les poissons est relativement restreinte. Seuls 89 poissons appartenant à 10 espèces ont été échantillonnés. L'essentiel des effectifs est représenté par des vandoises, chevaines et goujons. Vandoise et chevaines utilisent les rares abris ligneux présents dans la lône.

Les abondances brutes des espèces cibles en 2007 sont :

Lônes	rotengle	tanche	bouvière	brochet
Luisettes	3	1	1	0
Moiroud	0	2	2	0
Béard	0	1	0	1
Fournier	0	1	0	3
Anse de Yenne	0	1	0	0

- Peuplement piscicole -

Les abondances des espèces cibles sont très faibles dans les annexes fluviales de Belley.

Les abondances relatives des espèces phytophiles et phyto-lithophiles sont :

Lônes	2005	2006	2007
Luisettes	53%	38%	50%
Moiroud	50%	34%	25%
Béard	7%	31%	50%
Fournier	5%	4%	20%
Anse de Yenne	9%	20%	2.2%

Ces pourcentages sont très variables d'une année à l'autre et doivent être interprétés en tenant compte des faibles effectifs capturés dans certaines lônes.

Quelle que soit la lône considérée, le succès de reproduction des espèces de poissons dans les lônes de Belley a été très faible au cours de l'année 2007 (Tableau 15).

- Peuplement piscicole -

Famille	Espèce	Code	Guilde de reproduction	Luisettes						Moiroud						Béard					
				2005		2006		2007		2005		2006		2007		2005		2006		2007	
				Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.
Salmonidés	Truite	TRF	lithophile																		
Esocidés	Brochet	BRO	phytophile			2	0.01			1	0.10					2	0.01	2	0.15	1	0.25
Cyprinidés	Gardon	GAR	phyto-lithophile	22	0.38	33	0.21	18	0.26			24	0.12	1	0.03						
	Vandoise	VAN	lithophile	1	0.02	23	0.15	1	0.01			10	0.05								
	Chevaine	CHE	lithophile	1	0.02	4	0.03	4	0.06			29	0.15	3	0.09	35	0.20				
	Vairon	VAI	lithophile	8	0.14	11	0.07	8	0.12			9	0.05			11	0.06				
	Rotengle	ROT	phytophile	4	0.07	4	0.03	3	0.04			16	0.08	3	0.09	1	0.01				
	Tanche	TAN	phytophile	2	0.03	7	0.04	1	0.01	4	0.40	11	0.06	2	0.06	7	0.04	2	0.15	1	0.25
	Ablette	ABL	phyto-lithophile			1	0.01					1	0.01								
	Brème bordelière	BRB	phytophile									10	0.05								
	Brème commune	BRE	phyto-lithophile			1	0.01														
	Hotu	HOT	lithophile																		
	Bouvière	BOU	ostracophile	5	0.09	44	0.28	1	0.01			39	0.2	2	0.06	48	0.27				
	Goujon	GOU	psammophile	3	0.05			13	0.19							1	0.01				
	Pseudorasbora	PSR	phyto-lithophile																		
	Barbeau fluviatile	BAF	lithophile																		
	Carpe commune	CCO	phytophile																		
Balitoridés	Loche franche	LOF	lithophile	2	0.03							1	0.01			1	0.01				
Ictaluridés	Poisson-chat	PCH	nest-guarder							2	0.20	1	0.01					1	0.08		
Gastérostéidés	Epinoche	EPI	nest-guarder	6	0.10	10	0.06	7	0.10	2	0.20	40	0.21	16	0.50	69	0.39				
Centrarchidés	Perche-soleil	PES	nest-guarder	1	0.02	5	0.03			1	0.10			3	0.09	1	0.01	8	0.62	2	0.50
Percidés	Perche fluviatile	PER	phytophile	2	0.03	6	0.04	12	0.18			4	0.02	2	0.06	2	0.01				
	Grémille	GRE	phyto-lithophile	1	0.02	5	0.03														
Effectif total				58		156		68		10		195		32		178		13		4	
Nombre d'espèces				13		14		10		5		13		8		11		4		3	

Tableau 14 : Abondances absolues et relatives des espèces échantillonnées dans les lônes de Belley en 2005, 2006 et 2007. La guilde de reproduction est indiquée pour chaque espèce. Les différentes guildes sont 1) lithophile : espèce qui dépose ses œufs sur un substrat grossier (blocs, galets, graviers), 2) psammophile : espèce qui dépose ses œufs sur du sable, 3) phytophile : espèce qui colle ses œufs sur la végétation immergée, 4) phytolithophile : espèce qui dépose ses œufs sur la végétation (voire sur du bois immergé) ou sur un substrat dur, 5) ostracophile : espèce qui dépose ses œufs dans une moule d'eau douce (genres *Unio* ou *Anodonta*), 6) pélagophile : espèce qui disperse ses œufs dans la colonne d'eau avant qu'ils ne retombent sur le substrat, et 7) nest-guarder : espèce qui construit et éventuellement garde un nid dans lequel sont déposés les œufs (définitions extraites de Balon, 1975).

- Peuplement piscicole -

Famille	Espèce	Code	Guilde de reproduction	Fournier						Anse de Yenne					
				2005		2006		2007		2005		2006		2007	
	Nom vernaculaire			Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.
Salmonidés															
	Truite	TRF	lithophile							1	0.00				
Esocidés															
	Brochet	BRO	phytophile					3	0.03						
Cyprinidés															
	Gardon	GAR	phyto-lithophile	1	0.01	2	0.03	11	0.12			2	0.01	1	0.01
	Vandoise	VAN	lithophile					1	0.01	12	0.04	7	0.04	26	0.29
	Chevaine	CHE	lithophile	46	0.32	35	0.51	31	0.35	64	0.23	29	0.16	23	0.26
	Vairon	VAI	lithophile	2	0.01			4	0.04	34	0.12	5	0.03	3	0.03
	Rotengle	ROT	phytophile												
	Tanche	TAN	phytophile	4	0.03			1	0.01	5	0.02	1	0.01	1	0.01
	Ablette	ABL	phyto-lithophile					3	0.03	16	0.06	17	0.10		0.00
	Brème bordelière	BRB	phytophile												
	Brème commune	BRE	phyto-lithophile												
	Hotu	HOT	lithophile					1	0.01					1	0.01
	Bouvière	BOU	ostracophile							4	0.01				
	Goujon	GOU	psammophile			2	0.03	2	0.02	114	0.41	86	0.49	24	0.27
	Pseudorasbora	PSR	phyto-lithophile							3	0.01				
	Barbeau fluviatile	BAF	lithophile			7	0.10	4	0.04	21	0.08	11	0.06	6	0.07
	Carpe commune	CCO	phytophile	2	0.01										
Balitoridés															
	Loche franche	LOF	lithophile	7	0.05			7	0.08					2	0.02
Ictaluridés															
	Poisson-chat	PCH	nest-guarder												
Gastérostéidés															
	Epinoche	EPI	nest-guarder	80	0.56	22	0.32	16	0.18	2	0.01	2	0.01	2	0.02
Centrarchidés															
	Perche-soleil	PES	nest-guarder					5	0.06						
Percidés															
	Perche fluviatile	PER	phytophile			1	0.01					16	0.09		
	Grémille	GRE	phyto-lithophile												
Effectif total				142		69		89		276		176		89	
Nombre d'espèces				7		6		13		11		10		10	

- Peuplement piscicole -

Espèces	Anse de Yenne			Lône des Luisettes			Lône Moiroud			Lône Fournier			Lône Béard		
	Eff. Tot.	Nb 0+	% 0+	Eff. Tot.	Nb 0+	% 0+	Eff. Tot.	Nb 0+	% 0+	Eff. Tot.	Nb 0+	% 0+	Eff. Tot.	Nb 0+	% 0+
ABL										3	3	100			
BAF	6	6	100							4	1	25			
BOU				1	1	100	2	2	100						
BRO										3	3	100	1	1	100
CHE	23	1	4	4		0	3	0	0	31	28	90			
EPI	2	1	50	7	2	29	16	15	94	16	10	62.5			
GAR	1	1	100	18	3	17	1	0	0	11	10	91			
GOU	24	0	0	13	0	0				2	1	50			
HOT	1	1	100							1	0	0			
LOF	2	1	50							7		0			
PER				12	7	58	2	1	50						
PES							3	0	0	5	0	0	2	0	0
ROT				3	1	33	3	1							
TAN	1	0	0	1	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0
VAI	3	3	100	8	2	25				4	1	25			
VAN	26	7	27	1		0				1	1	100			
Total	89	21	24	68	16	24	32	19	59	89	58	65	4	1	25

Tableau 15 : Effectifs bruts et pourcentages de juvéniles de l'année (notés 0+) échantillonnés en 2007 dans les lônes de Belley.

5.4 Bilan et Perspectives

Le changement de débit réservé et les travaux de réhabilitation des lônes réalisés au cours de l'année 2005 dans le secteur de Belley devraient avoir des conséquences sur la structure du peuplement de poissons de cette section court-circuitée.

Dans le Vieux-Rhône, les résultats de l'échantillonnage de la faune piscicole réalisé en septembre 2007 confirment les connaissances acquises en 2004, 2005 et 2006. Les populations de poissons du Vieux-Rhône de Belley sont généralement en bonne santé avec une proportion importante de poissons échantillonnés ayant intégré la fraction reproductrice des populations. Néanmoins, les résultats obtenus en 2006 et 2007 sont moins démonstratifs que ceux acquis antérieurement en raison de la très forte diminution de l'abondance de certaines espèces dans les échantillons (ombre commun, vandoise, vairon, hotu, loche franche). Cette observation ne reflète probablement pas une diminution significative des effectifs de ces espèces dans le Vieux-Rhône de Belley mais est probablement due aux conditions d'échantillonnage (historique des débits avant la date de pêche, météorologie...). Le calcul des métriques indicatrices des changements de qualité d'habitat induites par l'augmentation du débit réservé montre qu'il est encore trop tôt pour mesurer les effets de ces modifications des conditions d'habitats hydrauliques sur les populations de poissons de ce secteur.

Après réhabilitation, les lônes possèdent des caractéristiques morphodynamiques différentes. La Lône des Luisettes a été réhabilitée dans sa partie amont qui est alimentée principalement par le sous-écoulement du Rhône. Cette lône présente donc deux parties distinctes : l'amont avec une température relativement fraîche et une eau très limpide et une partie aval, inchangée, dont les rives sont colonisées par une importante végétation aquatique et une ripisylve importante. Elle abrite une faune diversifiée. La lône Moiroud a été curée et sa profondeur a été augmentée. En septembre 2007, elle était encore en cours de recolonisation et son état devrait encore évoluer rapidement au cours des deux prochaines années. Elle a conservé une faune lénitophile (rotengle, tanche), le suivi futur montrera vers quel profil fonctionnel elle évolue. La Lône Béard a été très rapidement colonisée par la végétation aquatique et semble abriter assez peu de poissons. La Lône Fournier apparaît comme hétérogène avec une partie amont avec un substrat grossier (galets), alimentée par le sous-écoulement et présentant des rives colonisées par la renouée du Japon. La partie aval est peu profonde avec un substrat variable et peu d'abris pour les poissons, la végétation aquatique est rare ou peu dense, ce qui explique sans doute le faible nombre d'espèces échantillonnées. Les caractéristiques morphologiques de l'Anse de Yenne ont relativement évolué à la suite des crues qui ont suivi les travaux de réhabilitation, transformant un milieu initialement courant (présence de truites en 2005) en une annexe plutôt lentique. Elle abrite aujourd'hui une faune piscicole mixte et relativement pauvre (peu d'abris et faible profondeur).

Le suivi post-restauration réalisé en 2007 ne montre pas d'évolution majeure des caractéristiques du peuplement piscicole du chenal après augmentation du débit réservé.

Dans les lônes, les caractéristiques géomorphologiques et écologiques (colonisation par la végétation en particulier) sont en phase d'évolution après les travaux de réhabilitation et la faune piscicole reflète cet état d'évolution rapide des conditions de milieu.

6 PEUPEMENT PISCICOLE VIEUX RHÔNE DE BRÉGNIER-CORDON ET DES LÔNES (CHANTEMERLE, GRANGES, VACHON, CERISIER, MATTANT, MOLOTTE, PONTON)

6.1 Rappel du contexte et des objectifs

Le site de Brégnier-Cordon a fait l'objet de travaux de réhabilitation de lômes qui ont débuté fin 2005. Le débit réservé dans le Vieux-Rhône, est actuellement modulé comme suit :

Janvier, février, mars : $80 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Avril, mai : $100 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Juin, juillet, août : $150 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Septembre, octobre : $100 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Novembre, décembre : $80 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

La modification des caractéristiques hydrologiques prévue dans le programme de restauration assure un débit minimum de $65 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ en amont de la confluence avec le Guiers au lieu de $25 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ initialement.

Parmi les lômes faisant l'objet d'un projet de réhabilitation, sept sont intégrées au suivi piscicole du programme de restauration (Lôme de Chantemerle, Lôme Vachon, Lôme des Cerisiers, Lôme des Granges, Lôme du Ponton, Lôme Mattant, Lôme des Molottes). La réhabilitation de la Lôme de la Plaine a été abandonnée.

Le rapport décrivant l'état initial a mentionné les caractéristiques majeures du peuplement piscicole du secteur de Brégnier-Cordon (Olivier *et al.* 2005), les principales conclusions sont les suivantes :

- 28 espèces de poissons ont été échantillonnées lors des deux campagnes de pêches réalisées en 2004, dont 2 espèces de salmonidés (truite fario et ombre commun) et 17 espèces de cyprinidés ; ces espèces sont pour la plupart très communes dans le Haut Rhône. Le sandre et la lote, échantillonnés lors de pêches réalisées entre 1989 et 1997, n'ont pas été trouvés en 2004-2005. Le Pseudorasbora (espèce introduite à la fin des années 1980 dans le bassin du Rhône) a été trouvé pour la première fois à Brégnier-Cordon en octobre 1994.
- Les espèces les plus fréquemment capturées dans le RCC de Brégnier-Cordon sont : le chevaine, le goujon et le barbeau fluviatile. Le chevaine est l'espèce qui présente la plus forte fréquence d'occurrence dans tous les milieux prospectés.
- Les données collectées en 2004 et 2005 n'ont pas révélé de différences fondamentales au sein du peuplement entre l'amont et l'aval du seuil des Molottes, ce qui témoigne probablement de la capacité des poissons à circuler au sein du Vieux-Rhône.
- Les quatre espèces les plus abondantes après le chevaine sont le goujon (13.4%), le barbeau (9.5%), le spirin (8.9%) et le hotu (6.3%) mais les effectifs capturés sont plus faibles qu'il y a une dizaine d'années en regard de la capacité d'accueil du Vieux-Rhône.
- Les espèces limnophiles (bouvière, épinoche, tanche) sont également présentes en amont et en aval du seuil mais avec des effectifs très faibles.

- Peuplement piscicole -

- Il semblerait que la détérioration de la qualité du peuplement soit postérieure à 1994. La présence du seuil des Molottes a probablement induit une augmentation de la sédimentation dans le secteur sous influence de ce seuil (effet négatif sur la qualité des habitats fréquentés habituellement par les espèces rhéophiles (hotu, truite, ombre commun, barbeau)).
- Huit lônes ont été prospectées dans le cadre de l'établissement de l'état initial avant restauration (lône de Chantemerle, lône Vachon, lône des Cerisiers, lône des Granges, lône de la Plaine, lône du Ponton, lône Mattant, lône des Molottes).
- La lône de Chantemerle, située en amont de la retenue de l'aménagement de Brégnier-Cordon est un milieu très pauvre d'un point de vue piscicole.
- Parmi les lônes situées dans la section court-circuitée, la lône des Cerisiers est la plus riche (18 espèces) et celle qui présente les effectifs échantillonnés les plus importants. La richesse spécifique et les abondances sont très faibles dans la lône Vachon. La lône des Granges ne possédant que quelques mares en eau n'abrite que très peu de poissons. Les deux lônes partiellement en eau (Molottes et Mattant) ne présentent pas suffisamment de surfaces en eau pour accueillir une faune piscicole abondante et ne renferment que quelques individus de petites tailles.
- Les surfaces en eau dans la lône du Ponton sont très réduites et la capacité d'accueil pour les poissons est de ce fait très limitée.

Les simulations de la qualité de l'habitat des poissons dans le Vieux Rhône ont été actualisées à l'aide de la méthode des 'microhabitats' *via* le logiciel Estimhab. Les modélisations de qualité de l'habitat indiquent que l'augmentation du débit favorise les espèces vivant dans des conditions rapides et/ou profondes (ombre, barbeau, ablette, hotu, vandoise) par rapport aux autres. Cependant, l'indice lié à la morphologie est intermédiaire à Brégnier-Cordon et le nombre de radiers marqués, favorables aux espèces rhéophiles (notamment en période de reproduction) est moins important qu'en Chautagne ou à Belley.

Le suivi post-restauration a débuté en septembre 2006. Son objectif est de mesurer sur le moyen terme les effets de la modification du débit réservé et le rôle des annexes restaurées pour les populations de poissons.

6.2 Stratégie d'échantillonnage

6.2.1 Stations d'étude

Deux stations ont été échantillonnées dans le Vieux-Rhône en 2004, 2005, 2006 et 2007 (Figure 8).

- une station située entre le barrage de Champagneux et le seuil des Molottes et incluant la Lône des noyés et la confluence avec le Guiers ;
- une station située entre le seuil des Molottes (à l'amont) et l'aval de la confluence avec la Lône Graviers-Grand-Jean (à l'aval), cette station inclut la lône dans sa moitié aval.

Sept lônes ont également été échantillonnées :

- Lône de Chantemerle,
- Lône Vachon,
- Lône des Cerisiers,
- Lône des Granges,
- Lône de la Plaine,
- Lône du Ponton,
- Lône Mattant,
- Lône des Molottes.

6.2.2 Protocole et et effort d'échantillonnage

La méthode d'échantillonnage utilisée est celle des échantillons ponctuels d'abondance (E.P.A.) (Nelva *et al.*, 1979 ; Persat et Olivier, 1991).

Une campagne de pêche est constituée d'un ensemble de points réalisés à une date donnée. 100 E.P.A. ont été effectués dans chaque station du chenal (soit 200 points au total) 25 E.P.A. dans chacune des lônes.

Dans le chenal et les lônes, l'échantillonnage a été réalisé en bateau, la partie amont de la Lône des Granges a été échantillonnée à pied. Le matériel utilisé est un générateur-transformateur de marque EFKO (modèle FEG 8000) qui délivre un courant continu dont l'intensité varie entre 3 et 5 ampères pour une tension variant entre 300 et 600 volts.

A chaque point d'échantillonnage, les poissons sont identifiés, mesurés et remis à l'eau.

Le plan d'échantillonnage mis en œuvre est le suivant (Tableau 16) :

Tableau 16 : Plan d'échantillonnage de la faune piscicole à Brégnier-Cordon (2006).

Date	Station	Nombre d'E.P.A.
10-22/08/2007	Chenal	200
23/08/2007	Lône des Granges	25
23/08/2007	Lône Vachon	25
23/08/2007	Lône des Cerisiers	25
24/08/2007	Lône Mattant	25
22/08/2007	Lône des Molottes	25
24/08/2007	Lône du Ponton	25
23/08/2007	Lône de Chantemerle	25

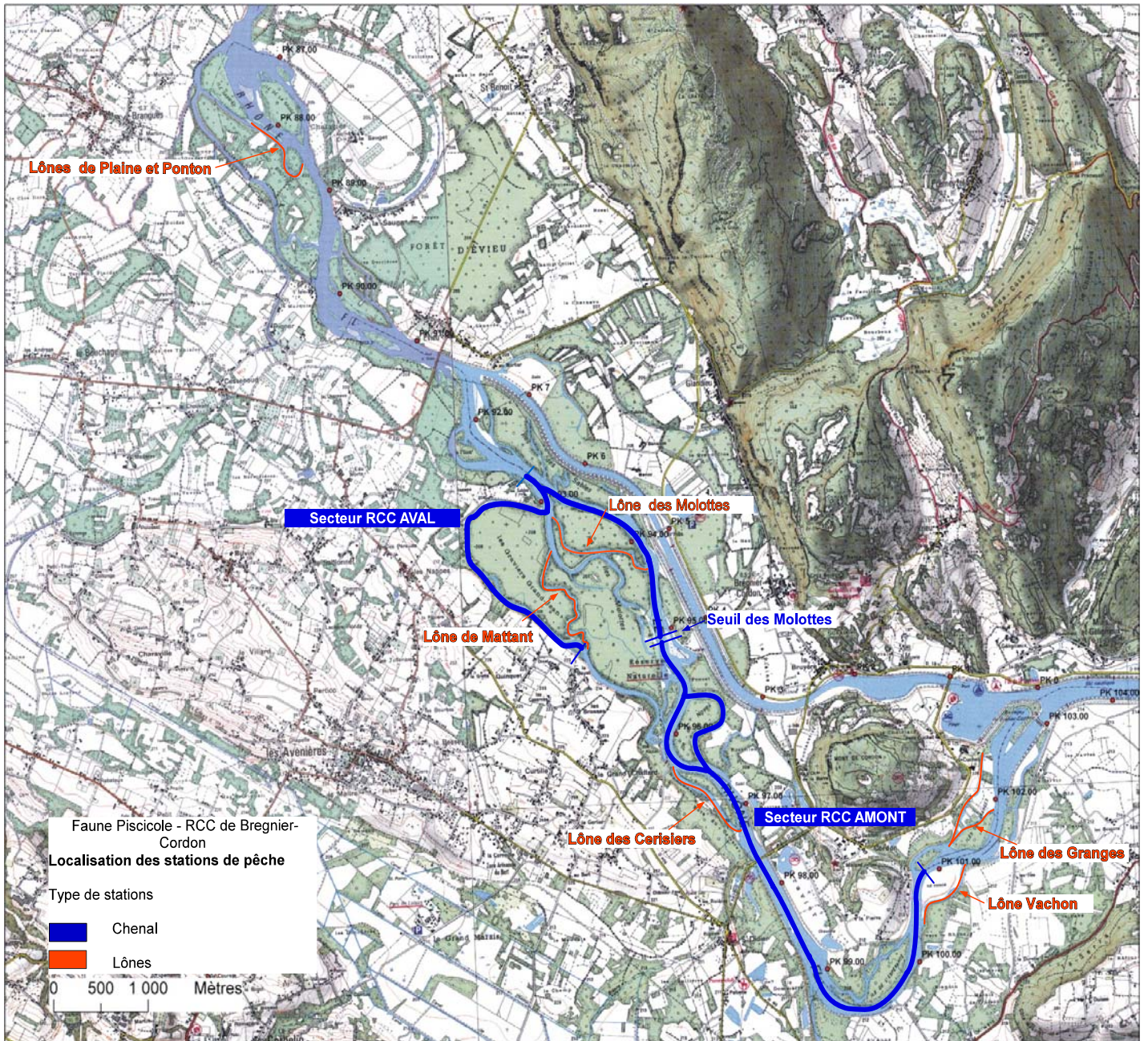


Figure 8 : Carte de localisation des stations de pêche dans le secteur de Brégnier-Cordon. La Lône de Chantemerle, située immédiatement en aval de la restitution de l'aménagement de Belley, ne figure pas sur ce plan.

6.3 Résultats

6.3.1 Liste faunistique et composition du peuplement

Lors de l'établissement de l'état initial, 28 espèces de poissons avaient été répertoriées. En 2007, 26 espèces ont été échantillonnées dans le Vieux-Rhône (Tableau 17) (manquent l'ombre commun et la carpe commune, trouvée uniquement dans la Lône des Molottes).

Le chevaine, le goujon, la perche commune et la tanche ont été rencontrés dans toutes les stations.

L'ablette, espèce généralement abondante dans ce secteur n'a été échantillonnée que dans le chenal et la Lône des Molottes.

Le hotu, le chabot et la truite n'ont été capturés que dans le chenal et les deux lônes courantes (Vachon et Mattant).

Le pseudorasbora a été trouvé dans la Lône des Granges et la Lône des Molottes.

Le rotengle est rare et n'a été échantillonné que dans la Lône des Molottes.

Une Lamproie de Planer a été échantillonnée dans la Lône Mattant.

Le sandre n'a été échantillonné que dans la Lône des Cerisiers.

Tableau 17 : Liste des espèces recensées à Brégner-Cordon lors de l'état initial et échantillonnées en 2007. La guildes de reproduction (une guildes est un groupe d'espèces qui utilisent le même type de support pour la reproduction) est indiquée pour chaque espèce (exceptée pour l'anguille qui se reproduit en mer). Les différentes guildes sont 1) **lithophile** : espèce qui dépose ses œufs sur un substrat grossier (blocs, galets, graviers), 2) **psammophile** : espèce qui dépose ses œufs sur du sable, 3) **phytophile** : espèce qui colle ses œufs sur la végétation immergée, 4) **phytolithophile** : espèce qui dépose ses œufs sur la végétation (voire sur du bois immergé) ou sur un substrat dur, 5) **ostracophile** : espèce qui dépose ses œufs dans une moule d'eau douce (genres *Unio* ou *Anodonta*), 6) **pélagophile** : espèce qui disperse ses œufs dans la colonne d'eau avant qu'ils ne retombent sur le substrat, et 7) **nest-guarder** : espèce qui construit et éventuellement garde un nid dans lequel sont déposés les œufs (définitions extraites de Balon, 1975). La truite et l'Ombre commun (espèces lithophiles) enfouissent leurs œufs dans le gravier.

Familles	Espèce		Code	Guildes de reproduction	2007
	Nom vernaculaire	Nom latin			
Salmonidés					
	Truite fario	<i>Salmo trutta fario</i> (L., 1758)	TRF	lithophile	X
	Ombre commun	<i>Thymallus thymallus</i> (L. 1766)	OBR	lithophile	
Esocidés					
	Brochet	<i>Esox lucius</i> (L., 1758)	BRO	phytophile	X
Cyprinidés					
	Gardon	<i>Rutilus rutilus</i> (L., 1758)	GAR	phyto-lithophile	X
	Blageon	<i>Leuciscus souffia</i> (Risso, 1826)	BLN	lithophile	X
	Vandoise	<i>Leuciscus leuciscus</i> (L., 1758)	VAN	lithophile	X
	Chevaine	<i>Leuciscus cephalus</i> (L., 1758)	CHE	lithophile	X
	Vairon	<i>Phoxinus phoxinus</i> (L., 1758)	VAI	lithophile	X
	Rotengle	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (L., 1758)	ROT	phytophile	X
	Tanche	<i>Tinca tinca</i> (L., 1758)	TAN	phytophile	X
	Ablette	<i>Alburnus alburnus</i> (L., 1758)	ABL	phyto-lithophile	X
	Spiralin	<i>Alburnoides bipunctatus</i> (Bloch, 1782)	SPI	lithophile	X
	Brème bordelière	<i>Blicca bjoerkna</i> (L., 1758)	BRB	phytophile	X
	Brème commune	<i>Abramis brama</i> (L., 1758)	BRE	phyto-lithophile	X
	Hotu	<i>Chondrostoma nasus</i> (L., 1758)	HOT	lithophile	X
	Bouvière	<i>Rhodeus sericeus</i> (Bloch, 1785)	BOU	ostracophile	X
	Goujon	<i>Gobio gobio</i> (L., 1758)	GOU	psammophile	X
	Pseudorasbora	<i>Pseudorasbora parva</i> (Chlegel, 1842)	PSR	phyto-lithophile	X
	Barbeau fluviatile	<i>Barbus barbus</i> (L., 1758)	BAF	lithophile	X
	Carpe commune	<i>Cyprinus carpio</i> (L., 1758)	CCO	phytophile	
Balitoridés					
	Loche franche	<i>Barbatula barbatula</i> (L., 1758)	LOF	lithophile	X
Ictaluridés					
	Poisson-chat	<i>Ameiurus melas</i> (Rafinesque, 1820)	PCH	nest-guarder	X
Anguillidés					
	Anguille	<i>Anguilla anguilla</i> (L., 1758)	ANG		X
Gastérostéidés					
	Epinoche	<i>Gasterosteus aculeatus</i> (L., 1758)	EPI	nest-guarder	X
Centrarchidés					
	Perche-soleil	<i>Lepomis gibbosus</i> (L., 1758)	PES	nest-guarder (sub. Indif.)	X
Percidés					
	Perche fluviatile	<i>Perca fluviatilis</i> (L., 1758)	PER	phytophile	X
	Grémille	<i>Gymnocephalus cernua</i> (L., 1758)	GRE	phyto-lithophile	X
Cottidés					
	Chabot	<i>Cottus gobio</i> (L., 1758)	CHA	nest-guarder, (spéléophile)	X

6.3.2 Structure du peuplement et évolution temporelle dans le Vieux-Rhône.

En 2007, le chevaine domine dans les échantillons et les abondances relatives des principales espèces sont les suivantes (Figure 9) :

- chevaine : 43 % des effectifs capturés
- ablette : 9 %
- goujon : 9 %
- barbeau fluviatile : 4 %
- perche-soleil : 4 %

Par rapport aux données collectées en 2004-2005 et 2006, le chevaine domine très largement dans les échantillons. Comme en Chautagne et à Belley, les effectifs capturés en 2007 sont très inférieurs à ceux des années précédentes (Tableau 18). Là encore l'hydrologie très variable au cours du printemps est très certainement responsable des résultats observés.

La proportion de 0+ dans les échantillons est également très faible en 2007 : 33% contre 59% en 2006. Le faible succès de la reproduction est très remarquable chez les espèces numériquement abondantes (chevaine, goujon, barbeau) (Tableau 19).

Tableau 18 : Effectifs bruts et abondances relatives des espèces capturées dans le chenal (200 EPA/campagne de pêche électrique) dans le Vieux-Rhône de Brégnier-Cordon : les données correspondant à la structure du peuplement avant augmentation du débit réservé (juillet 2006) sont les effectifs moyens par espèce calculés à partir des résultats des pêches d'automne de 2004-2005, les données post-augmentation de débit réservé correspondent aux pêches réalisées en automne 2006 et 2007.

Famille	Espèce	Code	2004-2005		2006		2007	
	Nom vernaculaire		Ab. abs.	Ab. rel.	Ab. abs.	Ab. rel.	Ab. abs.	Ab. rel.
Salmonidés								
	Truite fario	TRF	8	0.008	0		7	0.009
	Ombre commun	OBR	1	0.001	0		0	
Esocidés								
	Brochet	BRO	3	0.003	1	0.001	9	0.012
Cyprinidés								
	Gardon	GAR	37	0.039	9	0.008	20	0.027
	Blageon	BLN	3	0.003	0		11	0.015
	Vandoise	VAN	41	0.042	23	0.021	24	0.032
	Chevaine	CHE	352	0.363	265	0.244	322	0.434
	Vairon	VAI	25	0.025	4	0.004	11	0.015
	Tanche	TAN	4	0.004	9	0.008	14	0.019
	Ablette	ABL	28	0.029	179	0.165	68	0.092
	Spirilin	SPI	82	0.084	96	0.089	7	0.009
	Brème bordelière	BRB	17	0.018	22	0.020	5	0.007
	Brème commune	BRE	3	0.003	2	0.002	1	0.001
	Hotu	HOT	60	0.062	47	0.043	21	0.028
	Bouvière	BOU	13	0.013	7	0.006	20	0.027
	Goujon	GOU	129	0.133	169	0.156	66	0.089
	Barbeau fluviatile	BAF	95	0.097	189	0.174	33	0.044
Balitoridés								
	Loche franche	LOF	13	0.013	28	0.026	26	0.035
Ictaluridés								
	Poisson-chat	PCH	1	0.001	1	0.001	1	0.001
Anguillidés								
	Anguille	ANG	3	0.003	1	0.001	3	0.004
Gastérostéidés								
	Epinoche	EPI	8	0.008	1	0.001	14	0.019
Centrarchidés								
	Perche-soleil	PES	8	0.008	9	0.008	29	0.039
Percidés								
	Perche fluviatile	PER	30	0.030	8	0.007	22	0.030
	Grémille	GRE	7	0.007	14	0.013	1	0.001
Cottidés								
	Chabot	CHA	2	0.002	0		7	0.009
Effectif total			972		1084		742	
Nombre d'espèces			25		21		24	

La simulation de la qualité de l'habitat des poissons réalisée avec la méthode des 'microhabitats' (logiciel Estimab) a permis de calculer l'évolution des surfaces utiles pour des guildes de poissons et quelques espèces comme l'ombre commun, qui, comme le barbeau fluviatile, devrait bénéficier de l'augmentation du débit réservé. Cependant, l'indice lié à la morphologie est intermédiaire à Brégnier-Cordon et le nombre de radiers marqués, favorables

aux espèces rhéophiles (notamment en période de reproduction) est moins important qu'en Chautagne ou à Belley (Olivier *et al.*, 2005).

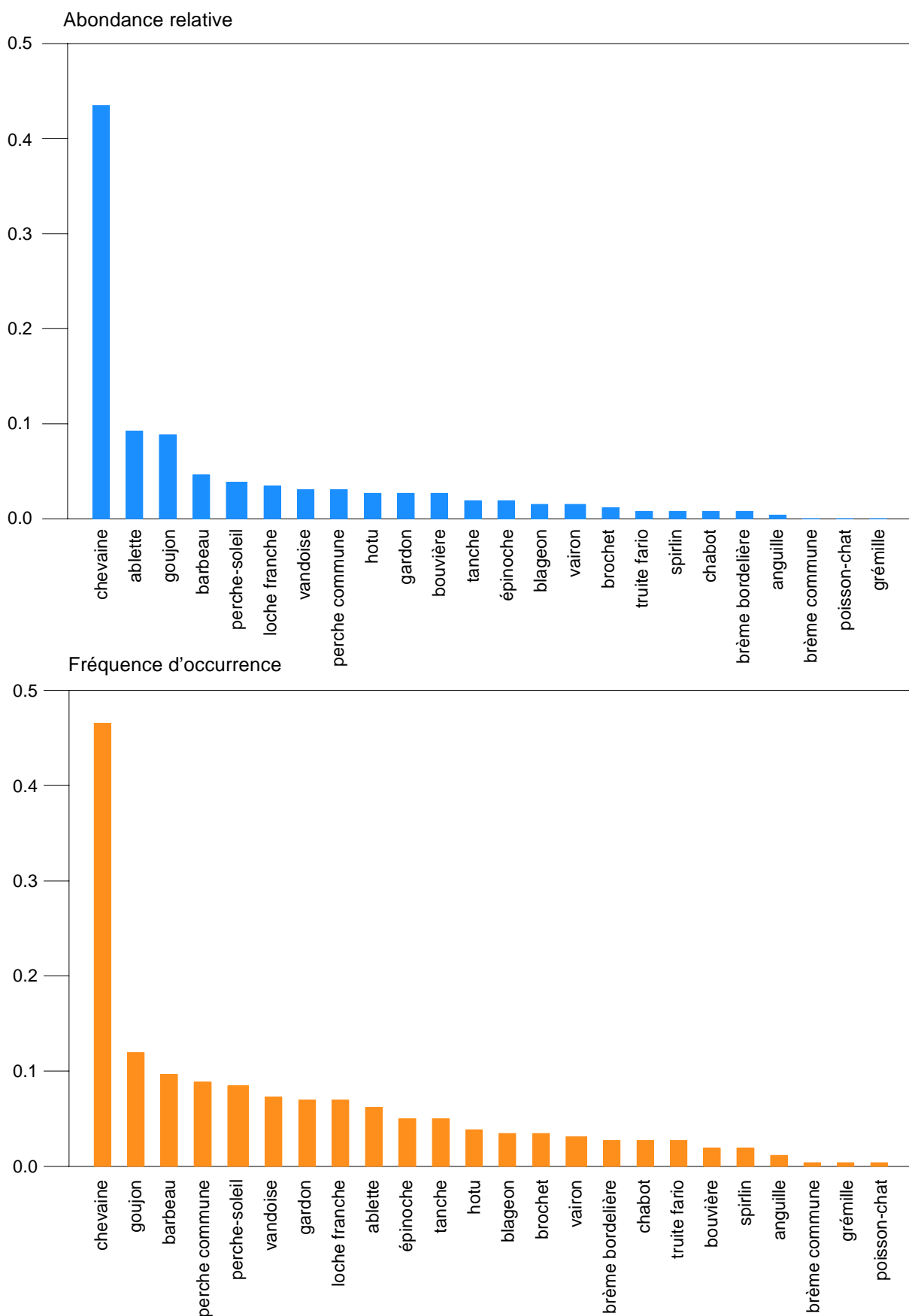


Figure 9 : Abondances relatives (en haut) et fréquences d'occurrence (en bas) des espèces échantillonnées dans le Vieux-Rhône de Brégnier-Cordon en 2007.

- Suivi Haut-Rhône -

Espèces	Effectif total	Nb 0+	Pourcentage 0+
ABL	68	19	28
ANG	3	0	0
BAF	33	16	48
BLN	11	1	9
BOU	20	4	20
BRB	5	1	20
BRE	1	2	100
BRO	9	9	100
CHA	7	2	29
CHE	322	57	18
EPI	14	12	86
GAR	20	14	70
GOU	66	45	68
GRE	1	1	100
HOT	21	18	86
LOF	26	14	54
PCH	1	0	0
PER	22	12	55
PES	29	1	3
SPI	7	0	0
TAN	14	0	0
TRF	7	3	43
VAI	11	6	55
VAN	24	9	38
Total	742	246	33

Tableau 19 : Effectifs bruts et pourcentages de juvéniles de l'année (notés 0+) échantillonnés en 2007 dans le Vieux-Rhône de Brégnier-Cordon.

Le calcul des métriques proposées dans le tableau de bord du suivi scientifique du programme décennal de restauration hydraulique et écologique du Rhône (« **proportion d'espèces d'eaux vives** » (abondance relative des espèces barbeau, spirin, blageon, loche franche, chabot) et « **proportion d'espèces d'eaux courantes** » (ombre, barbeau, ablette, hotu, vandoise)) donne les résultats suivants :

Tableau 20 : Proportion d'espèces d'eaux vives et d'eaux courantes dans le Vieux-Rhône de Brégnier-Cordon en 2005, 2006 et 2007.

Métriques (RCC Brégnier-Cordon)	2005	2006	2007
Proportion d'espèces d'eaux vives	0.20	0.29	0.11
Proportion d'espèces d'eaux courantes	0.32	0.43	0.20

Les valeurs des deux métriques sont inférieures aux valeurs des années antérieures. Ceci tient principalement à l'augmentation de la proportion de chevaines dans les échantillons et des abondances relativement faibles de barbeaux, hotus, vandoises, ablettes et spirin (Figure 10). Comme les années précédentes, ce résultat doit être relativisé en regard de l'évolution à moyen terme du peuplement piscicole du Vieux-Rhône de Brégnier-Cordon.

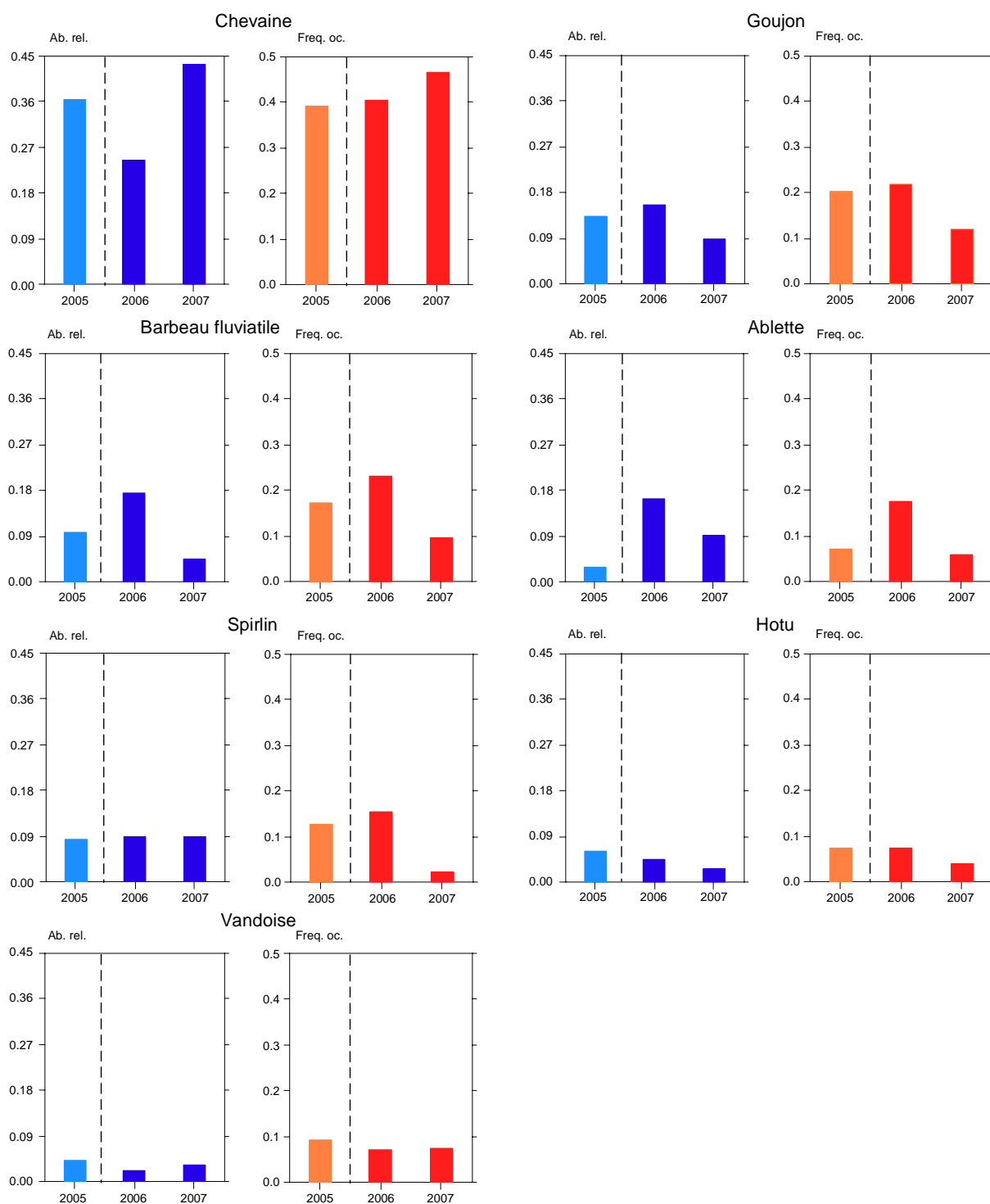


Figure 10 : Abondances relatives (en bleu) et fréquences d'occurrence (en orange et rouge) de sept espèces les mieux représentées dans le Vieux-Rhône de Brégnier-Cordon avant et après modification du débit réservé, symbolisée par le trait en pointillés.

6.3.3 Peuplement piscicole des lômes

Le nombre d'espèces échantillonnées dans les lômes est relativement important (entre 12 et 16) (Tableau 21).

Les lômes suivies ont des caractéristiques morphologiques et hydrauliques différentes.

La Lône Vachon et la Lône Mattant ont été ouvertes à l'amont et à l'aval et sont plus ou moins courantes sur tout leur linéaire. 12 espèces ont été échantillonnées dans la Lône Vachon (dont la truite), ces espèces ont des exigences variées et correspondent en grande partie aux espèces présentes dans le chenal principal. 14 espèces ont été répertoriées dans la Lône Mattant (dont la truite et la lamproie de Planer), ces espèces sont principalement rhéophiles (loche franche, barbeau, hotu, vandoise).

La Lône des Granges est un chenal de crue à fond de galets et comportant une partie aval profonde et stagnante, les eaux sont limpides et la végétation aquatique localement abondante. 13 espèces de poissons y ont été échantillonnées. La brème commune, la bouvière et l'épinoche (44% des effectifs) et la perche soleil (20%) sont les espèces dominantes. Parmi les espèces cibles des lônes, le brochet, la tanche et la bouvière ont été échantillonnées mais avec de effectifs très faibles.

La Lône des Cerisiers a été modifiée dans sa partie amont, elle a conservé ses caractéristiques initiales sur la majeure partie de son cours. 15 espèces (248 individus) ont été rencontrées. Les espèces présentes ont des exigences écologiques variables, la forte diversité d'habitats de la lône explique leur présence. La présence d'arbres morts partiellement immergés dans la partie médiane de la lône offre des abris pour les adultes de gardon, chevaine et vandoise. Les herbiers sont favorables aux épinoches, les petits radiers aux loches franches et aux goujons.

Les lônes du Ponton et des Molottes ont des configurations similaires. Le nombre d'espèces (16) et de poissons (513) échantillonnés dans la Lône des Molottes témoigne de la forte fréquentation de cette lône par les poissons. Cette lône abrite des très jeunes stades de développement de poissons (bouvière, brème bordelière, brème commune, goujon, pseudorasbora, épinoche, gardon, chevaine) et joue un rôle de site de protection et de croissance pour ces juvéniles. Ces résultats confirment ceux obtenus en 2006.

Les effectifs (421) et la richesse spécifique (12) sont un peu plus faibles dans la Lône du Ponton, les juvéniles de chevaines, de gardons, de bouvière et de goujons dominent dans les échantillons. La tanche est également présente. Cette lône constitue donc une zone de reproduction et de croissance de qualité pour de nombreuses espèces, y compris pour le brochet.

Ces deux lônes (Molottes et Ponton) constituent zones de reproduction et de croissance de qualité pour de nombreuses espèces, y compris pour le brochet (Tableau 22).

La Lône de Chantemerle n'a pas été modifiée, l'ichtyofaune y est très pauvre (13 espèces et 56 individus péchés) et dominée par le chevaine (43% des effectifs capturés).

Les abondances brutes des espèces cibles en 2007 sont :

Lônes	rotengle	tanche	bouvière	brochet
Chantemerle	0	3	2	0
Granges	0	14	14	1
Vachon	0	1	0	1
Cerisiers	0	7	6	2
Mattant	0	1	0	1

- Suivi Haut-Rhône -

Molottes	6	26	161	6
Ponton	0	11	119	0

Ces valeurs mettent en évidence les différences entre les lônes fermées à l'amont et relativement profondes (Molottes, Ponton et accessoirement Granges) et les autres. La reproduction du brochet a été très importante en 2007 comme en témoignent les effectifs de juvéniles de l'année capturés.

Les abondances relatives des espèces phytophiles et phyto-lithophiles sont :

Lônes	2006	2007
Chantemerle	15%	25%
Granges	45%	20%
Vachon	19%	12%
Cerisers	5%	21%
Mattant	16%	3%
Molottes	54%	43%
Ponton	61%	24%

Ces pourcentages sont variables d'une année à l'autre mais restent importants dans les lônes des Molottes, Ponton, Granges et Cerisers dont les caractéristiques d'habitat et en particulier la présence de macrophytes et de bois morts sont favorables aux espèces phytophiles et phyto-lithophiles.

Tableau 21 (page suivante) : Abondances absolues et relatives des espèces échantillonnées dans les lônes de Brégner-Cordon en 2006. La guildes de reproduction est indiquée pour chaque espèce. Les différentes guildes sont 1) lithophile : espèce qui dépose ses œufs sur un substrat grossier (blocs, galets, graviers), 2) psammophile : espèce qui dépose ses œufs sur du sable, 3) phytophile : espèce qui colle ses œufs sur la végétation immergée, 4) phytolithophile : espèce qui dépose ses œufs sur la végétation (voire sur du bois immergé) ou sur un substrat dur, 5) ostracophile : espèce qui dépose ses œufs dans une moule d'eau douce (genres *Unio* ou *Anodonta*), 6) pélagophile : espèce qui disperse ses œufs dans la colonne d'eau avant qu'ils ne retombent sur le substrat, et 7) nest-guarder : espèce qui construit et éventuellement garde un nid dans lequel sont déposés les œufs (définitions extraites de Balon, 1975).

- Suivi Haut-Rhône -

Famille	Espèce Nom vernaculaire	Code	Guilde de reproduction	Granges		Granges		Vachon		Vachon		Cerisiers		Cerisiers		Mattant		Mattant	
				2006		2007		2006		2007		2006		2007		2006		2007	
				Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.
Petromizontidés	Lamproie de Planer	LPP	lithophile															1	0.01
Salmonidés	Truite	TRF	lithophile					2	0.01	1	0.02							5	0.03
Esocidés	Brochet	BRO	phytophile			1	0.00			1	0.02			2	0.01			1	0.01
Cyprinidés	Gardon	GAR	phyto-lithophile			19	0.09	1	0.00	1	0.02			37	0.15			1	0.01
	Vandoise	VAN	lithophile											36	0.15			13	0.09
	Chevaîne	CHE	lithophile			18	0.08			18	0.35			34	0.14			71	0.49
	Vairon	VAI	lithophile			1	0.00	4	0.01			1	0.00	2	0.01	1	0.01		
	Rotengle	ROT	phytophile									2	0.00						
	Tanche	TAN	phytophile	4	0.05	14	0.06	5	0.02	1	0.02	6	0.01	7	0.03	1	0.01	1	0.01
	Ablette	ABL	phyto-lithophile					1	0.00			109	0.22			23	0.14		
	Brème bordelière	BRB	phytophile									112	0.23	1	0.00				
	Brème commune	BRE	phyto-lithophile	24	0.32	6	0.03					3	0.01						
	Hotu	HOT	lithophile							2	0.04							10	0.07
	Bouvière	BOU	ostracophile	14	0.19	14	0.06	12	0.04			46	0.09	6	0.02	6	0.04		
	Goujon	GOU	psammophile	2	0.03	1	0.00	83	0.31	3	0.06	96	0.20	19	0.08	32	0.19	11	0.08
	Pseudorasbora	PSR	phyto-lithophile	5	0.07	1	0.00					34	0.07						
	Barbeau fluviatile	BAF	lithophile					14	0.05	8	0.16	1	0.00	3	0.01	4	0.02	13	0.09
	Carpe commune	CCO	phytophile																
Balitoridés	Loche franche	LOF	lithophile	3	0.04	4	0.02	55	0.20	7	0.14	1	0.00	67	0.27			14	0.10
Ictaluridés	Poisson-chat	PCH	nest-guarder					1	0.00			2	0.00						
Anguillidés	Anguille	ANG																	
Gastérostéidés	Epinoche	EPI	nest-guarder	11	0.15	96	0.44	16	0.06					25	0.10	1	0.01	2	0.01
Centrarchidés	Perche-soleil	PES	nest-guarder	5	0.07	43	0.20			6	0.12	12	0.02	5	0.02	6			
Percidés	Perche fluviatile	PER	phytophile			2	0.01	7	0.03	2	0.04			2	0.01	2	0.01	1	0.01
	Grémille	GRE	phyto-lithophile							1	0.02								
	Sandre	SAN	phyto-lithophile											2	0.01				
Cottidés	Chabot	CHA	nest-guarder															1	0.01
Effectif total				68		220		201		51		425		248		76		145	
Nombre d'espèces				8		13		12		12		13		15		9		14	

- Suivi Haut-Rhône -

Famille	Espèce	Code	Guilde de reproduction	Molottes		Molottes		Ponton		Ponton		Chantemerle		Chantemerle	
				2006		2007		2006		2007		2006		2007	
	Nom vernaculaire			Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.
Petromizontidés	Lamproie de Planer	LPP	lithophile												
Salmonidés	Truite	TRF	lithophile												
Esocidés	Brochet	BRO	phytophile			6	0.01							3	0.05
Cyprinidés	Gardon	GAR	phyto-lithophile			24	0.05	1	0.00	76	0.18				
	Vandoise	VAN	lithophile							11	0.03			2	0.04
	Chevaine	CHE	lithophile			72	0.14			91	0.22			24	0.43
	Vairon	VAI	lithophile					4	0.01			1	0.00		
	Rotengle	ROT	phytophile			6	0.01								
	Tanche	TAN	phytophile	4	0.05	26	0.05	5	0.02	11	0.03			3	0.05
	Ablette	ABL	phyto-lithophile			6	0.01	1	0.00			133	0.60		
	Brème bordelière	BRB	phytophile			39	0.08			2	0.00	2	0.01	1	0.02
	Brème commune	BRE	phyto-lithophile	24	0.32	46	0.09			1	0.00				
	Hotu	HOT	lithophile												
	Bouvière	BOU	ostracophile	14	0.19	161	0.31	12	0.04	119	0.28	20	0.09	2	0.04
	Goujon	GOU	psammophile	2	0.03	38	0.07	83	0.31	92	0.22	29	0.13	8	0.14
	Pseudorasbora	PSR	phyto-lithophile	5	0.07	59	0.12			5	0.01				
	Barbeau fluviatile	BAF	lithophile			1	0.00	14	0.05	2	0.00			2	0.04
	Carpe commune	CCO	phytophile			1	0.00								
Balitoridés	Loche franche	LOF	lithophile	3	0.04			55	0.20					1	0.02
Ictaluridés	Poisson-chat	PCH	nest-guarder					1	0.00						
Anguillidés	Anguille	ANG												1	0.02
Gastérostéidés	Epinoche	EPI	nest-guarder	11	0.15	14	0.03	16	0.06						
Centrarchidés	Perche-soleil	PES	nest-guarder	5	0.07	7	0.01			7	0.02	7	0.03	2	0.04
Percidés	Perche fluviatile	PER	phytophile			7	0.01	7	0.03	4	0.01			5	0.09
	Grémille	GRE	phyto-lithophile											2	0.04
	Sandre	SAN	phyto-lithophile												
Cottidés	Chabot	CHA	nest-guarder												
Effectif total				68		513		199		421		192		56	
Nombre d'espèces				8		16		11		12		6		13	

- Suivi Haut-Rhône -

Espèces	Lône de Chantemerle			Lône des Granges			Lône Vachon			Lône des cerisiers			Lône Mattant			Lône des Molottes			Lône du Ponton		
	Eff. Tot.	Nb 0+	% 0+	Eff. Tot.	Nb 0+	% 0+	Eff. Tot.	Nb 0+	% 0+	Eff. Tot.	Nb 0+	% 0+	Eff. Tot.	Nb 0+	% 0+	Eff. Tot.	Nb 0+	% 0+	Eff. Tot.	Nb 0+	% 0+
ABL	0			0			0			0			0			6	6	100	0		
ANG	1	0	0	0			0			0			0			0			0		
BAF	2	0	0	0			8	0	0	3	2	67	13	1	8	1	1	100	2	2	100
BOU	2	1	50	14	14	100	0			6	5	83	0			161	148	92	119	62	52
BRB	1	0	0	0			0			1	0	0	0			39	38	97	2	2	100
BRE	0			6	6	100	0			0			0			46	43	93	1	1	100
BRO	3	3	100	1	1	100	1	1	100	2	2	100	1	1	100	6	6	100	0		
CCO	0			0			0			0			0			1	1	100	0		
CHA	0			0			0			0			1	0	0	0			0		
CHE	24	4	17	18	15	83	18	3	17	34	4	12	71	6	8	72	68	94	91	75	82
EPI	0			96	91	95	0			25	19	76	2	1	50	14	8	57	0		
GAR	0			19	19	100	1	0	0	37	34	92	1	0	0	24	23	96	76	76	100
GOU	8	7	88	1	1	100	3	3	100	19	14	74	11	2	18	38	30	79	92	58	63
GRE	2		0	0			1	0	0	0			0			0			0		
HOT	0			0			2	0	0	0			10	0	0	0			0		
LOF	1	0	0	4	2	50	7	3	43	67	45	67	14	7	50	0			0		
LPP	0			0			0			0			1	0	0	0			0		
PCH	0			0			0			0			0			0			0		
PER	5	4	80	2	1	50	2	0	0	2	1	50	1	0	0	7	7	100	4	0	0
PES	2	0	0	43	1	2	6	0	0	5	0	0	0			7	0	0	7	0	0
PSR	0			1		0	0			0			0			59	46	78	5	0	0
ROT	0			0			0			0			0			6	5	83	0		
SAN	0			0			0			2	1	50	0			0			0		
TAN	3	0	0	14	1	7	1	0	0	7	1	14	1	0	0	26	2	8	11	1	9
TRF	0			0			1	1	100	0			5	2	40	0			0		
VAI	0			1	1	100	0			2	1	50	0			0			0		
VAN	2	0	0	0			0			36	6	17	13	2	15	0			11	11	100
Total	55	19	35	220	153	70	51	11	22	248	135	54	145	22	15	513	432	84	421	288	68

Tableau 22 : Effectifs bruts et pourcentages de juvéniles de l'année (notés 0+) échantillonnés en 2007 dans les lônes de Brénier-Cordon.

6.4 Bilan et Perspectives

Le suivi du Vieux-Rhône de Brégnier-Cordon a débuté en 2006 après modification du débit réservé et réhabilitation des lônes.

Le suivi piscicole du chenal a mis en évidence une structure de peuplement un peu mieux équilibrée que celle décrite lors de l'état initial. Comme en Chautagne et à Belley, l'année 2007 est caractérisée par une hydrologie printanière contrastée et un succès de reproduction assez mauvais pour la majorité des espèces, excepté pour le brochet.

Parmi les lônes réhabilitées, 7 font l'objet d'un suivi piscicole. La faune échantillonnée dans ces milieux reflète bien la structure et la diversité des habitats présents dans chacune des lônes. Les travaux de réhabilitation ont été effectués fin 2005 – début 2006 et la plupart des lônes doivent être considérées comme des milieux « neufs » qui devraient évoluer rapidement. Les deux bras courant (Vachon et Mattant) possèdent une faune piscicole très similaire à celle du Vieux-Rhône. La Lône des Cerisiers possède de nombreuses embâcles qui constituent des abris importants pour les poissons de grande taille (chevaine, vandoise, perche commune). Les lônes des Molottes et du Ponton constituent de bonnes nurseries pour les juvéniles de cyprinidés.

Le suivi futur devrait permettre, comme à Belley de mieux caractériser le rôle fonctionnel de ces lônes.

La Figure 11 offre une vision globale de la typologie des différents milieux échantillonnés après restauration (Vieux-Rhône et lônes). Cette figure montre que les Vieux-Rhône, malgré leurs spécificités respectives, se distinguent des lônes. Ces dernières s'ordonnent également en fonction de la proportion d'individus appartenant à des espèces plutôt caractéristiques des Vieux-Rhône courants (barbeau, chevaine, goujon, vairon, truite) d'une part, et de la proportion d'individus appartenant à des espèces plutôt caractéristiques des lônes stagnantes (épineche, tanche, bouvière, rotengle et gardon) d'autre part. Sur cette figure l'ensemble des données acquises après restauration ont été mutualisées. Le bilan du suivi réalisé en 2009 devra prendre en considération l'évolution temporelle des milieux depuis leur restauration, en particulier de certaines lônes (Anse de Yenne, Cerisiers, Béard...).

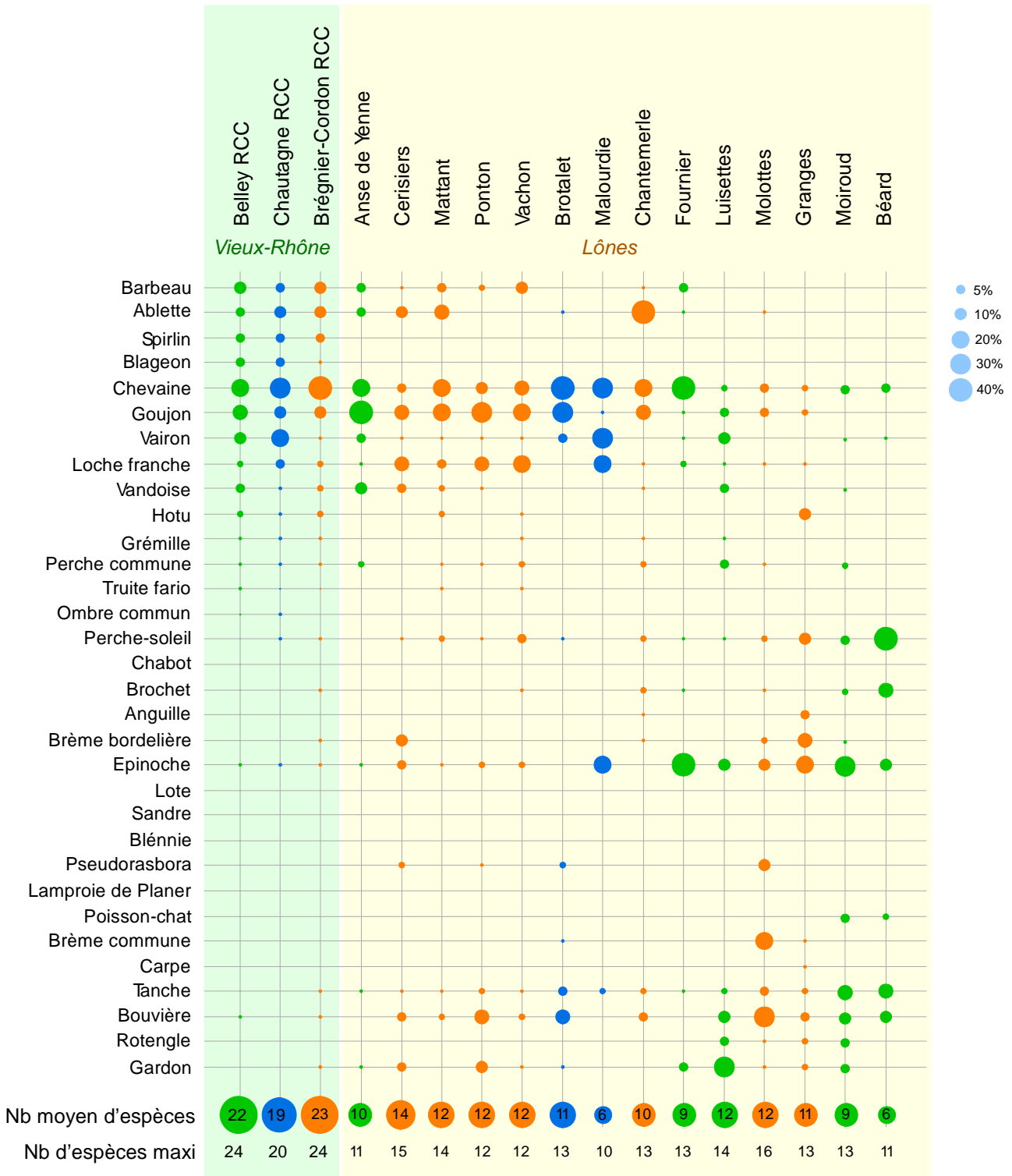


Figure 11 : Abondances relatives moyennes (%ages) des espèces de poissons échantillonnées dans le Haut-Rhône lors du suivi post-restauration : en bleu, secteur de Chautagne, en vert, secteur de Belley, en orange, secteur de Brégnier-Cordon. Le nombre moyen d'espèces rencontrées par site (Vieux-Rhône et lônes) après restauration est indiqué ainsi que le nombre maximum d'espèces enregistré sur la période considérée (2004-2007 pour Chautagne, 2005-2007 pour Belley, 2006-2007 pour Brégnier-Cordon).

7 MACROINVERTÉBRÉS DU CHENAL – SUIVI DU VIEUX RHÔNE DE BELLEY

7.1 Rappel du contexte et objectifs

La distribution des invertébrés benthiques 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 décennal 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 et d'autre part, à établir des scénarios de modifications biocénotiques en fonction des changements hydrauliques associés aux augmentations de débit dans les Rhône Court-Circuités (RCC).

Ce rapport reprend les résultats obtenus dans le cadre du suivi de niveau 2 et présente dans un premier temps des modèles permettant d'estimer les effets potentiels de la restauration des débits dans les RCC du Haut-Rhône sur les densités de divers taxons d'invertébrés benthiques. Ce travail repose sur l'utilisation du modèle d'habitat statistique FSTress (Lamouroux, 1997, <http://www.lyon.cemagref.fr/bea/lhq/stathab.htm>) adapté aux invertébrés benthiques. Ce modèle 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 données nécessaires pour la modélisation de la réponse des peuplements d'invertébrés aux changements de conditions hydrauliques dans les RCC du Haut-Rhône (suivi de niveau 2, Chautagne, Belley, Brégnier Cordon et Miribel) ont été acquises dans le cadre de l'étude des états initiaux (suivi de niveau 1, Olivier *et al.*, 2004, Méricoux & Dolédec, 2004, 2005). Les études post-restauration en cours d'acquisition permettront de valider les prédictions des modèles.

En raison des conditions hydrologiques du printemps 2007 et des conditions de débit et de turbidité dans le Vieux-Rhône de Belley, seule la campagne de septembre a pu être effectuée dans ce RCC. La campagne de printemps a été effectuée en 2008 pour cette raison les résultats du suivi post-restauration seront présentés dans le prochain rapport.

8 GÉOMORPHOLOGIE DES LÔNES

Dans le cadre du rapport « Caractérisation de l'état initial des Vieux-Rhône, deux objectifs d'étude ont été définis : déterminer l'espérance de vie d'une lône restaurée et mettre en évidence les modifications des conditions d'habitat induites par ces restaurations.

Pour répondre au premier objectif, deux variables de base vont être étudiées tout au long de nos campagnes de mesure : le taux de sédimentation (épaisseur des sédiments déposés sur une période de temps donnée) et la hauteur d'eau moyenne dans la lône susceptible d'enregistrer le comblement. Dans le rapport d'état initial, la question principale était de déterminer comment s'effectuait le comblement des bras. L'espérance de vie d'un bras est-elle modifiée par la restauration ?

La seconde question, relative aux conditions d'habitat est renseignée grâce aux prélèvements et analyses d'échantillons de sédiments fins composant les 5 premiers centimètres du fond du lit. Ces conditions d'habitat dépendent en effet 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 sera réalisé.

8.1 Méthodologie (méthode d'échantillonnage, méthode d'analyse des données)

8.1.1 Espérance de vie des lônes restaurées

Dans le cadre du projet de restauration des lônes du Haut Rhône, un suivi de la sédimentation était prévu, avec 5 points de contrôle par lône, chacun d'eux étant situés au centre du chenal. La sédimentation moyenne annuelle sera calculée en rapportant l'épaisseur moyenne observée à la durée de l'observation. En faisant le produit de la profondeur moyenne de la zone en eau par ce taux de sédimentation, on disposera de son espérance de vie.

8.1.2 Caractéristiques granulométriques de la lône

Afin de suivre la variabilité longitudinale des conditions granulométriques au cours du temps et évaluer la modification des conditions d'habitat suite aux travaux de restauration, 5 prélèvements de sédiments ont été réalisés sur chacun des sites à position fixe et à T-1, T+1, T+3, T+6, T+9 (en années, T0 étant l'année de la restauration) (Figure 12). La localisation des prélèvements rend compte des conditions sur l'ensemble du linéaire et des ensembles floristiques. Les prélèvements sont effectués dans le fond du lit sur les 5 premiers cm ; on établit ensuite pour chacun d'eux la courbe granulométrique classée afin de disposer des centiles suivants : D16, D50, D84 permettant de rendre compte des conditions médianes et de la dispersion.



Figure 12: Benne d'Heckmann et échantillons pour l'analyse granulométrique.

Les lônes concernées par un échantillonnage en 2007 sont les suivantes (Tableau 23) :

Tableau 23 : Récapitulatif des lônes concernées par un suivi sédimentaire en 2007 sur le Rhône.

	abréviation utilisée	état de connexion post-travaux
Chautagne		
Malourdie	MAL	restaurée, connectée aval avec Rhône
Brotalet	BRO	restaurée, connectée aval avec Rhône
Belley		
Luisettes	LUI	restaurée, connectée aval avec Séran
Moiroud	MOI	restaurée, connectée aval avec Luisettes
Fournier	FOU	restaurée, connectée aval avec Rhône
Béard	BEA	restaurée, connectée aval avec Rhône
Lucey	LUC	restaurée, connectée amont-aval
Anse de Yenne	YEN	restaurée, connectée amont-aval
Brégnier-Cordon		
Granges	GRA	restaurée, connectée aval avec Rhône
Vachon	VAC	restaurée, connectée amont-aval
Cerisier	CER	restaurée, connectée amont-aval
Mattant	MAT	restaurée, connectée amont-aval
Mollotes	MOL	restaurée, connectée aval avec Rhône
Plaine	PLA	non-restaurée, connectée aval avec Rhône

8.2 Résultats

8.2.1 Espérance de vie des lônes restaurées : sédimentation et hauteurs d'eau, analyse intralône, présentation des données brutes acquises

8.2.1.1 Données brutes –automne 2007

Dans le cadre du suivi scientifique du programme décennal de restauration du Haut Rhône treize lônes ont été étudiées sur le vieux Rhône de Chautagne, Belley et Brégnier-Cordon en 2007. La description de ces lônes a déjà été réalisée dans les précédents rapports.

Tableau 24 : Taux annuel moyen de sédimentation et hauteur d'eau moyenne (10 points par lône)

Chautagne	Taux annuel moyen de sédimentation (cm/an)				Hauteur d'eau moyenne T (cm)			
	T	T+1	T+2	T+3	T	T+1	T+2	T+3
MAL	29.93	14.62	11.47	7.7	74.4	106.02	96.42	121.6
BRO	15.47	5.57	6.06	6.56	104.6	161.28	93.34	104.6
Belley	T-1	T	T+1	T+2	T-1	T	T+1	T+2
LUI	0	0	0	0	110	102.5	98	113
MOI	1.22	11	11.12	6.27	67.2	115.46	110.59	108.67
FOU	0	0	0.83	0	61.67	125.2	96	89.83
BEA	0.7	1.75	1.87	0.12	7.3	76.02	56.1	48.8
LUC	0	0	0.95	0.42	98.8	112.4	92.3	89.7
YEN	0	0	0	0	3.75	119.25	101.88	97.75
CHA	ND	2	ND	ND	ND	151.6	ND	en 2007
Bregnier-Cor	T-1	T	T+1	T+2	T-1	T	T+1	T+2
GRA	0	2.32	0	en 2008	0	129.2	136.5	en 2008
VAC	0	0	0	en 2008	96.7	96.4	97.7	en 2008
CER	0.27	9.16	7.08	en 2008	65.4	76.48	68.48	en 2008
MAT	0.76	6.4	en 2007	en 2008	22.4	85.8	en 2007	en 2008
MOL	2.26	27.7	17.34	en 2008	54.8	145.2	148.54	en 2008
PLA	5.05	33.9	18.77	en 2008	55.1	165.2	182.75	en 2008

La hauteur d'eau est plus importante dans les la Lône des Molottes et celle du Ponton qui ont été recreusées entièrement. La Lône Mattant et la Lône Vachon sont, après les travaux de réhabilitation des bras secondaires courants de profondeur moyenne.

L'analyse de la variabilité intra-lône de la hauteur d'eau ds lônes de Chautagne et Belley est représentée sur la Figure 13. Celle des lônes de Brégnier-Cordon est représentée sur la Figure 14. Les curages ont permis d'augmenter significativement les hauteurs d'eau, notamment pour les lônes Moiroud, Fournier, Béard, Anse de Yenne, Granges, Molottes ou encore Ponton.

La variabilité intra-lône du taux annuel moyen de sédimentation avant et après la restauration pour les bras morts du Haut Rhône est représentée sur la Figure 15. Cette figure présente uniquement les lônes possédant des sédiments fins. La sédimentation des lônes avant restauration varie de 0 à 5 cm/an. Si cette dernière valeur est très élevée par rapport à ce qui a été observé antérieurement (*cf.* Rapport PNRZH), les autres valeurs (0-2 cm/an) sont assez conformes dans la mesure où celles-ci reposent sur des périodes pluri-décennales. Les valeurs de sédimentation après restauration sont en revanche beaucoup plus importantes, allant dans certains cas jusqu'à 30 cm/an. La lône de la Malourdie a une très forte sédimentation après les travaux, tout comme la lône de Brotalet et la lône des Molottes. Il est à noter que sur les lônes de Chautagne, la forte sédimentation observée la première année s'est réduite significativement les années suivantes, même si les valeurs observées alors restent très élevées par rapport aux observations avant travaux.

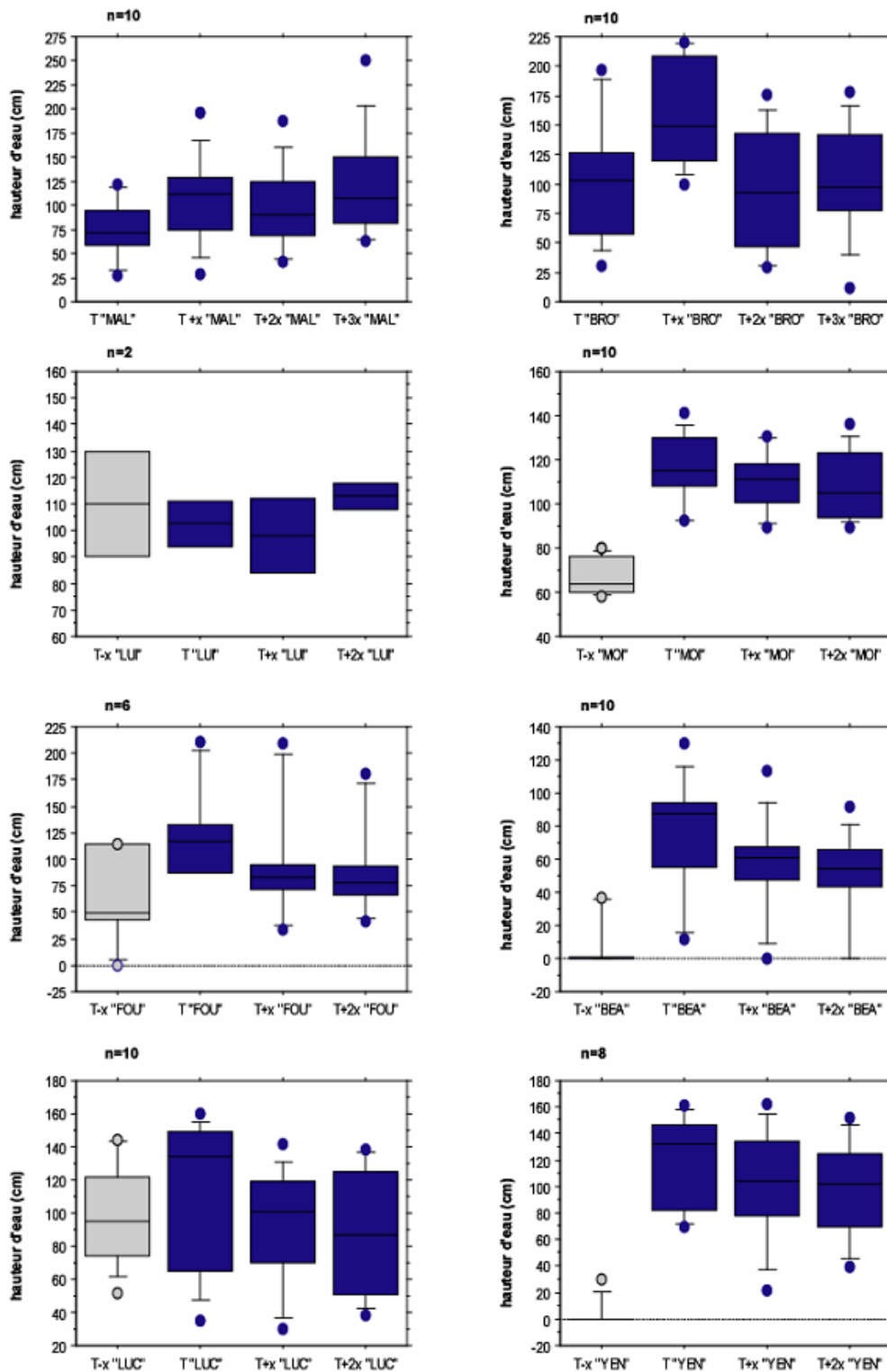


Figure 13 : Variabilité intra-lône de la hauteur d'eau mesurée dans les bras restaurés des aménagements de Chautagne et de Belley (en gris avant travaux, en bleu, après travaux) (les dates de levés et les débits associés sont les suivants : MAL – 17/06/2005 (151 m³/s), 22/03/2006 (352 m³/s), 16/10/2006 et 25/10/2007; BRO - 16/06/2005 (151 m³/s), 22/03/2006 (352 m³/s) et 20/10/2006; LUI – 18/09/2003 (121 m³/s), 08/02/2006 (126 m³/s), 18/10/2006 et 23/10/2007; MOI – 19/09/2003 (119 m³/s), 22/02/2006 (896 m³/s), 17/10/2006 et 26/10/2007; FOU – 19/09/2003 (119 m³/s), 20/03/2006 (542 m³/s), 18/10/2006 et 29/10/2007.

- Suivi Haut-Rhône -

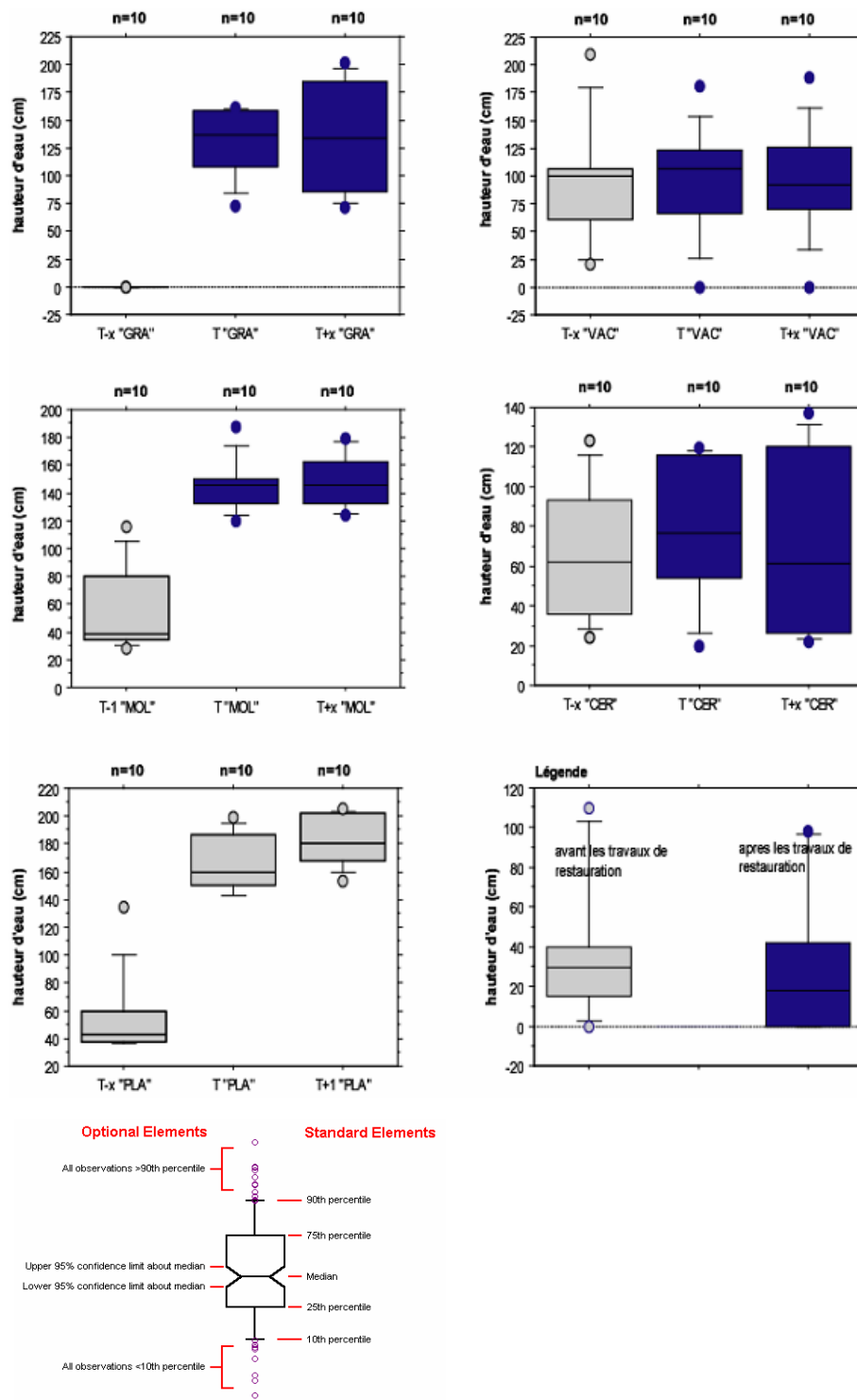


Figure 14 : Variabilité intra-lône de la hauteur d'eau mesurée, avant et après la restauration pour les bras morts de l'aménagement de Brégner-Cordon et Chantemerle (CHA) (en gris avant travaux, en bleu, après travaux) (les dates de levés et les débits associés sont les suivants : GRA – 04/05/2004 (76 m³/s), 24/10/2006 et 28/10/2007; VAC – 04/05/2004 (76 m³/s), 27/10/2006 et 16/11/2007 ; MOL – 24/11/2005 (75 m³/s), 26/10/2006 et 16/11/2007 ; CER – 24/11/2005 (75 m³/s), 25/10/2006 et 30/10/2007 ; PLA - 17/11/2005, 26/10/2006 et 16/11/2007).

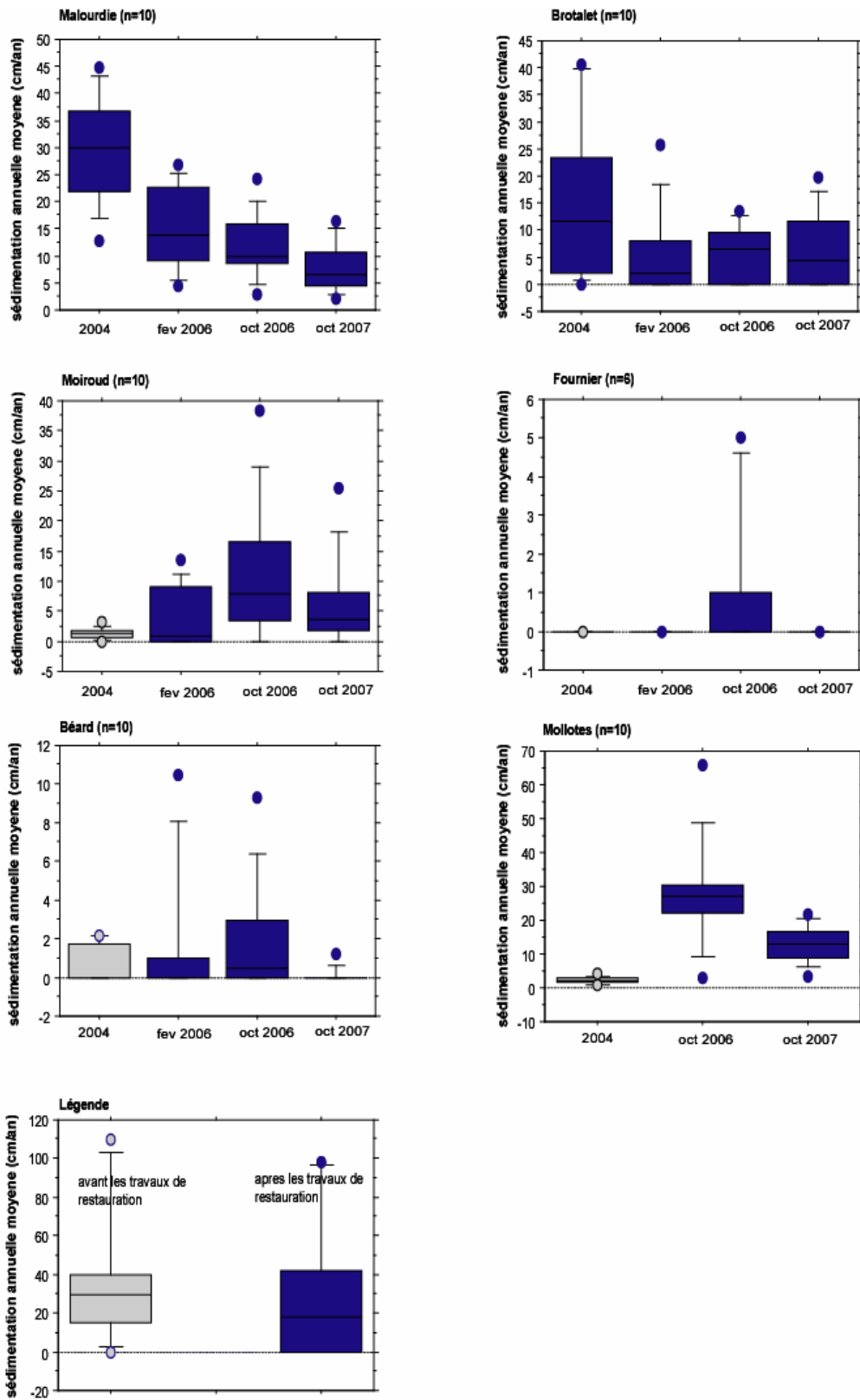


Figure 15 : Variabilité intra-lône du taux annuel moyen de sédimentation avant et après la restauration pour les bras morts du Haut Rhône (en gris avant travaux, en bleu, après travaux).

8.3 Perspectives

Conformément au planning des opérations de suivi, un suivi annuel post-travaux de la hauteur d'eau et de l'épaisseur des sédiments tous les 10 mètres linéaires sera réalisé. Dans les lônes où se produit effectivement un dépôt de sédiments fins, un suivi annuel de la granulométrie avec 5 prélèvements par bras sera effectué. L'étude des courbes hauteur/débit et l'identification du débit de débordement marquant la connexion du bras avec le RCC sera poursuivie ainsi que le suivi en continu des hauteurs d'eau par l'intermédiaire des capteurs de hauteur d'eau installés sur chacune des lônes.

9 VÉGÉTATION DES LÔNES

9.1 Objectifs et méthodologie

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 (Bornette et al. 1996, Amoros et al. 2000, Rivoire et Bornette 2007 in Olivier *et al.* 2007). Les exigences considérées sont la tolérance des espèces à la charge des eaux en phosphates et en ammoniacque, 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 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. Elle permet également de mesurer l'écart entre l'objectif fixé par l'opération et le résultat effectif de celle-ci.

Protocole : les relevés de végétation sont effectués de la fin de la saison de végétation au début de l'automne (Août-Septembre), sur des transects de 2m 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 estimés 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, sédiment tourbeux) estimé visuellement sur la surface du transect.

L'échantillonnage a lieu tous les deux ans.

9.2 Echantillonnage 2007

Les lômes Béard, Moiroud et Luisettes ont été échantillonnées le 27 juillet 2007, pour des raisons hydrologiques, la lône Fournier a été échantillonnée le 8 octobre 2007 (Figure 16).

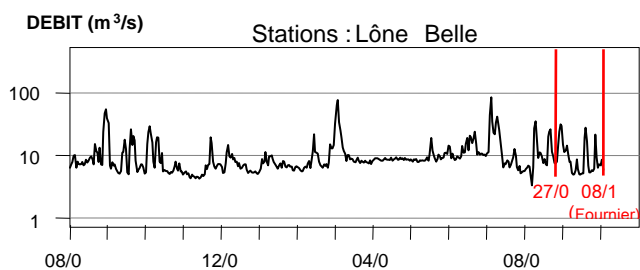


Figure 16 : Positionnement des dates d'échantillonnage de la végétation aquatique des lônes à Belley en 2007.

9.3 Résultats

Quatre lônes ont été échantillonnées dans le secteur de Belley en 2007, la lône Moiroud, la lône Fournier, la lône des Luisettes et la lône Béard (Figure 17).

Un diagnostic écologique a été réalisé en 1996 et en 2003 sur chaque zone humide. Il s'accompagne d'une analyse des conséquences probables des travaux sur le fonctionnement et la biodiversité des zones humides.

De nouvelles données ont été récoltées en 2007, et permettent de réaliser un premier état des lieux deux ans après les travaux. Ce nouvel diagnostic écologique est analysé en regard : 1) des diagnostics antérieurs, et 2) des prévisions des conséquences probables de ces travaux, qui avaient été formulées à cette occasion.

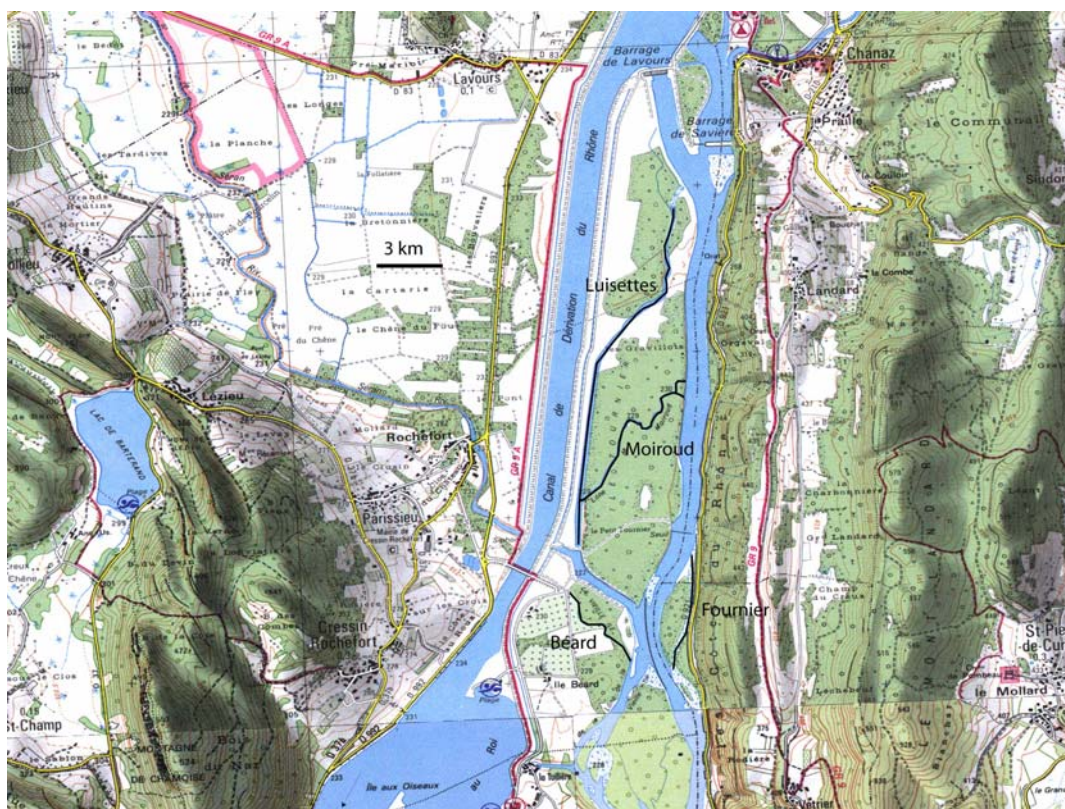


Figure 17 : Localisation des quatre lônes faisant l'objet d'un suivi de la végétation aquatique (macrophytes).

9.3.1 Lône Béard

Diagnostic fonctionnel pour la zone aval (relevés 0 à 75), curée et reconnectée au Vieux-Rhône en 2005

	1998		2003		2007
Myriophyllum spicatum	2,25	Elodea nuttallii	2,25	Elodea nuttallii	1
Elodea canadensis	2,25	Sparganium emersum	0,75	Phalaris arundinacea	1
Myriophyllum verticillatum	2	Ceratophyllum demersum	0,5	Lemna minor	0,75
Sparganium emersum	1,75	Lemna minor	0,5	Sparganium emersum	0,75
Callitriche sp.	1,25	Potamogeton natans	0,5	Alisma plantago-aquatica	0,5
Potamogeton pusillus	1	Veronica beccabunga	0,5	Elodea canadensis	0,5
Chara sp.	1	Alisma plantago-aquatica	0,25	Potamogeton natans	0,5
Phalaris arundinacea	0,75	Berula erecta	0,25	Veronica beccabunga	0,5
Elodea nuttallii	0,75	Eleocharis palustris	0,25	Berula erecta	0,25
Potamogeton crispus	0,5	Leersia oryzoides	0,25	Callitriche platycarpa	0,25
Veronica beccabunga	0,25	Myriophyllum spicatum	0,25	Myriophyllum spicatum	0,25
Ranunculus fluitans	0,25	Myriophyllum verticillatum	0,25		
Potamogeton natans	0,25	Phalaris arundinacea	0,25		
Eleocharis palustris	0,25	Potamogeton pectinatus	0,25		
Ceratophyllum demersum	0,25				
Berula erecta	0,25				
Richesse spécifique	16		14		11

Tableau 25 : Abondance moyenne des espèces végétales rencontrées dans la partie aval de la lône Béart en 1998, 2003 et après le curage de 2005, en 2007

En 1998 :

- richesse spécifique : 16 espèces
- espèces dominantes : *Myriophyllum spicatum* et *Elodea canadensis* (espèces liées à des conditions eutrophes, et *Elodea canadensis* : espèce invasive)
- le peuplement dominant témoigne de **conditions méso-eutrophes** (*Ranunculus fluitans*, *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton crispus*) avec des **apports phréatiques importants** (*Sparganium emersum*, *Chara sp.*, *Potamogeton natans* et *Berula erecta*)
- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbation faible** et **d'aucun processus dominant d'alluvionnement**, indiqué par la présence de *Chara sp.*, *Potamogeton crispus*, *Veronica beccabunga*
- on note la présence de *Sparganium emersum*, espèce protégée en région Rhône Alpes, même si son degré de rareté ne justifierait pas ce statut de protection.

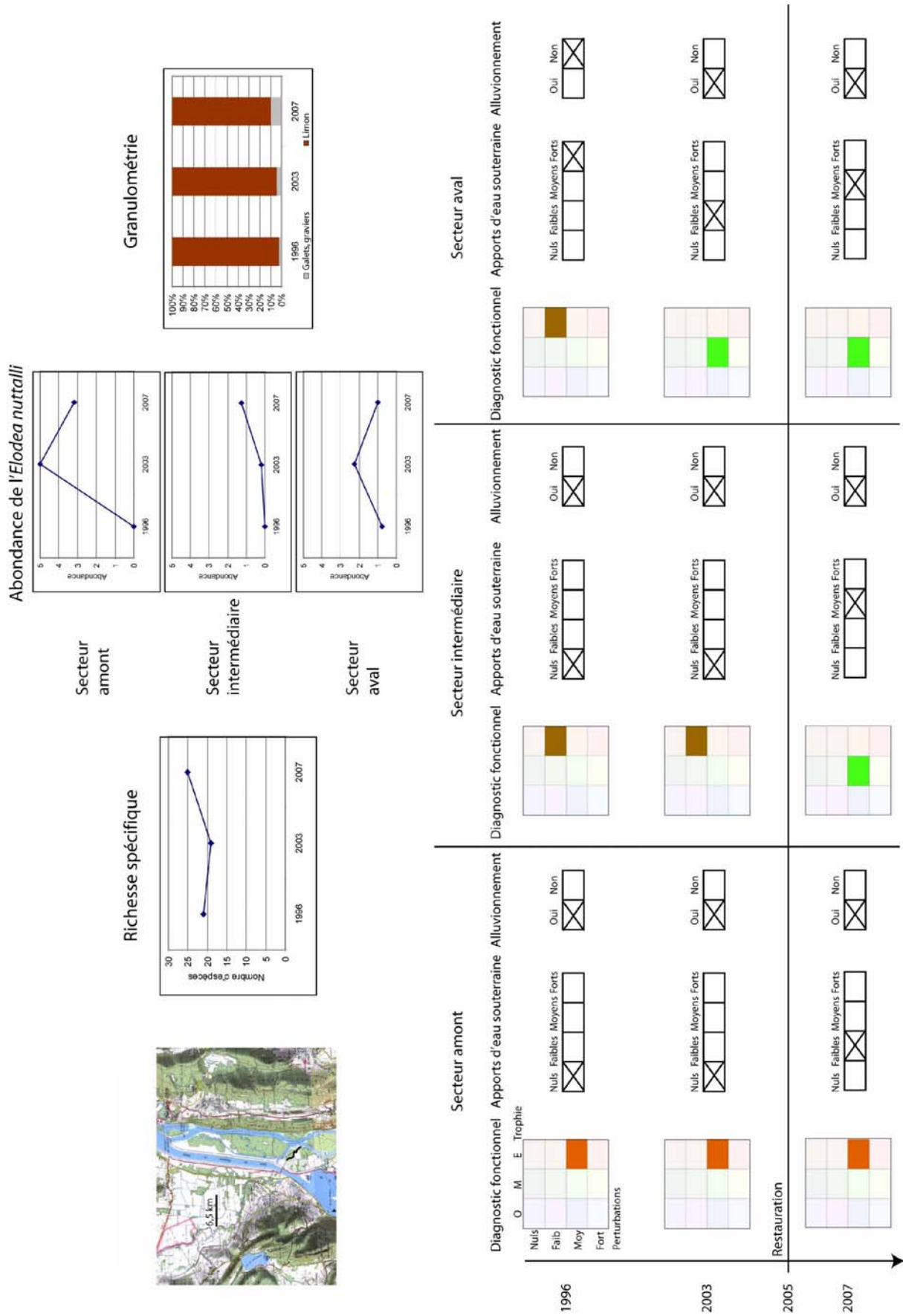


Figure 18 : Fiche de synthèse rassemblant les diagnostics écologiques, des données de végétation et granulométriques pour la lône de Bèard

En 2003 :

- richesse spécifique intermédiaire : 14 espèces
- espèce dominante : *Elodea nuttallii* (espèce invasive associée aux conditions méso-eutrophes)
- le peuplement dominant témoigne de **conditions mésotrophes** et la présence sporadique de certaines espèces indique la présence d'**apports d'eau souterraine** (*Berula erecta*, *Potamogeton natans*, *Myriophyllum verticillatum*)
- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbation moyen**, et de l'existence de **processus d'alluvionnement** (probablement liés à l'action combinée des reflux et des débordements du Seran ; *Elodea nuttallii*, *Sparganium emersum*, *Potamogeton pectinatus*)
- présence de *Sparganium emersum*, espèce protégée en région Rhône-Alpes

Entre 1996 et 2003, on observe une diminution de la richesse spécifique (Figure 18). Une espèce invasive est désormais dominante (*Elodea nuttallii*, Tableau 25). Plusieurs espèces témoignant d'eau courante eutrophe disparaissent (*Ranunculus fluitans*, *Potamogeton crispus*). La régression de *Phalaris arundinacea* combinée avec la progression de *Eleocharis palustris* montre une évolution des conditions d'habitat dans le sens d'une diminution des écoulements superficiels. Des espèces qui constituaient le peuplement dominant en 1998 (*Potamogeton pusillus*, *Elodea canadensis*, *Callitriche sp.*, *Chara sp.*) régressent ou disparaissent. Elles sont généralement associées à une alimentation phréatique. Ce patron tend donc à démontrer que le colmatage de la zone a progressé très significativement depuis 1998, diminuant la vitesse du courant et la connectivité avec les aquifères. Cette évolution peut traduire une tendance à long-terme, mais peut également être la conséquence à une période de faibles débits, sans crues morphogènes.

En 2007 :

- richesse spécifique faible : 11 espèces
- espèces dominantes : *Elodea nuttallii* et *Phalaris arundinacea*
- le peuplement dominant témoigne de **conditions méso-eutrophes** avec des **apports phréatiques moyens** (*Sparganium emersum*, *Potamogeton natans* et *Berula erecta*)
- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbation moyen** et de l'existence de **processus d'alluvionnement** (*Elodea nuttallii*, *Phalaris arundinacea*)
- présence de *Sparganium emersum*, espèce protégée en région Rhône-Alpes

Entre 2003 et 2007, la richesse spécifique diminue encore, les abondances des espèces présentes variant peu. *Elodea nuttallii*, espèce invasive, est toujours dominante, même si son abondance a légèrement diminué. A l'inverse de la tendance observée en 2003, la progression de *Phalaris arundinacea* combinée avec la disparition d'*Eleocharis palustris* montre une évolution des conditions d'habitat dans le sens d'une augmentation des écoulements superficiels (lié à la reconnexion de la lône au Seran). Certaines espèces indicatrices d'apports phréatiques ayant disparues en 2003 réapparaissent (*Elodea canadensis* et *Callitriche platycarpa*).

Le curage de cet espace et la reconnexion au Seran réalisé en 2005 ne modifie pas significativement le peuplement végétal présent. Les mêmes espèces sont présentes, avec des abondances similaires. Cependant, certaines espèces présentes en 1998 et disparues en 2003 sont à nouveau présentes. Elles sont associées à la présence d'apports phréatiques et peuvent

indiquer une meilleure connexion de la zone humide avec les aquifères, mais insuffisante pour inverser le processus d'alluvionnement donc de colmatage progressif de la lône. Une seconde espèce invasive apparaît, *Elodea canadensis*.

Diagnostic fonctionnel pour la zone médiane curée en 2005

	1998		2003		2007
Ceratophyllum demersum	2	Ceratophyllum demersum	3,2	Potamogeton pusillus	1,78
Elodea canadensis	1,5	Lemna minor	3,2	algues filamenteuses	1,44
Myriophyllum verticillatum	1,5	Utricularia vulgaris	0,6	Elodea nuttallii	1,28
Sparganium emersum	1,25	Lemna trisulca	0,4	Lemna minor	1
Callitriche sp.	0,75	Elodea nuttallii	0,2	Phalaris arundinacea	0,83
Myriophyllum spicatum	0,75	Myriophyllum verticillatum	0,2	Sparganium emersum	0,72
Potamogeton pusillus	0,75	Phalaris arundinacea	0,2	Callitriche platycarpa	0,5
Leersia oryzoides	0,5	Phragmites australis	0,2	Myriophyllum verticillatum	0,5
Lemna minor	0,5	Potamogeton pectinatus	0,2	Potamogeton natans	0,5
Potamogeton pectinatus	0,5	Potamogeton pusillus	0,2	Alisma plantago-aquatica	0,44
Digitaria paspaloides	0,25	Sparganium emersum	0,2	Myriophyllum spicatum	0,44
Phalaris arundinacea	0,25			Ceratophyllum demersum	0,28
Potamogeton crispus	0,25			Lemna trisulca	0,28
				Carex sp.	0,11
				Ranunculus fluitans	0,11
				Berula erecta	0,06
				Glyceria fluitans	0,06
				Lythrum salicaria	0,06
				Potamogeton crispus	0,06
				Scirpus lacustris	0,06
				Veronica beccabunga	0,06
Richesse spécifique	13		11		21

Tableau 26 : Abondance moyenne des espèces végétales rencontrées dans la partie médiane de la lône Béart en 1998, 2003 et après le curage de 2005, en 2007

En 1998 :

- richesse spécifique : 13 espèces
- espèce dominante : *Ceratophyllum demersum* (espèce témoinnant de conditions eutrophes et d'alluvionnement)
- le peuplement dominant témoigne de **conditions eutrophes** et de l'**absence d'apports phréatiques**
- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations faible** et de la présence de **processus d'alluvionnement** (*Potamogeton pectinatus*, *Phalaris arundinacea*)
- présence de *Sparganium emersum*, espèce protégée en région Rhône-Alpes

En 2003 :

- richesse spécifique faible : 11 espèces
- espèces dominantes : *Ceratophyllum demersum* et *Lemna minor* (espèces non fixées d'eau eutrophe)
- le peuplement dominant témoigne de **conditions eutrophes** et de l'**absence d'apports phréatiques**
- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations faible** et de la présence de **processus d'alluvionnement** (*Potamogeton pectinatus*, *Phalaris arundinacea*)

- présence de *Sparganium emersum* et d'*Utricularia vulgaris*, espèces protégées en région Rhône-Alpes

Entre 1998 et 2003, la richesse spécifique diminue. *Ceratophyllum demersum* et *Lemna minor* progressent au détriment de *Callitriche* sp., de *Myriophyllum verticillatum* et de *Elodea canadensis* (Tableau 26). Cette tendance semble montrer une eutrophisation et une diminution marquée de l'influence des eaux souterraines dans cette zone entre 1998 et 2003.

En 2007 :

- richesse spécifique élevée : 21 espèces
- espèce dominante : *Potamogeton pusillus* (espèce témoignant de conditions perturbées et d'alluvionnement)
- le peuplement dominant témoigne de **conditions mésotrophes** et de la **présence d'apports phréatiques** (*Sparganium emersum*, *Potamogeton natans*, *Berula erecta*)
- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations moyen** et de la présence de **processus d'alluvionnement** (*Phalaris arundinacea*, *Ranunculus fluitans*, *Glyceria fluitans*, *Potamogeton crispus*)
- présence de *Sparganium emersum*, espèce protégée en région Rhône-Alpes

Entre 2003 et 2007, la richesse spécifique augmente de manière conséquente (passage de 11 espèces à 21 espèces). Plusieurs espèces témoignant de conditions eutrophes disparaissent (*Phragmites australis*, *Potamogeton pectinatus*), ainsi qu'une espèce protégée en région Rhône-Alpes, *Utricularia vulgaris*. *Ceratophyllum demersum* et *Lemna minor*, qui progressaient auparavant, diminuent de manière importante, au profit d'*Elodea nuttallii* et de *Potamogeton pusillus*. Plusieurs espèces témoignant d'eau courantes eutrophes font leur apparition (*Ranunculus fluitans*, *Glyceria fluitans* et *Potamogeton crispus*), ainsi que des algues filamenteuses.

Le curage de cet espace réalisé en 2005 a entraîné de grandes modifications du peuplement végétal. La richesse spécifique a fortement augmenté, par la venue d'espèces de milieux courants et d'espèces indicatrices d'apports phréatiques. Les espèces de conditions eutrophes régressent et indiquent un changement des conditions trophiques vers un stade mésotrophe. S'il semble y avoir une meilleure connexion de la zone humide avec les aquifères et le Seran, elle s'avère insuffisante pour inverser le processus d'alluvionnement donc de colmatage progressif de la lône. De plus, l'espèce invasive, *Elodea nuttallii*, a fortement progressé dans cette zone suite au curage, et risque de devenir dominante à court terme.

Diagnostic fonctionnel pour la zone amont, surcreusée en trois points afin de recréer 3 plans d'eaux en 2005

	1998		2003		2007
Ceratophyllum demersum	5	Elodea nuttallii	5	Elodea nuttallii	3,2
Lemna minor	4,5	Lemna minor	3	Carex sp.	0,8
Elodea canadensis	0,5	Sparganium emersum	1	Lemna minor	0,8
Phragmites australis	0,5	Phalaris arundinacea	0,5	Phalaris arundinacea	0,6
		Phragmites australis	0,5	Potamogeton natans	0,6
		Typha latifolia	0,5	Ceratophyllum demersum	0,4
				Myriophyllum spicatum	0,4
				Potamogeton pusillus	0,4
				Alisma plantago-aquatica	0,2
				Chara sp.	0,2
				Lemna trisulca	0,2
				Typha latifolia	0,2
				Utricularia vulgaris	0,2
Richesse spécifique	4		6		13

Tableau 27 : Abondance moyenne des espèces végétales rencontrées dans la partie amont de la lône Béart en 1998, 2003 et après le curage de 2005, en 2007

En 1998 :

- richesse spécifique : 4 espèces
- espèce dominante : *Ceratophyllum demersum*
- le peuplement dominant témoigne de **conditions eutrophes** et de **l'absence d'apports phréatiques**
- le peuplement dominant témoigne de **processus d'alluvionnement**.

En 2003 :

- richesse spécifique : 6 espèces
- espèce dominante : *Elodea nuttallii*
- le peuplement dominant témoigne de **conditions eutrophes** et de **l'absence d'apports phréatiques**
- le peuplement dominant témoigne de **processus d'alluvionnement**.
- présence de *Sparganium emersum*, espèce protégée en région Rhône-Alpes

Entre 1998 et 2003, on assiste à une prolifération de l'*Elodea nuttallii* (Tableau 27), espèce qui est parvenue à supplanter *Ceratophyllum demersum*.

En 2007 :

- richesse spécifique : 13 espèces
- espèce dominante : *Elodea nuttallii*
- le peuplement dominant témoigne de **conditions eutrophes** et de la présence **d'apports phréatiques**
- le peuplement dominant témoigne de **processus d'alluvionnement**

- présence d'*Utricularia vulgaris*, espèce protégée en région Rhône-Alpes

Entre 2003 et 2007, la richesse spécifique augmente de manière conséquente. L'espèce invasive, l'*Elodea nuttallii*, régresse mais demeure l'espèce dominante. Plusieurs espèces indicatrices d'apports phréatiques font leur apparition (*Potamogeton natans* et *Chara sp.*) ainsi qu'une espèce protégée en Région Rhône-Alpes (*Utricularia vulgaris*). *Ceratophyllum demersum*, disparu en 2003 au profit d'*Elodea nuttallii*, est de nouveau présent. *Sparganium emersum*, espèce protégée en région Rhône-Alpes, disparaît.

Le curage de cet espace en 2005 semble avoir permis une reconnexion de la lône avec les aquifères, mais elle s'avère insuffisante pour inverser le processus d'alluvionnement donc de colmatage progressif de la lône. Si la richesse spécifique a fortement augmentée, une espèce invasive, *Elodea nuttallii*, domine toujours le peuplement.

Rappels concernant les conséquences probables des travaux (Olivier *et al.* 2004b)

Un rapport de 1998 (Henry & Amoros) concluait à une zone humide en eau permanente, caractérisée par des peuplements végétaux d'eau eutrophe. La zone humide apparaissait peu perturbée, et alimentée par des eaux 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 peut résulter de deux phénomènes dont les conséquences sont différentes en ce qui concerne la durée de vie de la lône. Cette évolution peut traduire une tendance à long terme, et dans ce cas ces prédictions sont valides. Elle peut également traduire une réduction de la fréquence des crues sur la période 1998-2003, réversible en cas de débits importants. Dans ce deuxième cas, les prévisions d'évolution formulées en 1998 ne sont pas remises 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 de 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 phréatiques (*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 des 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 assez faible de la zone humide.

De manière globale, on note bien une amélioration des conditions trophiques et une reconnexion avec les aquifères et le Seran, excepté dans le tronçon amont. Cependant, ces apports phréatiques ne semblent pas être suffisants pour limiter l'alluvionnement (la part du limon reste à plus de 90% du substrat en 2007). L'état de la lône en 2007 est conforme aux prévisions émises dans le rapport de 2004. On note bien une augmentation de l'abondance des espèces liées aux apports d'eau phréatiques, mais celle-ci s'accompagne d'un maintien ou d'une forte progression d'*Elodea nuttallii*. On peut donc conclure que cette augmentation de l'alimentation phréatique ne devrait pas montrer une grande pérennité, sauf si les crues parviennent à inverser le processus. De surcroît, le curage a favorisé la progression d'*Elodea nuttallii* dans certaines parties de la zone humide. Notre expérience de l'impact à moyen terme des restaurations de lônes nous conduit à conclure que les résultats de cette première campagne de relevés ne traduisent probablement pas de manière valide l'évolution probable de la lône, et il est nécessaire de poursuivre le suivi pour conclure sur l'effet de cette restauration.

9.3.2 Lône Fournier

Diagnostic fonctionnel

	1998		2003		2007
Phalaris arundinacea	1	Phalaris arundinacea	0,76	Phalaris arundinacea	0,48
Impatiens glandulifera	0,57	Polygonum hydropiper	0,47	Myriophyllum spicatum	0,16
algues filamenteuses	0,43	Myriophyllum spicatum	0,29	Elodea nuttallii	0,04
Elodea canadensis	0,39	Impatiens glandulifera	0,24	Phragmites australis	0,04
Polygonum hydropiper	0,3	Elodea nuttallii	0,12	Potamogeton nodosus	0,04
Veronica anagallis-aquatica	0,22	Veronica beccabunga	0,12	Zannichellia palustris	0,04
Myriophyllum verticillatum	0,13	Berula erecta	0,06		
Zannichellia palustris	0,13	Characées	0,06		
Digitaria paspaloides	0,09	Lemna minor	0,06		
Potamogeton crispus	0,09	Nasturtium officinale	0,06		
Myriophyllum spicatum	0,04	Phragmites australis	0,06		
Potamogeton pectinatus	0,04	Potamogeton nodosus	0,06		
Potamogeton pusillus	0,04	Zannichellia palustris	0,06		
Ranunculus fluitans	0,04				
Veronica beccabunga	0,04				
Richesse spécifique	15		13		6

Tableau 28 : Abondance moyenne des espèces végétales rencontrées dans la lône Fournier en 1998, 2003 et après le curage de 2005, en 2007

En 1998 :

- richesse spécifique : 15 espèces
- espèce dominante : *Phalaris arundinacea*
- le peuplement dominant témoigne de **conditions méso-eutrophes** et de la présence **d'apports phréatiques**
- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations élevé** et de **processus d'alluvionnement**

En 2003 :

- richesse spécifique : 13 espèces

- espèce dominante : *Phalaris arundinacea*
- le peuplement dominant témoigne de **conditions eutrophes** et de la présence **d'apports phréatiques**,
- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations élevé** et de **processus d'alluvionnement**.

La richesse spécifique a diminué entre 1998 et 2003 (Figure 19). Les espèces témoignant de conditions perturbées sont toujours présentes et dominantes (*Phalaris arundinacea*, *Polygonum hydropiper*). Le fonctionnement de la zone humide n'a pas évolué de manière significative au cours de cette période, avec le maintien d'espèces de milieux eutrophes (Tableau 28). Les crues sont probablement responsables d'un auto-entretien de la zone humide, qui empêche la colonisation par la végétation. Dans les deux cas, les espèces constituant le peuplement dominant ne témoignent pas d'apports d'eau souterraine, mais la présence de *Berula erecta*, de *Characées*, de *Veronica anagallis-aquatica* de manière sporadique, allié au renouvellement perceptible des eaux dans la zone humide, militent dans le sens d'une alimentation phréatique, issue probablement des infiltrations fluviales.

En 2007 :

- richesse spécifique : 6 espèces
- espèce dominante : *Phalaris arundinacea*
- le peuplement dominant témoigne de **conditions eutrophes** et de **l'absence d'apports phréatiques**
- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations élevé** et de **processus d'alluvionnement** probablement limités aux berges et aux extrémités de la lône

Entre 2003 et 2007, une forte diminution de la richesse spécifique est visible (passage de 13 espèces à 6 espèces). Si les espèces spécifiques des milieux perturbés (*Phalaris arundinacea*, *Myriophyllum spicatum*) se maintiennent, les espèces témoignant d'apports phréatiques ont disparu. *Elodea nuttallii* montre une diminution de son abondance.

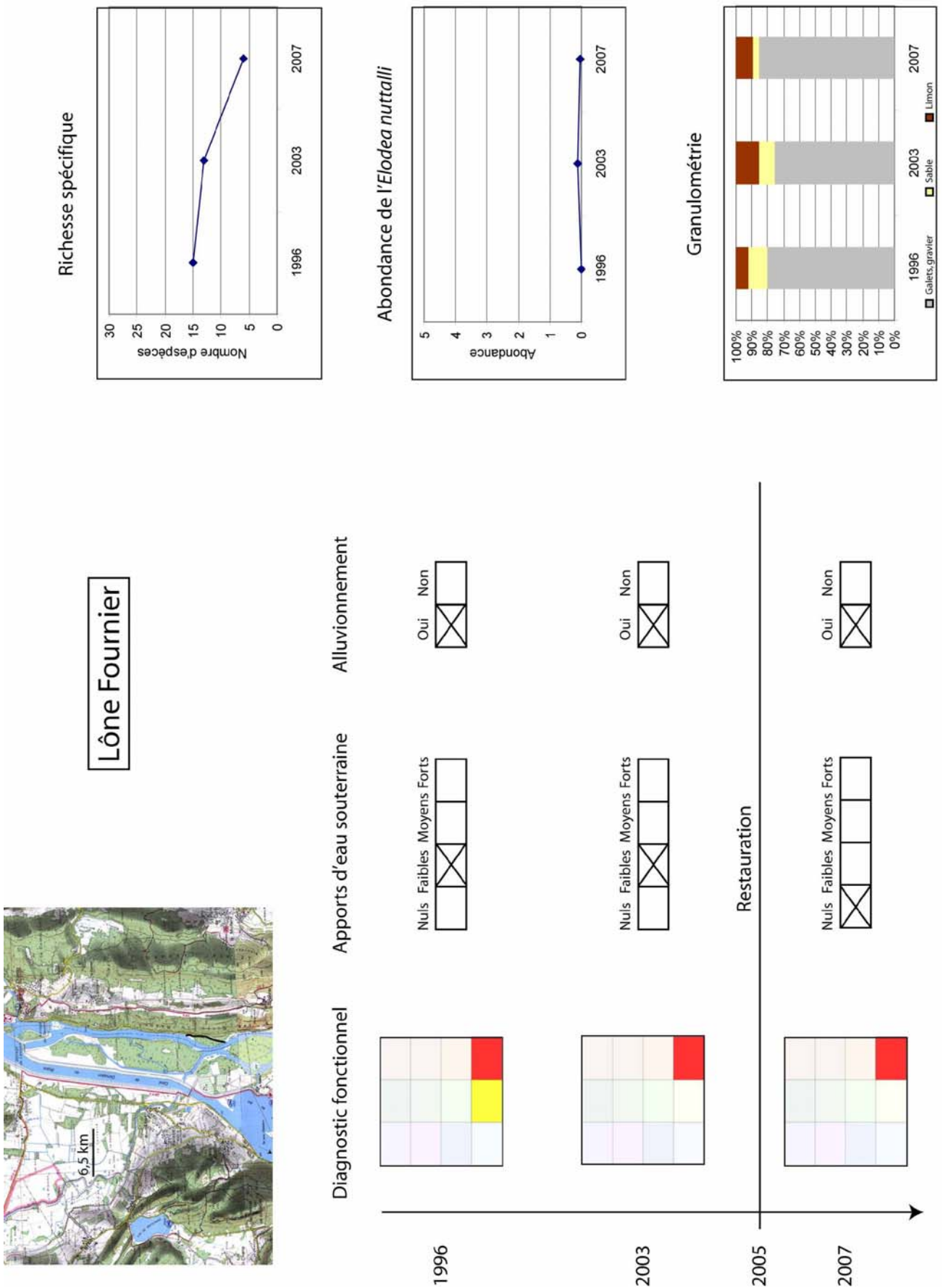


Figure 19 : Fiche de synthèse rassemblant les diagnostics écologiques, des données de végétation et granulométriques pour la lône Fournier

Rappels concernant les conséquences probables des travaux (Olivier *et al.* 2004b)

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 éventuellement 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, permettre 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'à un point d'équilibre, correspondant à la capacité hydraulique 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.

9.3.3 Etat des lieux de la zone humide en 2007

Le curage de cette zone humide, qui visait à augmenter les apports phréatiques, semble avoir eu l'effet inverse de celui escompté. En effet, les espèces indicatrices d'apports phréatiques ont complètement disparues, et seules des espèces de milieux très perturbés sont présentes. Le niveau de perturbation semble avoir augmenté, au vu de la diminution de la richesse spécifique. Il est prématuré de conclure sur le devenir de cette lône, mais le niveau de perturbation ne semble pas évoluer vers un niveau de perturbation moyen.

9.3.4 Lône des Luisettes

Diagnostic fonctionnel pour la zone aval

	1998		2003		2007
Potamogeton pectinatus	2,09	Potamogeton nodosus	1,86	Potamogeton natans	1,38
Elodea canadensis	1,14	Elodea nuttallii	1,45	Myriophyllum spicatum	0,63
Chara vulgaris var. vulgaris	1,05	Potamogeton pectinatus	1,36	Myriophyllum verticillatum	0,58
Myriophyllum verticillatum	0,59	Characées	0,59	Elodea nuttallii	0,5
Myriophyllum spicatum	0,45	Myriophyllum spicatum	0,36	Potamogeton pectinatus	0,5
Potamogeton natans	0,41	algues filamenteuses	0,32	Ceratophyllum demersum	0,17
Phalaris arundinacea	0,32	Lemna minor	0,32	Lemna minor	0,08
Callitriche platycarpa	0,27	Ceratophyllum demersum	0,18	Phalaris arundinacea	0,08
Ranunculus circinatus	0,27	Groenlandia densa	0,18	Callitriche sp.	0,04
Groenlandia densa	0,14	Myriophyllum verticillatum	0,18	Groenlandia densa	0,04
Ceratophyllum demersum	0,09	Potamogeton perfoliatus	0,09	Phragmites australis	0,04
Phragmites australis	0,09	Berula erecta	0,05		
Potamogeton crispus	0,09	Phalaris arundinacea	0,05		
Alisma plantago-aquatica	0,05	Phragmites australis	0,05		
Berula erecta	0,05	Veronica beccabunga	0,05		
Richesse spécifique	15		15		11

Tableau 29 : Abondance moyenne des espèces végétales rencontrées dans la zone aval de la lône des Luisettes en 1996, 2003 et après le curage de 2005, en 2007

En 1996 :

- richesse spécifique : 15 espèces
- espèce dominante : *Potamogeton pectinatus*
- le peuplement dominant témoigne de **conditions méso-eutrophes** et **d'apports phréatiques importants**
- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations élevé** probablement lié aux **processus d'alluvionnement**

En 2003 :

- richesse spécifique : 15 espèces
- espèce dominante : *Potamogeton nodosus*
- le peuplement dominant témoigne de **conditions eutrophes** et **d'apports phréatiques faibles**
- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations élevé** et de la présence de **processus d'alluvionnement**

Un changement de dominance entre 1998 et 2003 est visible, *Potamogeton pectinatus* et *Elodea canadensis*, sont dominants en 1998, tandis que *Potamogeton nodosus* et *Elodea nuttallii* deviennent les espèces dominantes en 2003 (Tableau 29). Plusieurs espèces indicatrices d'apports phréatiques disparaissent (*Potamogeton natans*, *Callitriche platycarpa*).

Les espèces dominantes dans les deux cas témoignent d'une influence élevée du cours actif, qui peut résulter de phénomènes de décapage importants. La coexistence de *Phalaris arundinacea* et de *Phragmites australis* le long des berges militerait en faveur de l'existence de processus d'alluvionnement, mais ceux-ci sont probablement contrebalancés par des crues érosives maintenant une bonne connectivité avec les aquifères. Ceci tend à confirmer la stabilité de la zone humide, et la non-progression des processus d'alluvionnement. Il convient de noter la forte progression d'*Elodea nuttallii* et la disparition d'*Elodea canadensis* en 6 ans.

En 2007 :

- richesse spécifique : 11 espèces
- espèce dominante : *Potamogeton natans*
- le peuplement dominant témoigne de **conditions mésotrophes** et **d'apports phréatiques faibles**
- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations moyen** et de la présence de **processus d'alluvionnement**

Une diminution de la richesse spécifique est visible entre 2003 et 2007 (Figure 20). L'espèce invasive *Elodea nuttallii* régresse au profit d'une espèce indicatrice d'échanges phréatiques, *Potamogeton natans*. S'il semble y avoir une amélioration des conditions trophiques, il n'est pas possible de conclure à une meilleure connectivité avec les aquifères. En effet, on constate la disparition d'espèces indicatrices (*Berula erecta*) et non indicatrices (*Potamogeton nodosus*) d'apports d'eau souterraine, ce qui ne permet pas de dégager de tendance claire deux ans seulement après le curage.

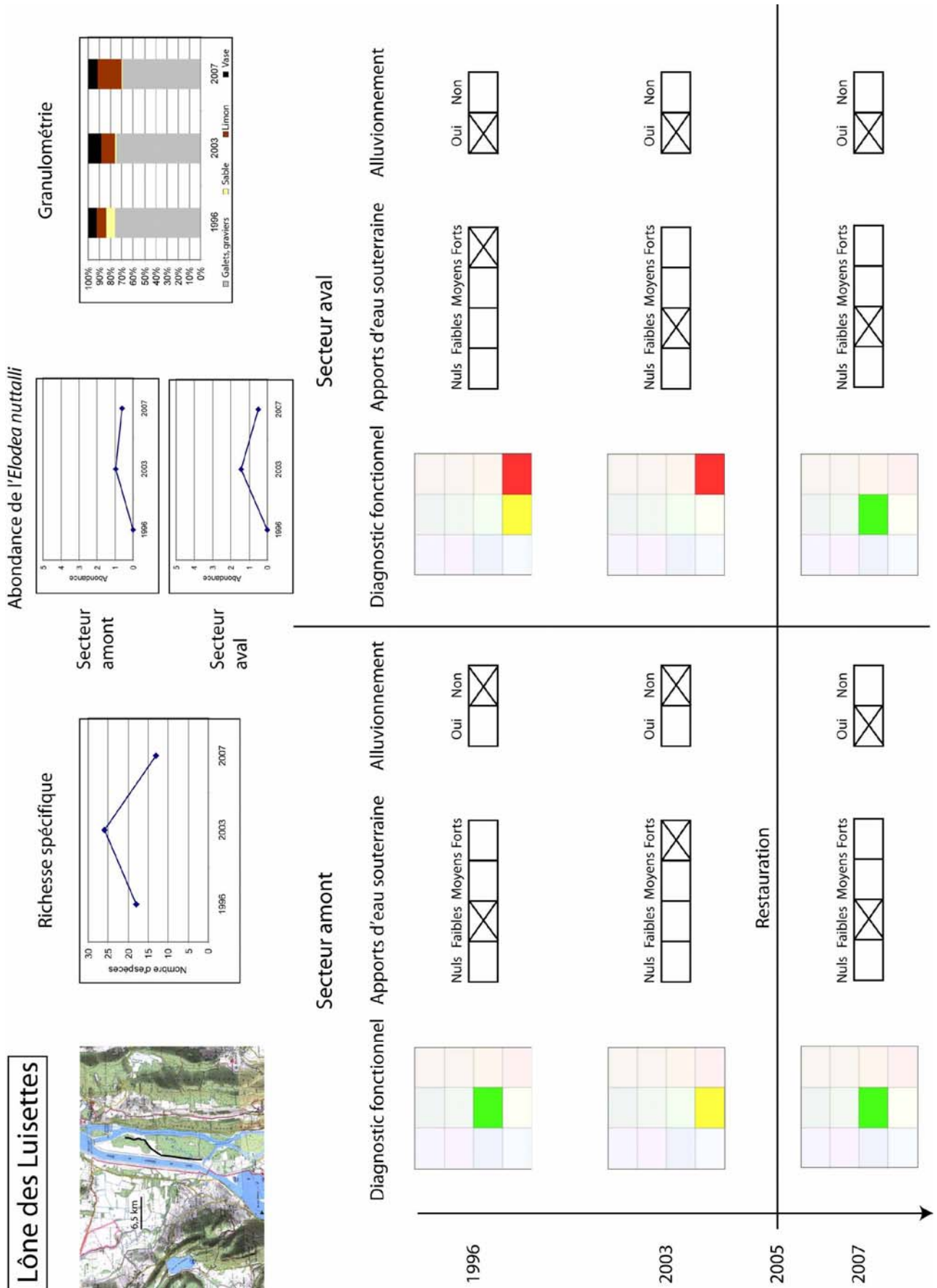


Figure 20 : Fiche de synthèse rassemblant les diagnostics écologiques, des données de végétation et granulométriques pour la lône des Luisettes

Diagnostic fonctionnel pour la zone amont

	1998		2003		2007
algues filamenteuses	1,65	Characées	1,26	Elodea nuttallii	0,63
Chara vulgaris var. vulgaris	0,94	Elodea nuttallii	0,95	Characées	0,29
Groenlandia densa	0,88	Groenlandia densa	0,63	Groenlandia densa	0,13
Myriophyllum spicatum	0,59	algues filamenteuses	0,42	Callitriche sp.	0,04
Phalaris arundinacea	0,41	Potamogeton pectinatus	0,37	Phalaris arundinacea	0,04
Potamogeton pectinatus	0,41	Potamogeton pusillus	0,32	Potamogeton crispus	0,04
Alisma plantago-aquatica	0,35	Phalaris arundinacea	0,26	Potamogeton natans	0,04
Callitriche platycarpa	0,24	Alisma plantago-aquatica	0,21	Potamogeton pectinatus	0,04
Elodea canadensis	0,24	Eleocharis acicularis	0,21		
Phragmites australis	0,12	Potamogeton crispus	0,21		
Potamogeton crispus	0,12	Lemna minor	0,16		
Carex sp.	0,06	Callitriche sp.	0,11		
Ranunculus circinatus	0,06	Nasturtium officinale	0,11		
Typha latifolia	0,06	Ranunculus trichophyllus	0,11		
		Carex sp.	0,05		
		Eleocharis palustris	0,05		
		Mentha aquatica	0,05		
		Myriophyllum spicatum	0,05		
		Myriophyllum verticillatum	0,05		
		Phragmites australis	0,05		
		Potamogeton nodosus	0,05		
		Typha latifolia	0,05		
		Veronica beccabunga	0,05		
		Zannichellia palustris	0,05		
Richesse spécifique	14		24		8

Tableau 30 : Abondance moyenne des espèces végétales rencontrées dans la zone amont de la lône des Luisettes en 1996, 2003 et après le curage de 2005, en 2007

En 1996 :

- richesse spécifique : 14 espèces
- espèce dominante : algues filamenteuses et *Chara vulgaris*
- le peuplement dominant témoigne de **conditions mésotrophes** et **d'apports phréatiques faibles**
- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations moyen** et de l'absence de **processus d'alluvionnement**

En 2003 :

- richesse spécifique : 24 espèces
- espèce dominante : *Characées*
- le peuplement dominant témoigne de **conditions mésotrophes** et **d'apports phréatiques importants**
- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations élevé** et de l'absence de **processus d'alluvionnement**

La richesse spécifique augmente de manière importante entre 1998 et 2003 (Tableau 30). Plusieurs espèces témoignant d'apports phréatiques apparaissent, comme *Eleocharis acicularis*, *Nasturtium officinale*, *Ranunculus trichophyllus*. Si la zone reste dominée par *Chara vulgaris* et *Groenlandia densa*, *Elodea nuttallii* est apparue depuis 1996, et a pris la

seconde place en termes d'abondance dans la zone, devant *Groenlandia densa*. La richesse floristique totale de la zone a augmenté, ainsi que la richesse moyenne par relevé, mais sans que cela ne corresponde à une modification des caractéristiques sédimentaires de la zone, qui était déjà dominée par un substrat très graveleux (91,5% de granulats grossiers, 2% de sable, 5% de limon et 2% de vase) en 1996. En conséquence, les données ne permettent pas de conclure à un changement de fonctionnement significatif entre les deux dates. L'augmentation de la diversité floristique pourrait être liée à une légère diminution de la fréquence ou de l'intensité des perturbations par les crues, permettant temporairement l'établissement d'une mosaïque changeante et d'une forte biodiversité, conformément à la théorie des perturbations intermédiaires.

En 2007 :

- richesse spécifique : 8 espèces
- espèce dominante : *Elodea nuttallii*
- le peuplement dominant témoigne de **conditions mésotrophes et d'apports phréatiques faibles**
- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations moyen** et de **la présence de processus d'alluvionnement**

La richesse spécifique a fortement diminué entre 2003 et 2007. L'espèce invasive, l'*Elodea nuttallii*, apparue en 1996, est à présent dominante même si son abondance semble avoir diminué (ce qui peut être dû aux effets instantanés du curage). Si certaines espèces indicatrices d'apports phréatiques sont toujours présentes (Characées, *Groenlandia densa*), un certain nombre a disparu suite au curage de la lône (*Eleocharis acicularis*, *Ranunculus trichophyllus*), pouvant indiquer une diminution du débit phréatique. Les quelques espèces présentes en 2007 semblent indiquer un processus d'alluvionnement, absent en 1996 et 2003.

Rappels concernant les conséquences probables des travaux (Olivier et al. 2004b)

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 que très perturbée (d'après l'abondance de la végétation 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. La zone humide avait donc une durée de vie élevée à très élevée, son profil longitudinal 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 inutile, puisque 1) l'écosystème 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'eau souterraines et surtout par les crues érosives.

Dans ce contexte, le surcreusement de la partie amont de la zone humide risquait d'entraîner un déséquilibre de ce profil en long, entraînant, comme dans le cas de la zone

humide Fournier, des processus d'érosion progressive et/ou régressive. Même en l'absence de réajustement, on pouvait craindre un alluvionnement accéléré dans cette zone surcreusée, alluvionnement qui pouvait entraîner un colmatage du sédiment graveleux, et une diminution du débit phréatique dans la zone humide. En cas d'alluvionnement, la zone curée risquait d'être très rapidement colonisée par *Elodea nuttallii*. En termes écologiques, les bénéfices attendus étaient donc probablement faibles.

État des lieux de la zone humide en 2007

La diminution du nombre d'espèces indicatrices d'apports phréatiques suggère une baisse du débit phréatique par colmatage du sédiment. Cette tendance est confirmée par l'augmentation de la part du limon 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 nuttallii*, est devenue dominante en 2007. Conformément aux prévisions formulées dans le rapport de 2004, il semble donc que le curage n'ait pas eu d'impact positif sur le fonctionnement de la zone humide et la biodiversité, mais au contraire, il pourrait avoir modifié le profil d'équilibre de la zone humide, favorisant ainsi l'alluvionnement.

9.3.5 Lône de Moiroud

Diagnostic fonctionnel

	1996		2003		2007
Lemna minor	3,08	Elodea nuttallii	3,64	Elodea nuttallii	2
Callitriche platycarpa	3	Lemna minor	1,14	Ceratophyllum demersum	1,31
Elodea canadensis	2,75	Myriophyllum verticillatum	0,57	Myriophyllum verticillatum	0,81
Potamogeton pusillus	2,42	Ceratophyllum demersum	0,50	Potamogeton natans	0,75
Chara globularis	1,17	Phalaris arundinacea	0,43	Callitriche sp.	0,63
Myriophyllum verticillatum	0,92	Phragmites australis	0,43	Lemna minor	0,56
Ceratophyllum demersum	0,42	Alisma plantago-aquatica	0,36	Myriophyllum spicatum	0,56
Phalaris arundinacea	0,25	Echinochloa crus-galli	0,21	Phalaris arundinacea	0,5
Potamogeton crispus	0,25	Carex sp.	0,14	Potamogeton pusillus	0,38
Groenlandia densa	0,17	Potamogeton natans	0,14	Groenlandia densa	0,19
Alisma plantago-aquatica	0,08	Potamogeton pectinatus	0,14	Potamogeton crispus	0,19
Alopecurus geniculatus	0,08	Callitriche sp.	0,07	Alisma plantago-aquatica	0,13
Nasturtium officinale	0,08	Eleocharis palustris	0,07	Nasturtium officinale	0,13
Phragmites australis	0,08	Groenlandia densa	0,07	Echinochloa crus-galli	0,06
				Eleocharis palustris	0,06
				Glyceria fluitans	0,06
				Potamogeton pectinatus	0,06
				Veronica anagallis-aquatica	0,06
Richesse spécifique	14		14		18

Tableau 31 : Abondance moyenne des espèces végétales rencontrées dans la zone amont de la lône des Luisettes en 1996, 2003 et après le curage de 2005, en 2007

En 1996 :

- richesse spécifique : 14 espèces
- espèce dominante : *Lemna minor*
- le peuplement dominant témoigne de **conditions eutrophes** et **d'apports phréatiques faibles**
- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations moyen** et de **l'absence de processus d'alluvionnement**

En 2003 :

- richesse spécifique : 14 espèces
- espèce dominante : *Elodea nuttallii*
- le peuplement dominant témoigne de **conditions eutrophes** et **d'apports phréatiques faibles**
- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations moyen** et de **la présence de processus d'alluvionnement**

La zone humide est colonisée en 1996 et 2003 par des espèces caractéristiques de milieux eutrophes (*Lemna minor*, *Ceratophyllum demersum*). Cependant, on assiste à une progression très significative des espèces polluo-tolérantes entre les deux dates. *Elodea nuttallii* devient dominante en 2003 (Tableau 31).

Plusieurs espèces témoignant d'apports phréatiques ont régressé ou disparu (*Chara globularis*). Dans les deux cas, la faible proportion d'espèces indicatrices d'apports d'eau souterraine suggère une faible connexion avec les aquifères, même si celle-ci semble plus significative en 1996.

Certaines espèces dominantes, qui témoignaient de l'influence de la dynamique fluviale (*Potamogeton pusillus*, *Elodea canadensis*) ont disparues en 2003. Les espèces présentes aux deux dates tolèrent des niveaux de perturbation variables. En 2003, la dominance d'*Elodea nuttallii*, combinée avec 1) l'absence d'espèces inféodées aux milieux perturbés; 2) l'abondance d'espèces non fixées, 3) la coexistence de *Phalaris arundinacea* et de *Phragmites australis*, suggère l'existence de processus d'alluvionnement. La granulométrie de la zone humide semble avoir évolué vers un substrat plus limoneux, et montre donc un fonctionnement qui s'oriente vers les processus d'alluvionnement (Figure 21). La tendance observée dans cette lône est donc comparable à celle observée dans les autres lônes du secteur de Belley, soit une diminution globale de l'influence des perturbations.

En 2007 :

- richesse spécifique : 18 espèces
- espèce dominante : *Elodea nuttallii*
- le peuplement dominant témoigne de **conditions eutrophes** et **d'apports phréatiques faibles**
- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations moyen** et de **la présence de processus d'alluvionnement**

Entre 2003 et 2007, la richesse spécifique augmente mais les espèces témoignant de conditions eutrophes se maintiennent et *Elodea nuttallii* reste dominant. Plusieurs espèces indicatrices de perturbations élevées font leur apparition (*Myriophyllum spicatum*,

Potamogeton pusillus), mais les espèces indicatrices d'alluvionnement se maintiennent également (*Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum verticillatum*). Il ne semble pas y avoir de modifications de fonctionnement suite à la restauration.

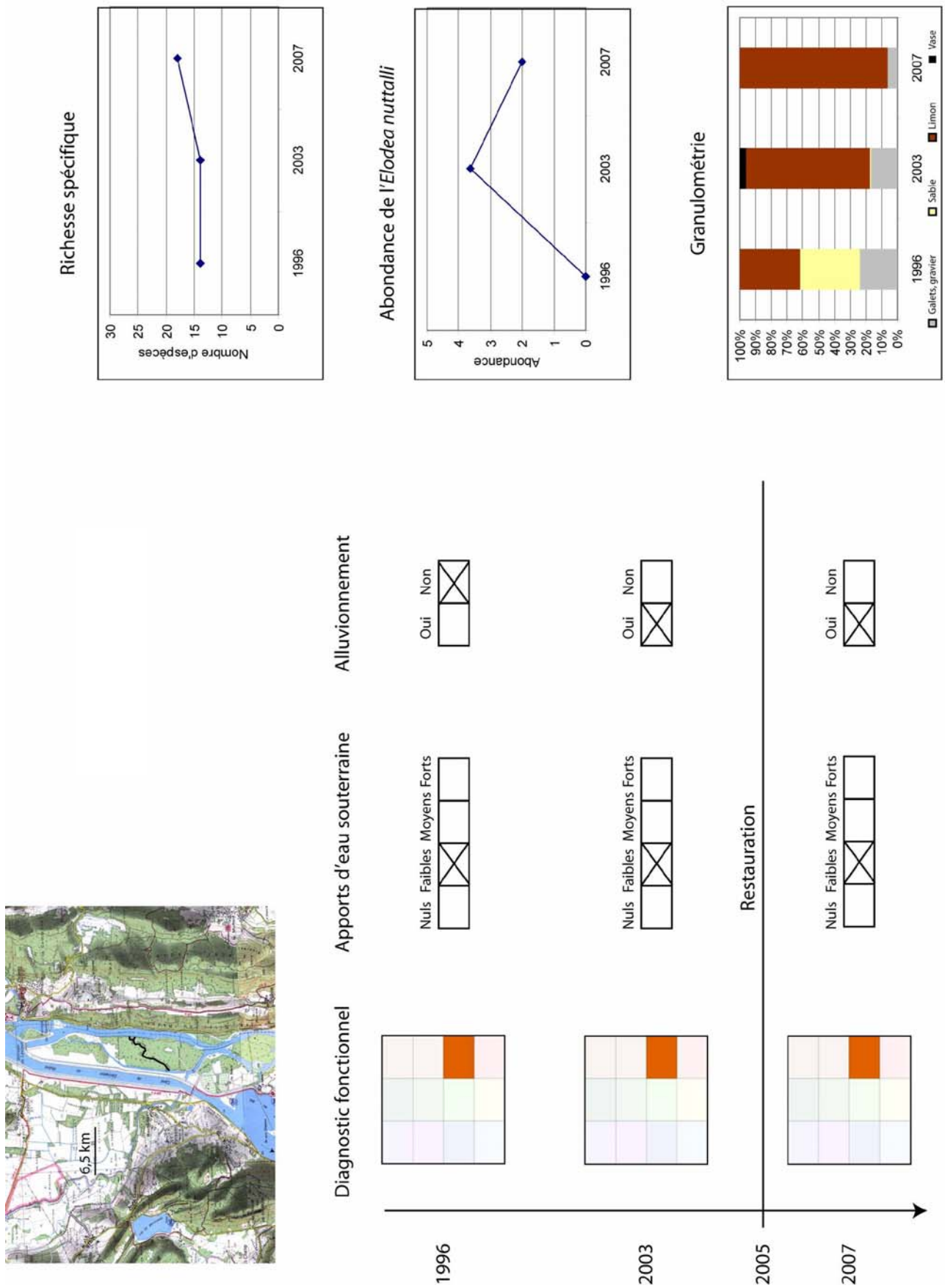


Figure 21 : Fiche de synthèse rassemblant les diagnostics écologiques, des données de végétation et granulométriques pour la lône de Moiroud

Analyse des conséquences probables de la restauration (Olivier et al. 2004b)

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 a constaté une modification significative du fonctionnement de la zone humide, et on s'orientait plutôt vers un atterrissement de la zone humide 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 devraient 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 le curage.

Etat des lieux de la zone humide en 2007

En 2007, *Elodea nuttallii* s'est fortement implantée dans la lône. Conformément aux prévisions formulées en 2003, l'alluvionnement semble se poursuivre, avec une augmentation de l'importance du limon au détriment de la charge solide (passage de 80% en 2003 à 90% du substrat en 2007). Le curage ne semble pas avoir modifié de manière significative le fonctionnement de la zone humide, et la durée de vie de l'état restauré est potentiellement faible.

10 MACROINVERTÉBRÉS DES LÔNES (BELLEY)

10.1 Rappel du contexte et objectifs

Dans le cadre du suivi scientifique du programme décennal 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 (richesse et composition taxonomiques des communautés, statut des espèces, diversité de leurs caractéristiques biologiques).

Les macroinvertébrés accomplissent des fonctions primordiales (et qui leur sont propres) 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) aux semi-aquatiques. Ils fournissent donc une "vision de site" et permettent entre autre de diagnostiquer les conséquences biotiques des modifications de communication entre les lônes et le chenal principal.

L'objectif du présent rapport est de décrire l'état des communautés d'invertébrés aquatiques dans cinq lônes du secteur de Belley en 2007, soit environ deux années et demi après leur restauration lors de l'hiver 2004-05. Cette description est effectuée de façon à comparer cet état post-restauration avec celui décrit avant restauration (2003-04). Au-delà de l'objectif direct de description des états, un enjeu majeur à plus long terme réside dans notre capacité à faire la part entre les effets complexes et interactifs des fluctuations interannuelles "naturelles" de ces systèmes, des effets - manifestement déjà marqués (Daufresne *et al.*, 2003, 2007 ; Mouthon & Daufresne, 2006) - des changements climatiques, de la pression de colonisation par des espèces aquatiques non-indigènes au Rhône (Fruget, 2003 ; Devin *et al.*, 2005) et des effets propres aux actions de restauration, qui sont par ailleurs diversifiées selon les sites.

10.2 Stratégie d'échantillonnage.

10.2.1 Localisation des sites.

Les cinq lônes étudiées dans le présent rapport sont celles qui avaient fait l'objet du rapport d'état avant travaux du secteur de Belley (Olivier, 2004): la lône de Chantemerle (CHAN), la lône Fournier (FOUR), la lône des Luisettes (LUIS), la lône Moiroud (MOIR) et la lône de l'île Béard (BEAR) (Tableau 32, Figure 22). Le protocole d'étude des sites après restauration est identique à celui suivi avant restauration. La localisation géographique des sites étudiés est identique aux deux périodes, même lorsque des modifications ont été causées par les travaux de restauration.

Deux sites d'échantillonnage sont sélectionnés à l'intérieur de chaque lône. Ces sites sont des zones géomorphologiquement homogènes et présentant généralement une unité du point de vue de la végétation aquatique. Ils représentent généralement les deux "pôles" caractéristiques de ces anciens chenaux de type paraprotamique: un site amont (abrégé – m) représentant les secteurs les moins profonds (voire temporaires), déconnectés du Rhône en débit moyen, un site aval (abrégé – v), représentant les secteurs les plus profonds et généralement connectés au Rhône. A l'intérieur de chaque site, un tronçon de 30 mètres (selon l'axe amont-aval de la lône) a été choisi pour la réalisation des protocoles de description de l'habitat et d'échantillonnage de la macrofaune aquatique.

Dans plusieurs cas des sites d'études supplémentaires (abrégés - N) ont été ajoutés pour rendre compte des milieux en eau nouvellement créés par la restauration dans des portions de talweg qui étaient à sec en niveau moyen avant restauration. Ces sites "nouveaux" se situent à proximité des sites de référence amont ou aval et sont donc appelés mN ou vN, respectivement.

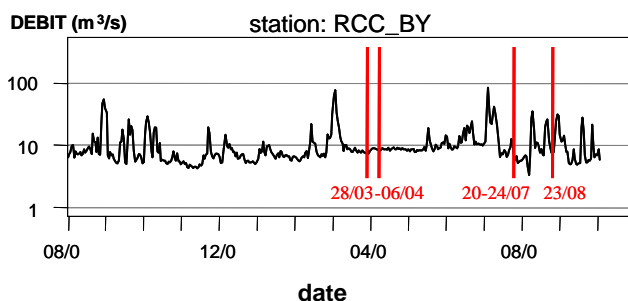


Figure 22 : Positionnement des campagnes d'échantillonnage de la macrofaune des lônes de Belley sur l'hydrographe du RCC.

Tableau 32 : Dates d'échantillonnage faunistique des 5 lônes et type de modification entraînée par la restauration. m : amont, v : aval, N : site nouvellement créé. Les sites (sauf CHAN) sont par ailleurs influencés par l'augmentation des débits réservés.

lône	site	Echantillonnage faunistique pré-restauration		Echantillonnage faunistique post-restauration		Modification de l'habitat par la restauration
		printemps	été	printemps	été	
BEAR	m	01.04.2004	22.07.2003	06.04.2007	20.07.2007	Mouille existante recreusée
	vN	"	"	"	"	Plan d'eau nouvellement créé
	v	"	"	"	"	Non modifié
CHAN	m	29.03.2004	20.07.2004	05.04.2007	23.08.2007	Non modifié
	v	"	"	28.03.2007	20.07.2007	Non modifié
FOUR	m	01.04.2004	22.07.2003	05.04.2007	23.08.2007	Plan d'eau recreusé
	v	"	"	"	"	Non modifié
LUIS	m	01.04.2004	22.07.2003	05.04.2007	24.07.2007	Non modifié (passage d'engins ?)
	mN	"	"	"	"	Plan d'eau nouvellement créé
	v	"	"	06.04.2007	24.07.2007	Non modifié
MOIR	m	01.04.2004	22.07.2003	06.04.2007	19.07.2007	Non modifié
	mN	"	"	"	"	Plan d'eau nouvellement créé
	v	"	"	"	24.07.2007	Dévasage par suceuse

10.2.2 Description de l'habitat

A l'intérieur de chaque tronçon de 30 m, 4 points de prélèvement sont tirés au hasard à l'aide d'une table permettant le tirage d'une coordonnée longitudinale parallèlement au chenal (position au mètre sur 30m) et d'une coordonnée transversale perpendiculairement au chenal (parmi 5 possibilités : rive droite, moitié droite, centre, moitié gauche, rive gauche). En chacun des 4 points une description de la structure de l'habitat (profondeur, courant, sédiment, végétation aquatique, ombrage) est effectuée selon un protocole standard à l'intérieur d'un quadrat de 50 x 50cm. Ces données de description d'habitat sont destinées à la phase de modélisation prévue dans le second niveau du programme de suivi scientifique.

10.2.3 Echantillonnage de la macrofaune

A l'intérieur de chacun des 4 points tirés au hasard (quadrat 50 x 50cm), la macrofaune aquatique est échantillonnée de la façon la plus exhaustive possible à l'épuisette (ouverture 15 x 12cm) à l'intérieur du quadrat. Le vide de maille est 0.5 mm. La limite de profondeur est d'environ 190cm (manche de l'épuisette). Les échantillons sont effectués à pied ou en bateau gonflable léger selon l'accessibilité et la profondeur d'eau. Le matériel est fixé à l'alcool. Au laboratoire la fraction grossière des prélèvements est triée à vue sur une cuvette blanche, avec l'aide éventuelle d'une loupe de couturière. La fraction fine est triée sous une loupe binoculaire. Les invertébrés sont déterminés au niveau le plus fin permis par l'ouvrage de Tachet *et al.* (2000), à l'exception des macrocrustacés, gastéropodes et insectes (autres que diptères et hétéroptères) dont la détermination est poussée à l'espèce dans la mesure du possible.

Les échantillonnages pré- et post-restauration ont été répétés à deux saisons: au début du Printemps (Mars-Avril) et en été (Juillet-Août). Le calendrier des prélèvements est donné par le Tableau 32. La présente analyse est basée sur l'exploitation de l'ensemble des échantillons prélevés dans les campagnes pré-restauration et sur 3 échantillons sur 4 par site pour les campagnes post-restauration.

10.2.4 Calcul des métriques

Douze métriques ont été retenues pour décrire l'état des communautés de macroinvertébrés aquatiques dans les lônes et leurs changements. Le présent rapport rend compte des métriques basées sur les richesses taxonomiques, la composition des communautés et le statut des espèces.

Trois valeurs de richesse taxonomique ont été calculées :

- (1) la richesse taxonomique totale. Elle est obtenue sur les données brutes déterminées tel qu'indiqué plus haut et donc sur des niveaux taxonomiques hétérogènes
- (2) la richesse EPT. C'est le 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
- (3) la richesse en mollusques gastéropodes. C'est le nombre d'espèces appartenant à ce groupe. Il diminue avec la permanence et l'intensité du courant s'exerçant dans les milieux.

Du fait de l'hétérogénéité des nombres d'invertébrés récoltés dans chaque prélèvement et du lien entre l'abondance et la richesse taxonomique, des estimations de richesse taxonomique mesurée sur des échantillons égaux du point de vue de l'abondance ont été calculées 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. Elles 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).

Deux métriques ont été consacrées à singulariser parmi les taxons échantillonnés, ceux possédant un statut de protection ou de menace (espèces "patrimoniales") et ceux pouvant être considérés comme exogènes au bassin du Rhône.

- (4) le pourcentage d'espèces à potentiel "patrimonial" a été calculé par rapport au nombre de taxons déterminés majoritairement à l'espèce ou au genre (macrocrustacés, mollusques, insectes non diptères). Parmi les groupes de macroinvertébrés considérés, seuls les Odonates et les mollusques bivalves disposent d'une liste d'espèces protégées au niveau français et européen (<http://www.mnhn.fr/mnhn/bimm/protection/fr/main.htm>). Nous avons choisi d'utiliser les informations disponibles pour des territoires proches (la Suisse du Sud : Duelli, 1994 et le Baden-Württemberg : Jedicke, 1997) afin de mettre en évidence l'occurrence dans le secteur d'étude de taxons menacés dans ces pays limitrophes. Ont été considérées comme à potentiel "patrimonial" des espèces rentrant dans les catégories 1 (en danger d'extinction) ou 2 (très menacées) dans l'une ou l'autre des deux listes citées. En l'absence d'informations plus complètes pour la France, ces informations sont à considérer à titre indicatif.
- (5) le pourcentage d'individus appartenant à des espèces exogènes au bassin rhodanien a été calculé par rapport à l'abondance totale dans les relevés. Ces espèces considérées comme invasives récentes appartiennent majoritairement aux groupes des macrocrustacés (amphipodes, décapodes) et des mollusques, bivalves ou gastéropodes.

Sauf en cas d'indication contraire, les calculs ont été effectués au niveau des sites ou des lônes (regroupement des deux sites amont et aval par lône) en amalgamant les résultats des deux saisons d'échantillonnage pour une même situation (pré- ou post-restauration).

10.2.5 Analyse des données.

Des tests non-paramétriques (Wilcoxon) ont été utilisés pour comparer des lots de valeurs entre sites ou entre situations (pré- vs. post-restauration). Des analyses factorielles des correspondances inter-classes (Dolédec & Chessel, 1987, 1989) ont été utilisées pour décrire les structures faunistiques majeures (similarités entre échantillons) et leurs relations avec le plan d'expérience (différences inter-sites). La majorité de ces calculs et représentations graphiques ont été effectués avec le logiciel R (Ihaka & Gentleman, 1996) et le jeu de fonctions ade4 sous R (Chessel *et al.*, 2004).

10.3 Résultats.

10.3.1 Abondance des macroinvertébrés.

Les densités d'invertébrés par sites montrent globalement des valeurs plus élevées après restauration (Figure 23). La médiane des densités par quadrat pour l'ensemble des sites est de 1336 ind/m² avant restauration et de 2240 ind/m² après restauration (sites N non compris). Cette différence est significative (Wilcoxon, $p=0.001$), de même que la différence des densités médianes par site entre les deux situations (Wilcoxon apparié, $p=0.02$). Les augmentations de densité les plus notables ont lieu dans les sites amont et aval de la lône de Béard. Deux des trois sites nouvellement créés (à Béard et Moiroud) se placent parmi les sites où la faune est la plus dense.

densité totale (individus/m2)

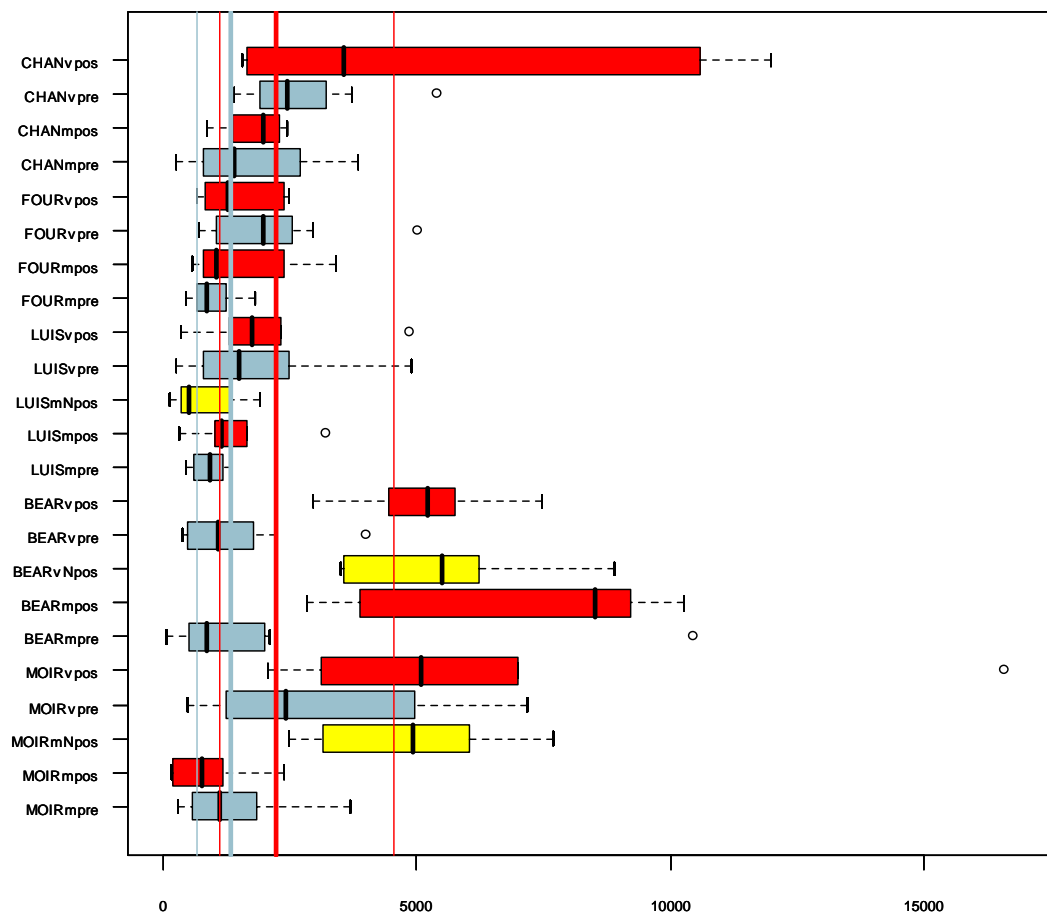


Figure 23 : Densités de macroinvertébrés par site. Les boîtes horizontales représentent l'intervalle inter-quartile (Q25-Q75) autour de la médiane des valeurs individuelles par quadrat. Les moustaches supérieures et inférieures indiquent les valeurs $Q75+1.5 (Q75-Q25)$ et $Q25-1.5 (Q75-Q25)$ au delà desquelles se situent les valeurs marginales. Les lignes verticales représentent les médianes et l'intervalle interquartile des valeurs pré- et post-restauration (sites N non compris). Bleu : prés-restauration, rouge : post-restauration, jaune : sites nouvellement créés (N).

10.3.2 Composition des peuplements.

L'analyse de la similarité des échantillons de macrofaune par des analyses factorielles des correspondances inter-classes montre que la forte structuration des peuplements selon le gradient de connectivité avec le fleuve se maintient après restauration (Figure 24). La similarité relative des communautés entre lônes est très voisine aux deux périodes d'étude. Les différences de composition faunistique entre lônes (13% de la variabilité totale, $p=10^{-4}$)

sont quantitativement plus importantes que la différence entre les deux périodes d'étude qui est faible mais cependant significative (3% de la variabilité totale, $p=10^{-4}$).

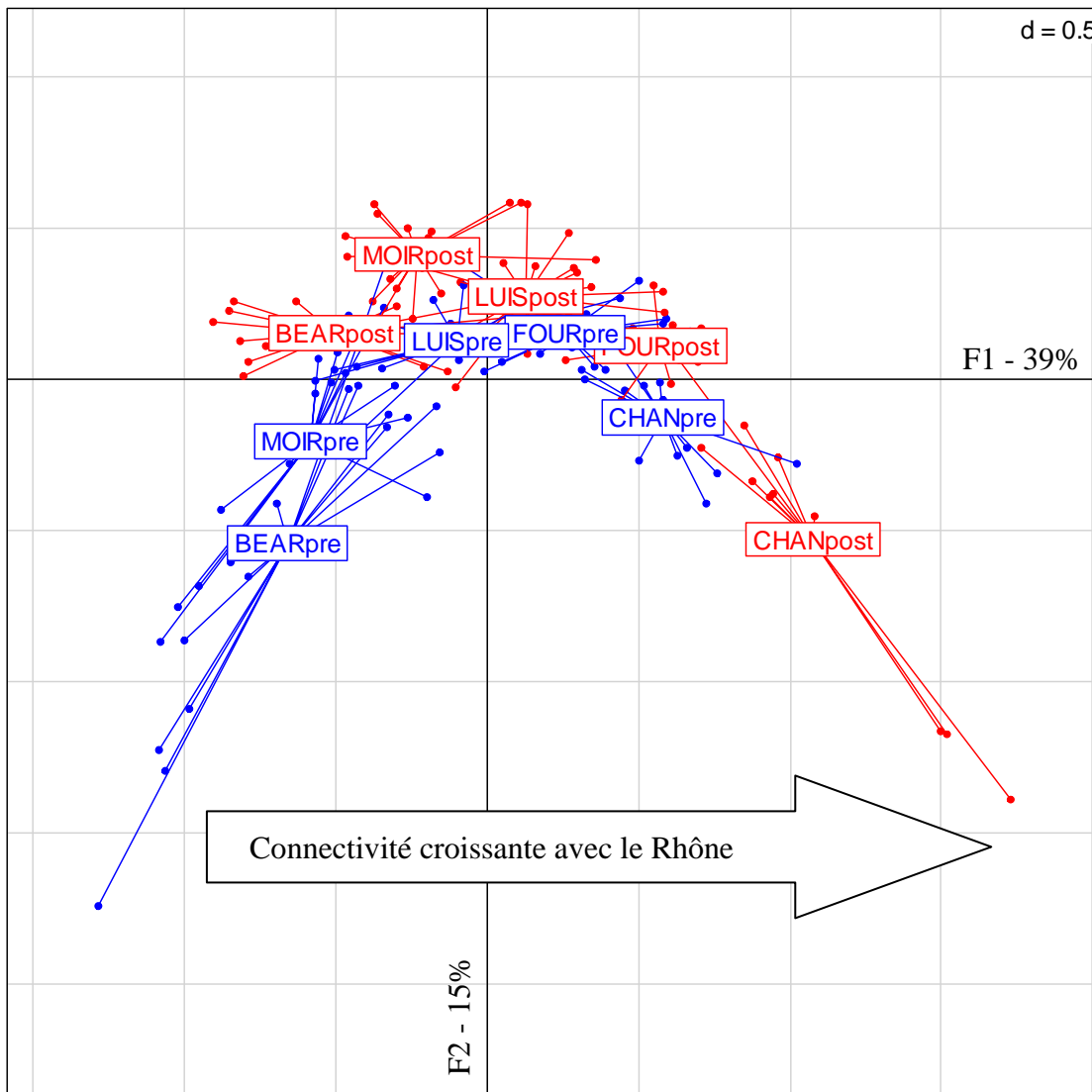


Figure 24 : Ordination des échantillons de macrofaune de cinq lômes du secteur de Belley par une analyses factorielles des correspondances inter-lômes*periode (128 taxons présents dans plus de deux des 158 échantillons élémentaires). Bleu : échantillons pré-restauration (2003-04), Rouge : échantillons post-restauration (2007).

Il est remarquable d'observer que la faune traduit par ailleurs un décalage assez homogène des cinq lômes en direction du pôle de connectivité maximale avec le fleuve (droite du plan factoriel, Figure 24).

Toutefois, une analyse plus détaillée des communautés pré- et post-restauration dans chaque site montre que, dans plusieurs cas, des changements importants sont manifestes et qu'ils affectent autant les sites restaurés et non restaurés.

Les tableaux qui suivent fournissent le détail par lône et par site des abondances (moyennes par sites exprimées en individus/m²) pour les taxons présents dans plus de deux échantillons élémentaires et appartenant à une sélection de groupes taxonomiques (Crustacés, Mollusques, Insectes Coléoptères, Epheméroptères, Odonates et Trichoptères). Les taxons grisés sont des espèces non-indigènes pour le Haut-Rhône, les sites nouvellement créés (N) sont indiqués en jaune.

Lône Béard (Tableau 33).

Le site BEARm était le seul exempt d'espèces non-indigènes avant restauration. La communauté des mollusques gastéropodes est maintenant envahie par *Gyraulus parvus* (plus de 450 ind/m²) et *Physella acuta/heterostropha*. Dans les deux sites aval, trois espèces non-indigènes ont été échantillonnées après restauration (*Crangonyx pseudogracilis*, *Corbicula fluminea*, *Dreissena polymorpha*) et l'abondance de *Potamopyrgus antipodarum* augmente. En parallèle à cette évolution, les communautés d'insectes montrent un changement notable: la riche faune de coléoptères de la mouille amont est considérablement réduite. Des taxons comme *Noterus clavicornis*, *Anacaena bipustulata*, *Helochaeres* sp., *Hydroporus* sp., ne sont pas retrouvés. A l'inverse, les cortèges d'odonates et de trichoptères s'enrichissent de façon notable tant dans le site amont qu'à l'aval (25 taxons présents après restauration pour ces deux groupes, contre 8 en 2003-04)¹.

Lône Moiroud (Tableau 34).

Comme dans Béard, l'expansion des espèces non-indigènes est notable : *C. pseudogracilis*, *C. fluminea*, *D. polymorpha*, *P. antipodarum* sont échantillonnés en 2007 ; *G. parvus* et *P. acuta/heterostropha* atteignent de fortes abondances (plus de 400 ind/m² dans le site nouvellement créé et à l'aval, respectivement). Dans les deux sites amont (MOIRm et MOIRmN), des coléoptères comme *Stictotarsus duodecimpustulatus*, *Elmis*, *Bidessus* et *Esolus*, traduisent en 2007 un caractère plus lotique et l'influence temporaire des débordements du fleuve ou des écoulements souterrains. Le site MOIRm, non modifié physiquement, montre la dérive la plus marquée entre les deux périodes avec une perte de taxons de petits milieux stagnants riches en végétation aquatique (*Planorbis carinatus*, *Anacaena bipustulata*) et l'apparition de taxons plus rhéophiles (*C. fluminea*, coléoptères elmidae, *Beraeodes minutus*, *Psychomyia pusilla*). Comme dans Béard, l'enrichissement du groupe des trichoptères est notable et le site nouvellement créé (MOIRmN) possède en 2007 un riche assemblage d'insectes (13 taxons d'odonates et de trichoptères, notamment).

Lône des Luisettes (Tableau 35).

Parmi les cinq lônes étudiées, celle des Luisettes montre la plus faible dérive faunistique entre les deux périodes. Les tendances observables sur les autres sites sont néanmoins présentes. On note ainsi l'apparition d'espèces non-indigènes non enregistrées en 2003-04 : *C. pseudogracilis*, *C. fluminea*, *D. polymorpha* et *Dikerogammarus villosus*. Ce dernier est rencontré en 2007 dans les trois sites étudiés sur la lône. L'amplification de taxons rhéophiles est également visible (*Ancylus fluviatilis*, *Ephemerella ignita*, *Heptagenia sulphurea*, *Gomphus vulgatissimus*, *Beraeodes minutus*, *Mesophylax impunctatus*, *Ceraclea dissimilis*) aux détriments d'éléments plus lénitophiles et phytophiles (*Hippeutis complanatus*, *P. carinatus*).

¹ Ces nombres de taxons concernent les 128 taxons présents dans plus de deux des 158 relevés individuels inclus dans l'analyse.

Lône Fournier (Tableau 36).

La lône Fournier connaît également une dérive relativement limitée de son assemblage faunistique. Des espèces non-indigènes y font leur apparition comme dans les lônes précédemment citées (*C. pseudogracilis*, *D. villosus*, *C. fluminea*, *D. polymorpha*, *G. parvus*). Comme dans les Luisettes, l'amplification de taxons rhéophiles (*A. fluviatilis*, *E. ignita*, *H. sulphurea*, *G. vulgatissimus*, *Calopteryx splendens*, *M. impunctatus*) s'effectue au détriment de taxons phyto- lénitophiles (*Valvata. cristata*, *Radix balthica*, *Haliphus*). Le site aval (FOURv) identifié comme "hotspot" de richesse pour les trichoptères avant restauration, offre une richesse encore supérieure pour ce groupe (+ 3 taxons) en 2007. L'enrichissement de la communauté d'odonates est également sensible dans les deux sites.

Lône de Chantemerle (Tableau 37).

Bien que non remaniée physiquement et située à l'aval de la restitution de l'aménagement de Belley, la communauté aquatique montre une dérive significative dans cette lône. Cette dérive s'observe dans les deux sites, amont et aval et est assez comparable à celle qui affecte les quatre autres lônes. Elle consiste essentiellement en une amplification des espèces non-indigènes et un enrichissement de certains groupes d'insectes, notamment les trichoptères. Comparativement aux autres lônes étudiées, Chantemerle montre les densités d'espèces non-indigènes les plus élevées. Ces densités sont en augmentation par rapport à la situation observée en 2003-04. *Hypania invalida*, *C. pseudogracilis*, *D. villosus* et *G. parvus* font ainsi leur apparition dans la lône. *D. villosus* atteint là sa plus forte densité pour les lônes observées (plus de 30 ind/ m² à l'aval de la lône). La mention de l'annélide polychète *Hypania invalida* (plus de 20 ind/ m² tant à l'amont qu'à l'aval) semble être la première pour le haut-Rhône français, cette espèce n'ayant été jusqu'à présent rencontrée qu'à l'aval de Lyon (Devin *et al.*, 2006). L'enrichissement des odonates (+ 5 taxons) et des trichoptères (+ 9 taxons) est remarquable à l'aval de la lône.

- Suivi Haut-Rhône -

		BEAR m pre	BEAR m post	BEAR v N post	BEAR v pre	BEAR v post
Amphipoda	<i>Crangonyx pseudogracilis</i>			1.3		3.3
Amphipoda	<i>Gammarus sp.</i>	0.5		4	1.5	862.7
Isopoda	<i>Asellus aquaticus</i>	1.5		2	26	36
Bivalvia	<i>Musculium lacustre</i>			30.7		3.5
Bivalvia	<i>Sphaerium sp.</i>	13		27.3	1	3.3
Bivalvia	<i>Pisidium sp.</i>	11.5	16		42.5	585.3
Bivalvia	<i>Corbicula fluminea</i>			0.7		7.3
Bivalvia	<i>Dreissena polymorpha</i>					2
Gasteropoda	<i>Lymnaea stagnalis</i>	1	0.7	1.3		0.7
Gasteropoda	<i>Hippuris complanatus</i>	25	0.7	10.7	7.5	1.3
Gasteropoda	<i>Gyraulus parvus</i>		467.3	4.7	0.5	
Gasteropoda	<i>Valvata cristata</i>	2.5			0.5	0.7
Gasteropoda	<i>Planorbis carinatus</i>			2	10	3.3
Gasteropoda	<i>Gyraulus albus</i>	40	4	3.3	15.5	12.7
Gasteropoda	<i>Radix auricularia</i>			4.7		24
Gasteropoda	<i>Bithynia tentaculata</i>	1.5	2.7	11.3		153.3
Gasteropoda	<i>Physella acuta</i>		22.7	62	14	28
Gasteropoda	<i>Radix balthica</i>					0.7
Gasteropoda	<i>Valvata piscinalis</i>				1	0.7
Gasteropoda	<i>Galba truncatula</i>					2
Gasteropoda	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>				0.5	81.3
Coleoptera	<i>Hygrotus inaequalis</i>	1.5				
Coleoptera	<i>Noterus clavicornis</i>	8			0.5	
Coleoptera	Chrysomelidae		1.3	2		
Coleoptera	<i>Anacaena bipustulata</i>	9.5			0.5	
Coleoptera	<i>Helochares sp.</i>	22				0.7
Coleoptera	<i>Peltodytes caesus</i>	1.5		2.7		
Coleoptera	<i>Hydraena riparia / assimilis</i>	1				
Coleoptera	<i>Hydroporus sp.</i>	13.5			1	
Coleoptera	<i>Laccophilus sp.</i>	2.5	1.3	9.3	3.5	14.7
Coleoptera	<i>Agabus sp.</i>			0.7		
Coleoptera	<i>Ilybius fuliginosus</i>	1.5				0.7
Coleoptera	<i>Halipilus sp.</i>	34	27.3	53.3	38.5	102.7
Coleoptera	<i>Dryops sp.</i>	4.5		4.7		1.3
Coleoptera	<i>Oulimnius sp.</i>	0.5		0.7		1.3
Coleoptera	<i>Elmis sp.</i>	1.5				4.7
Coleoptera	<i>Limnius volckmari</i>				0.5	
Coleoptera	<i>Esolus parallelepipedus</i>				1	2.7
Ephemeroptera	<i>Cloëon dipterum</i>	108.5	1396	780.7	256.5	79.3
Ephemeroptera	<i>Caenis horaria</i>	0.5	443.3	639.3	2	34.7
Ephemeroptera	<i>Siphonurus lacustris</i>	1.5	1.3	0.7	1.5	
Ephemeroptera	<i>Ephemera sp.</i>					8
Ephemeroptera	<i>Caenis macrura</i>	4			0.5	186
Ephemeroptera	<i>Potamanthus luteus</i>	2		17.3	0.5	214
Ephemeroptera	<i>Caenis luctuosa</i>					1.3
Ephemeroptera	<i>Heptagenia sulphurea</i>					2
Odonata	<i>Crocothemis erythraea</i>		6.7	1.3		
Odonata	<i>Anax cf. imperator</i>	3	6.7		2	0.7
Odonata	<i>Erythromma viridulum</i>	0.5	19.3	5.3		1.3
Odonata	<i>Pyrrohosoma nymphula</i>	2.5	2			
Odonata	<i>Sympetrum sp.</i>		9.3	3.3		
Odonata	<i>Aeshna sp.</i>		2.7	0.7		
Odonata	<i>Ischnura elegans</i>		8.7	1.3		0.7
Odonata	<i>Coenagrion gr. puella</i>	99	358.7	105.3	105.5	14.7
Odonata	<i>Libellula depressa</i>			0.7	4.5	2
Odonata	<i>Chalcolestes viridis</i>			2		4
Odonata	<i>Cercion lindenii</i>		2	0.7		1.3
Odonata	<i>Platycnemis cf. pennipes</i>			4.7		10.7
Trichoptera	<i>Agrypnia varia</i>		8.7			
Trichoptera	<i>Agraylea sexmaculata</i>			0.7		
Trichoptera	<i>Limnephilus rhombicus</i>		1.3			
Trichoptera	<i>Limnephilus gr. lunatus</i>		16.7	6		6
Trichoptera	<i>Athripsodes sp.</i>	1	29.3	4		32.7
Trichoptera	<i>Beraeodes minutus</i>					16.7
Trichoptera	<i>Anabolia nervosa</i>	2	2		0.5	40
Trichoptera	<i>Mystacides gr. longicornis</i>				0.5	
Trichoptera	<i>Sericostoma gr. personatum</i>					4
Trichoptera	<i>Halesus gr. radiatus</i>					17.3
Trichoptera	<i>Mystacides azurea</i>					12.7
Trichoptera	<i>Hydroptila sp.</i>					8
Trichoptera	<i>Psychomyia pusilla</i>					1.3
Trichoptera	<i>Goera pilosa</i>					2.7
Trichoptera	<i>Hydropsyche contubernalis</i>					8.7

Tableau 33 :

Lône Béard. Moyennes des abondances par site (individus/m²) pour les taxons présents dans plus de deux échantillons élémentaires et appartenant à une sélection de groupes taxonomiques (Crustacés, Mollusques, Insectes Coléoptères, Ephéméroptères, Odonates et Trichoptères). Les taxons grisés sont des espèces non-indigènes pour le Haut-Rhône, les sites nouvellement créés (N) sont indiqués en jaune.

- Suivi Haut-Rhône -

		MOIR m pre	MOIR m post	MOIR m N post	MOIR v pre	MOIR v post
Amphipoda	<i>Crangonyx pseudogracilis</i>		2	1.3		1.3
Amphipoda	<i>Gammarus sp.</i>	17.1	4	2.7		
Isopoda	<i>Asellus aquaticus</i>	48	4	60		2
Bivalvia	<i>Musculium lacustre</i>	1.7		0.7	24.5	
Bivalvia	<i>Sphaerium sp.</i>				2.5	
Bivalvia	<i>Pisidium sp.</i>	2.3	0.7	26	18.5	92
Bivalvia	<i>Corbicula fluminea</i>		3.3	1.3		6
Bivalvia	<i>Dreissena polymorpha</i>					2.7
Gasteropoda	<i>Lymnaea stagnalis</i>				0.5	0.7
Gasteropoda	<i>Hippeutis complanatus</i>	11.4	1.3		4.5	
Gasteropoda	<i>Gyraulus parvus</i>	42.9		174	44	508.7
Gasteropoda	<i>Valvata cristata</i>			0.7		
Gasteropoda	<i>Planorbis carinatus</i>	9.1			4.5	0.7
Gasteropoda	<i>Gyraulus albus</i>	0.6			6	0.7
Gasteropoda	<i>Radix auricularia</i>			14.7	7	33.3
Gasteropoda	<i>Bithynia tentaculata</i>				2.5	1.3
Gasteropoda	<i>Physella acuta</i>		22	438	8.5	148.7
Gasteropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	6.3	2.7	57.3	1	
Gasteropoda	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>			14		2
Coleoptera	<i>Anacaena bipustulata</i>	0.6				
Coleoptera	<i>Peltodytes caesus</i>			0.7		
Coleoptera	<i>Hydraena riparia / assimilis</i>	4.6				
Coleoptera	<i>Hydroporus sp.</i>	1.7	1.3			
Coleoptera	<i>Laccophilus sp.</i>	5.7	1.3		1.5	6
Coleoptera	<i>Agabus sp.</i>			4		
Coleoptera	<i>Ilybius fuliginosus</i>		1.3			
Coleoptera	<i>Haliplus sp.</i>	40.6	1.3	71.3	20.5	203.3
Coleoptera	<i>Dryops sp.</i>	0.6	0.7			
Coleoptera	<i>Stictotarsus duodecimpustulatus</i>		0.7			
Coleoptera	<i>Gyrinus substriatus</i>		8.7			
Coleoptera	<i>Elmis sp.</i>		1.3	0.7		0.7
Coleoptera	<i>Bidessus minutissimus</i>			0.7		
Coleoptera	<i>Esolus parallelepipedus</i>		1.3	0.7		
Ephemeroptera	<i>Cloëon dipterum</i>	136	2	68	22	125.3
Ephemeroptera	<i>Caenis horaria</i>			6		22.7
Ephemeroptera	<i>Siphonorus lacustris</i>	3.4				
Ephemeroptera	<i>Ephemera sp.</i>	0.6	0.7		6	6
Ephemeroptera	<i>Cloëon simile</i>		1.3			
Ephemeroptera	<i>Caenis macrura</i>	6.9	60	56.7	13	3.3
Ephemeroptera	<i>Potamanthus luteus</i>	6.9	73.3	18	4.5	4.7
Ephemeroptera	<i>Caenis luctuosa</i>			1.3		
Odonata	<i>Anax cf. imperator</i>				0.5	
Odonata	<i>Erythronma viridulum</i>		0.7			1.3
Odonata	<i>Pyrrohosoma nymphula</i>	4.6				
Odonata	<i>Sympetrum sp.</i>		0.7	3.3		
Odonata	<i>Aeshna sp.</i>		0.7			0.7
Odonata	<i>Ischnura elegans</i>	0.6		0.7	0.5	
Odonata	<i>Coenagrion gr. puella</i>	306.9	8.7	30	87.5	61.3
Odonata	<i>Libellula depressa</i>	0.6		3.3		
Odonata	<i>Chalcolestes viridis</i>		0.7		0.5	
Odonata	<i>Cercion lindenii</i>	1.1	4	6.7		2.7
Odonata	<i>Platycnemis cf pennipes</i>	1.1	9.3		0.5	19.3
Odonata	<i>Gomphus vulgatissimus</i>	0.6				
Odonata	<i>Coenagrion scitulum</i>		0.7	0.7		
Trichoptera	<i>Agraylea sexmaculata</i>					12
Trichoptera	<i>Limnephilus rhombicus</i>			0.7		
Trichoptera	<i>Limnephilus gr. lunatus</i>			15.3		
Trichoptera	<i>Athripsodes sp.</i>	1.1	0.7		64.5	12
Trichoptera	<i>Beraeodes minutus</i>		5.3			6.7
Trichoptera	<i>Anabolia nervosa</i>		1.3	1.3	1	12
Trichoptera	<i>Mystacides gr. longicornis</i>	0.6			4.5	
Trichoptera	<i>Cyrnus trimaculatus</i>					0.7
Trichoptera	<i>Mesophylax impuctatus</i>			2.7		
Trichoptera	<i>Mystacides azurea</i>		3.3		4	2
Trichoptera	<i>Hydroptila sp.</i>		3.3	0.7		
Trichoptera	<i>Psychomyia pusilla</i>		3.3	0.7		
Trichoptera	<i>Oecetis notata</i>		0.7	2		

Tableau 34 :

Lône Moiroud.
Moyennes des abondances par site (individus/m²) pour les taxons présents dans plus de deux échantillons élémentaires et appartenant à une sélection de groupes taxonomiques (Crustacés, Mollusques, Insectes Coléoptères, Epheméroptères, Odonates et Trichoptères). Les taxons grisés sont des espèces non-indigènes pour le Haut-Rhône, les sites nouvellement créés (N) sont indiqués en jaune.

- Suivi Haut-Rhône -

		LUIS m pre	LUIS m post	LUIS m N post	LUIS v pre	LUIS v post
Amphipoda	<i>Crangonyx pseudogracilis</i>			1.1		6.7
Amphipoda	<i>Gammarus sp.</i>	61.5	22.7	1.1		22.7
Amphipoda	<i>Dikerogammarus villosus</i>		3.3	0.6		0.7
Isopoda	<i>Asellus aquaticus</i>	1.5	0.7	6.9	59	88.7
Bivalvia	<i>Musculium lacustre</i>	10			0.5	
Bivalvia	<i>Sphaerium sp.</i>	1.5			1	4
Bivalvia	<i>Pisidium sp.</i>	9.5	12.7		18	36
Bivalvia	<i>Corbicula fluminea</i>		6.7	2.9	0.5	4.7
Bivalvia	<i>Dreissena polymorpha</i>			0.6		
Gasteropoda	<i>Hippeutis complanatus</i>	0.5			5	
Gasteropoda	<i>Gyraulus parvus</i>	3	1.3	1.1		0.7
Gasteropoda	<i>Planorbis carinatus</i>	3			24	2.7
Gasteropoda	<i>Radix auricularia</i>	0.5	1.3		1.5	2.7
Gasteropoda	<i>Bithynia tentaculata</i>				11.5	8
Gasteropoda	<i>Physella acuta</i>	3.5	20.7	0.6	0.5	4
Gasteropoda	<i>Radix balthica</i>			4.6	6.5	
Gasteropoda	<i>Valvata piscinalis</i>				2	
Gasteropoda	<i>Galba truncatula</i>		0.7			
Gasteropoda	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	2.5	4.7	8	0.5	6.7
Gasteropoda	<i>Ancylus fluviatilis</i>					10
Coleoptera	<i>Anacaena bipustulata</i>					0.7
Coleoptera	<i>Helochaers sp.</i>				0.5	
Coleoptera	<i>Hydroporus sp.</i>				2.5	
Coleoptera	<i>Laccophilus sp.</i>	1.5	0.7		2.5	
Coleoptera	<i>Haliplus sp.</i>	18	6.7	1.7	32	12.7
Coleoptera	<i>Dryops sp.</i>		0.7			
Coleoptera	<i>Stictotarsus duodecimpustulatus</i>				1.5	0.7
Coleoptera	<i>Oulimnius sp.</i>				0.5	2.7
Coleoptera	<i>Elmis sp.</i>	1		2.9		
Coleoptera	<i>Esolus parallelepipedus</i>	0.5	0.7	0.6	0.5	
Ephemeroptera	<i>Cloëon dipterum</i>	75	4		24	5.3
Ephemeroptera	<i>Caenis horaria</i>	5.5	2	0.6	2	1.3
Ephemeroptera	<i>Siphonorus lacustris</i>	2.5			0.5	
Ephemeroptera	<i>Ephemera sp.</i>			0.6		
Ephemeroptera	<i>Cloëon simile</i>			0.6		
Ephemeroptera	<i>Caenis macrura</i>	93.5	85.3	35.4	36.5	28.7
Ephemeroptera	<i>Potamanthus luteus</i>	59	294.7	97.7	14.5	110
Ephemeroptera	<i>Caenis luctuosa</i>	1		1.1		
Ephemeroptera	<i>Ephemerella ignita</i>		0.7			0.7
Ephemeroptera	<i>Heptagenia sulphurea</i>		2.7			
Odonata	<i>Erythromma viridulum</i>					1.3
Odonata	<i>Pyrrohosoma nymphula</i>		1.3			
Odonata	<i>Ischnura elegans</i>		0.7			0.7
Odonata	<i>Coenagrion gr. puella</i>	28.5	6.7		5.5	0.7
Odonata	<i>Libellula depressa</i>	2				
Odonata	<i>Cercion lindenii</i>	0.5	1.3	1.1		
Odonata	<i>Platycnemis cf pennipes</i>	1.5	20.7	0.6		0.7
Odonata	<i>Gomphus vulgatissimus</i>		0.7			
Odonata	<i>Coenagrion scitulum</i>		1.3			
Trichoptera	<i>Limnephilus gr. lunatus</i>		0.7	1.1	1	1.3
Trichoptera	<i>Athripsodes sp.</i>	0.5		2.3	27	19.3
Trichoptera	<i>Beraeodes minutus</i>		0.7		5	582
Trichoptera	<i>Anabolia nervosa</i>			1.1	2	8.7
Trichoptera	<i>Cyrnus trimaculatus</i>				0.5	
Trichoptera	<i>Mesophylax impunctatus</i>			0.6		0.7
Trichoptera	<i>Halesus gr. radiatus</i>		2.7	0.6		0.7
Trichoptera	<i>Mystacides azurea</i>	12.5	1.3		2	3.3
Trichoptera	<i>Hydroptila sp.</i>	2	2.7	1.1	1	2
Trichoptera	<i>Psychomyia pusilla</i>	3.5	10			6
Trichoptera	<i>Hydropsyche exocellata/modesta</i>	0.5				
Trichoptera	<i>Oecetis notata</i>				0.5	
Trichoptera	<i>Ceraclea dissimilis</i>		0.7			0.7
Trichoptera	<i>Hydropsyche contubernalis</i>	3.5	0.7	0.6		

Tableau 35 :

Lône des Luisettes. Moyennes des abondances par site (individus/m²) pour les taxons présents dans plus de deux échantillons élémentaires et appartenant à une sélection de groupes taxonomiques (Crustacés, Mollusques, Insectes Coléoptères, Epheméroptères, Odonates et Trichoptères). Les taxons grisés sont des espèces non-indigènes pour le Haut-Rhône, les sites nouvellement créés (N) sont indiqués en jaune.

- Suivi Haut-Rhône -

		FOUR m pre	FOUR m post	FOUR v pre	FOUR v post
Amphipoda	<i>Crangonyx pseudogracilis</i>				0.7
Amphipoda	<i>Gammarus sp.</i>	174.5	322	147.5	184.7
Amphipoda	<i>Dikerogammarus villosus</i>		3.3		0.7
Isopoda	<i>Asellus aquaticus</i>	11	4	2	7.3
Bivalvia	<i>Sphaerium sp.</i>			3	
Bivalvia	<i>Pisidium sp.</i>	12.5	10.7	90	12
Bivalvia	<i>Corbicula fluminea</i>		45.3	0.5	6.7
Bivalvia	<i>Dreissena polymorpha</i>		4		
Gasteropoda	<i>Hippeutis complanatus</i>			2	
Gasteropoda	<i>Gyraulus parvus</i>		4		
Gasteropoda	<i>Valvata cristata</i>	1			
Gasteropoda	<i>Planorbis carinatus</i>	1		2.5	2
Gasteropoda	<i>Radix auricularia</i>	0.5	28.7		
Gasteropoda	<i>Bithynia tentaculata</i>	0.5		1.5	3.3
Gasteropoda	<i>Physella acuta</i>	0.5	8.7	0.5	
Gasteropoda	<i>Radix balthica</i>	29		0.5	
Gasteropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	1	0.7	3.5	3.3
Gasteropoda	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	13.5	82.7	164	138.7
Gasteropoda	<i>Ancylus fluviatilis</i>		6.7	1	
Coleoptera	<i>Hydroporus sp.</i>	1.5			
Coleoptera	<i>Laccophilus sp.</i>			0.5	
Coleoptera	<i>Haliplus sp.</i>	41.5	2.7	25.5	1.3
Coleoptera	<i>Dryops sp.</i>	0.5			
Coleoptera	<i>Stictotarsus duodecimpustulatus</i>	3			
Coleoptera	<i>Elmis sp.</i>	0.5	1.3	2	1.3
Coleoptera	<i>Bidessus minutissimus</i>			1.5	
Coleoptera	<i>Esolus parallelepipedus</i>	5	2.7	1	2
Ephemeroptera	<i>Cloëon dipterum</i>		2	13.5	6
Ephemeroptera	<i>Caenis horaria</i>	1	6	0.5	3.3
Ephemeroptera	<i>Siphonorus lacustris</i>			1	
Ephemeroptera	<i>Ephemera sp.</i>			1.5	2
Ephemeroptera	<i>Caenis macrura</i>	50.5	94	470	56.7
Ephemeroptera	<i>Potamanthus luteus</i>	24	194	201	280.7
Ephemeroptera	<i>Ephemerella ignita</i>		1.3		
Ephemeroptera	<i>Centroptilum luteolum</i>				4
Ephemeroptera	<i>Heptagenia sulphurea</i>		0.7		11.3
Odonata	<i>Coenagrion gr. puella</i>		4.7	1	0.7
Odonata	<i>Cercion lindenii</i>		4		1.3
Odonata	<i>Platycnemis cf pennipes</i>	1	8.7	4	9.3
Odonata	<i>Gomphus vulgatissimus</i>		0.7		
Odonata	<i>Calopteryx splendens</i>		0.7		1.3
Trichoptera	<i>Limnephilus gr. lunatus</i>		0.7	3	
Trichoptera	<i>Athripsodes sp.</i>	6	6	4	3.3
Trichoptera	<i>Anabolia nervosa</i>			2	10.7
Trichoptera	<i>Mystacides gr. longicornis</i>				4
Trichoptera	<i>Cyrnus trimaculatus</i>				0.7
Trichoptera	<i>Mesophylax impunctatus</i>		0.7		0.7
Trichoptera	<i>Sericostoma gr. personatum</i>			0.5	0.7
Trichoptera	<i>Halesus gr. radiatus</i>	0.5		1	1.3
Trichoptera	<i>Mystacides azurea</i>	0.5	1.3	41	67.3
Trichoptera	<i>Hydroptila sp.</i>	2.5	7.3	8.5	2.7
Trichoptera	<i>Psychomyia pusilla</i>	1	2	14	9.3
Trichoptera	<i>Hydropsyche exocellata/modesta</i>	0.5		0.5	
Trichoptera	<i>Oecetis notata</i>	0.5	9.3	4	2.7
Trichoptera	<i>Goera pilosa</i>			9.5	50
Trichoptera	<i>Ceraclea dissimilis</i>	1	1.3		0.7
Trichoptera	<i>Hydropsyche contubernalis</i>	7	25.3	43.5	13.3
Trichoptera	<i>Silo nigricornis</i>				0.7

Tableau 36 :

Lône Fournier.
Moyennes des abondances par site (individus/m²) pour les taxons présents dans plus de deux échantillons élémentaires et appartenant à une sélection de groupes taxonomiques (Crustacés, Mollusques, Insectes Coléoptères, Epheméroptères, Odonates et Trichoptères). Les taxons grisés sont des espèces non-indigènes pour le Haut-Rhône.

- Suivi Haut-Rhône -

		CHAN m pre	CHAN m post	CHAN v pre	CHAN v post
Polychaeta	<i>Hypania invalida</i>		38.7		20
Amphipoda	<i>Crangonyx pseudogracilis</i>		0.7		0.7
Amphipoda	<i>Gammarus sp.</i>	134	642.7	148.5	1363.3
Amphipoda	<i>Dikerogammarus villosus</i>		8.7		32.7
Isopoda	<i>Asellus aquaticus</i>	4	0.7		34
Bivalvia	<i>Sphaerium sp.</i>			0.5	
Bivalvia	<i>Pisidium sp.</i>	9.5	6	8	39.3
Bivalvia	<i>Corbicula fluminea</i>	0.5	26	23.5	90.7
Bivalvia	<i>Dreissena polymorpha</i>	7.5	10	5.5	41.3
Gasteropoda	<i>Gyraulus parvus</i>		4		15.3
Gasteropoda	<i>Valvata cristata</i>			0.5	
Gasteropoda	<i>Gyraulus albus</i>	0.5	0.7	0.5	103.3
Gasteropoda	<i>Bithynia tentaculata</i>	2	0.7		0.7
Gasteropoda	<i>Physella acuta</i>	22.5	6	3	91.3
Gasteropoda	<i>Radix balthica</i>	1			
Gasteropoda	<i>Valvata piscinalis</i>	5.5		2	8.7
Gasteropoda	<i>Galba truncatula</i>			15	
Gasteropoda	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	95	50.7	55	276
Gasteropoda	<i>Ancylus fluviatilis</i>	4.5	8		2
Gasteropoda	<i>Theodoxus fluviatilis</i>	3.5	153.3	1.5	88
Coleoptera	<i>Hydraena riparia / assimilis</i>	0.5			
Coleoptera	<i>Haliplus sp.</i>	1		0.5	
Coleoptera	<i>Dryops sp.</i>		0.7		1.3
Coleoptera	<i>Oulimnius sp.</i>	1			1.3
Coleoptera	<i>Elmis sp.</i>	0.5			0.7
Coleoptera	<i>Limnius volcknari</i>	0.5		0.5	
Coleoptera	<i>Esolus parallelepipedus</i>	1	3.3		5.3
Ephemeroptera	<i>Cloëon dipterum</i>			0.5	
Ephemeroptera	<i>Caenis horaria</i>				1.3
Ephemeroptera	<i>Siphonurus lacustris</i>	0.5			
Ephemeroptera	<i>Ephemera sp.</i>		0.7	2.5	0.7
Ephemeroptera	<i>Caenis macrura</i>	10	13.3	7.5	28.7
Ephemeroptera	<i>Potamanthus luteus</i>	36.5	330.7	22	365.3
Ephemeroptera	<i>Caenis luctuosa</i>	0.5	1.3		3.3
Ephemeroptera	<i>Ephemerella ignita</i>	3		1	2
Ephemeroptera	<i>Centroptilum luteolum</i>				1.3
Ephemeroptera	<i>Heptagenia sulphurea</i>	1.5	90	3.5	24
Odonata	<i>Coenagrion gr. puella</i>				0.7
Odonata	<i>Cercion lindenii</i>		2		15.3
Odonata	<i>Platycnemis cf pennipes</i>	1			8.7
Odonata	<i>Gomphus vulgatissimus</i>	0.5			
Odonata	<i>Coenagrion scitulum</i>				3.3
Odonata	<i>Calopteryx splendens</i>		0.7		1.3
Trichoptera	<i>Limnephilus rhombicus</i>				0.7
Trichoptera	<i>Limnephilus gr. lunatus</i>	0.5			4
Trichoptera	<i>Athripsodes sp.</i>				75.3
Trichoptera	<i>Anabolia nervosa</i>		0.7		3.3
Trichoptera	<i>Mystacides gr. longicornis</i>	0.5		0.5	
Trichoptera	<i>Cyrnus trimaculatus</i>	0.5			
Trichoptera	<i>Mesophylax impunctatus</i>				0.7
Trichoptera	<i>Halesus gr. radiatus</i>				0.7
Trichoptera	<i>Mystacides azurea</i>	5	1.3		8
Trichoptera	<i>Hydroptila sp.</i>	9.5	1.3	9.5	37.3
Trichoptera	<i>Psychomyia pusilla</i>	1.5	2	4	44.7
Trichoptera	<i>Hydropsyche exocellata/modesta</i>			3	1.3
Trichoptera	<i>Oecetis notata</i>	1.5	0.7	2.5	8.7
Trichoptera	<i>Goera pilosa</i>				2
Trichoptera	<i>Ceraclea dissimilis</i>	0.5			2.7
Trichoptera	<i>Hydropsyche contubernalis</i>	5	20.7	1.5	32.7
Trichoptera	<i>Silo nigricornis</i>				1.3

Tableau 37 :

Lône de Chantemerle. Moyennes des abondances par site (individus/m²) pour les taxons présents dans plus de deux échantillons élémentaires et appartenant à une sélection de groupes taxonomiques (Crustacés, Mollusques, Insectes Coléoptères, Epheméroptères, Odonates et Trichoptères). Les taxons grisés sont des espèces non-indigènes pour le Haut-Rhône.

10.3.3 Métriques basées sur les richesses taxonomiques.

Le calcul de richesses raréfiées globales avant et après restauration, sur l'addition des échantillons, tous sites comparables confondus par période (Figure 25), conduit à des résultats similaires à ceux obtenus dans l'analyse de la composition des communautés. Considérées sur l'ensemble du peuplement (faune totale), il n'existe pas de différence significative de richesse entre les deux périodes (avant : 140.9 ± 0.3 taxons ; après : 142.0 ± 2.5 taxons). Par contre, on observe une augmentation significative de la richesse des insectes EPT (+17%), attendus comme devant être favorisés par une augmentation de la connectivité (avant : 34.9 ± 0.3 taxons ; après : 41.1 ± 2.1 taxons) et une diminution significative de la richesse des mollusques gastéropodes (-22%), attendus comme devant être défavorisés par une augmentation de la connectivité (avant : 18.0 ± 0.1 taxons ; après : 13.6 ± 1.1 taxons).

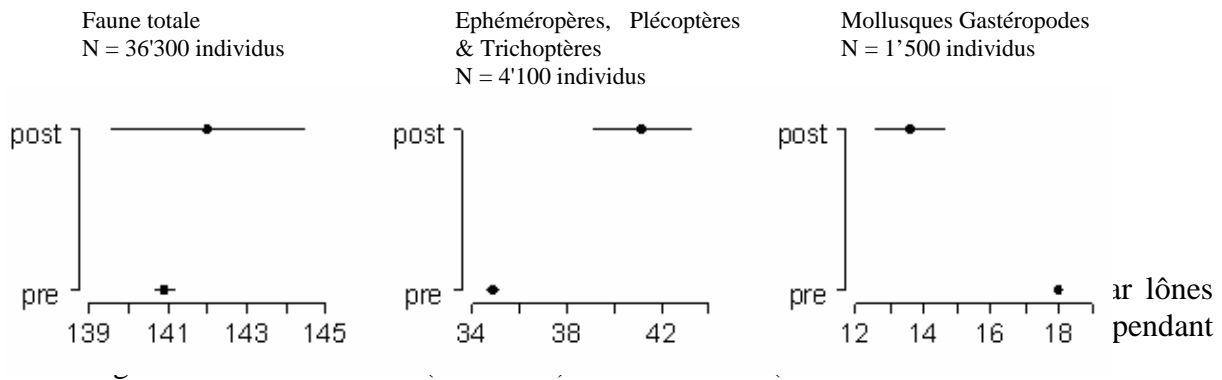


Figure 25 : Richesses taxonomiques raréfiées (± 1 erreur standard) calculées sur l'addition de tous les relevés disponibles pour les mêmes sites avant (pre) et après (post) restauration. Les effectifs servant au calcul diffèrent selon les assemblages taxonomiques considérés et sont basés sur l'effectif minimal disponible dans l'une des deux situations comparées.

Comme dans l'analyse de la composition faunistique, cette réalité globale recouvre des situations contrastées entre sites.

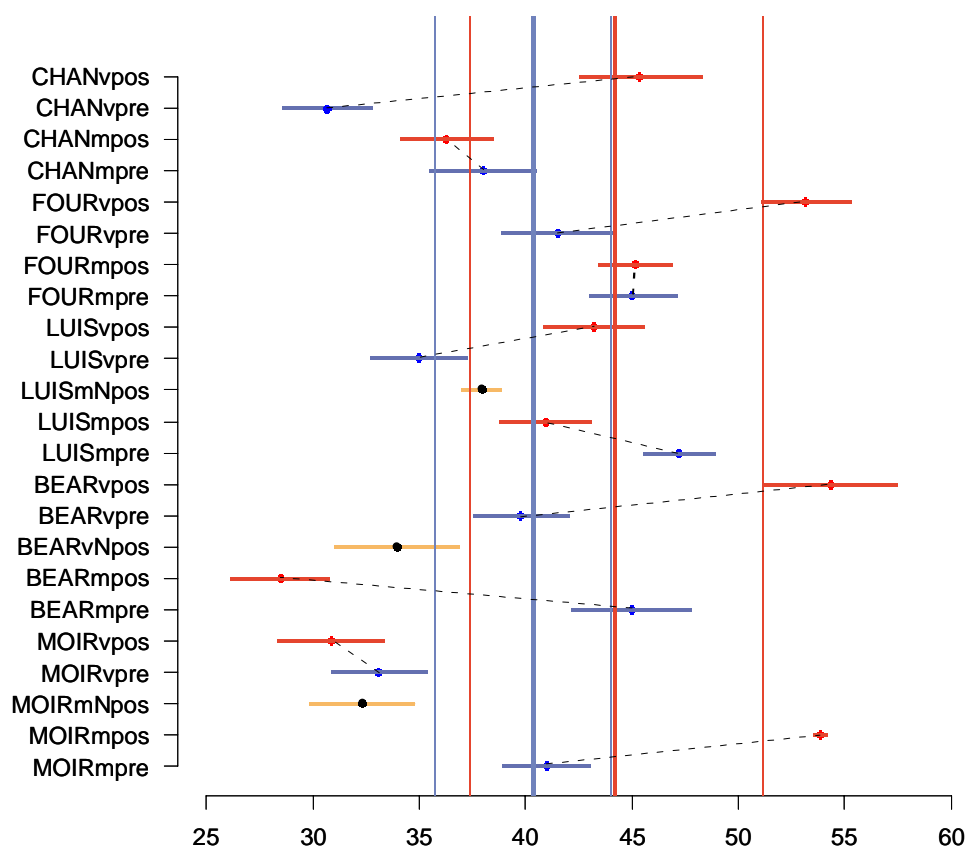


Figure 26 : Richesses taxonomiques totales raréfiées par sites (± 1 erreur standard), calculées pour 1'370 individus. Les lignes verticales épaisses représentent les médianes et les lignes verticales fines l'intervalle interquartile des valeurs par site pré- et post-restauration (sites N non compris). Bleu : pré-restauration, rouge : post-restauration, orange : sites nouvellement créés (N). Les pointillés relient les états pré- et post-restauration d'un même site. La borne supérieure de l'intervalle interquartile pré-restauration est quasiment superposée à la médiane post-restauration. Les sites sont ordonnés de bas en haut en fonction de l'ordre de connectivité croissante des îlots avec le fleuve.

En ce qui concerne la richesse totale raréfiée (Figure 26), les valeurs par site ne présentent pas de différence significative si on les considère globalement (médiane pré-restauration : 9.1 taxons ; post-restauration : 10.3 taxons, test de Wilcoxon apparié $p=0.34$), seuls trois sites peuvent être considérés comme stables pour ce critère (CHANm, FOURm, MOIRv). Cinq sites non touchés par une modification physique directe montrent des augmentations significatives de richesse totale (CHANv, FOURv, LUISv, BEARv et MOIRm). Ces augmentations atteignent ou dépassent la dizaine de taxons dans chaque cas. LUISm et BEARm sont les seuls à montrer une baisse significative, proche de 20 taxons dans le cas de BEARm. Les sites nouvellement créés se positionnent parmi les valeurs basses observées post-restauration.

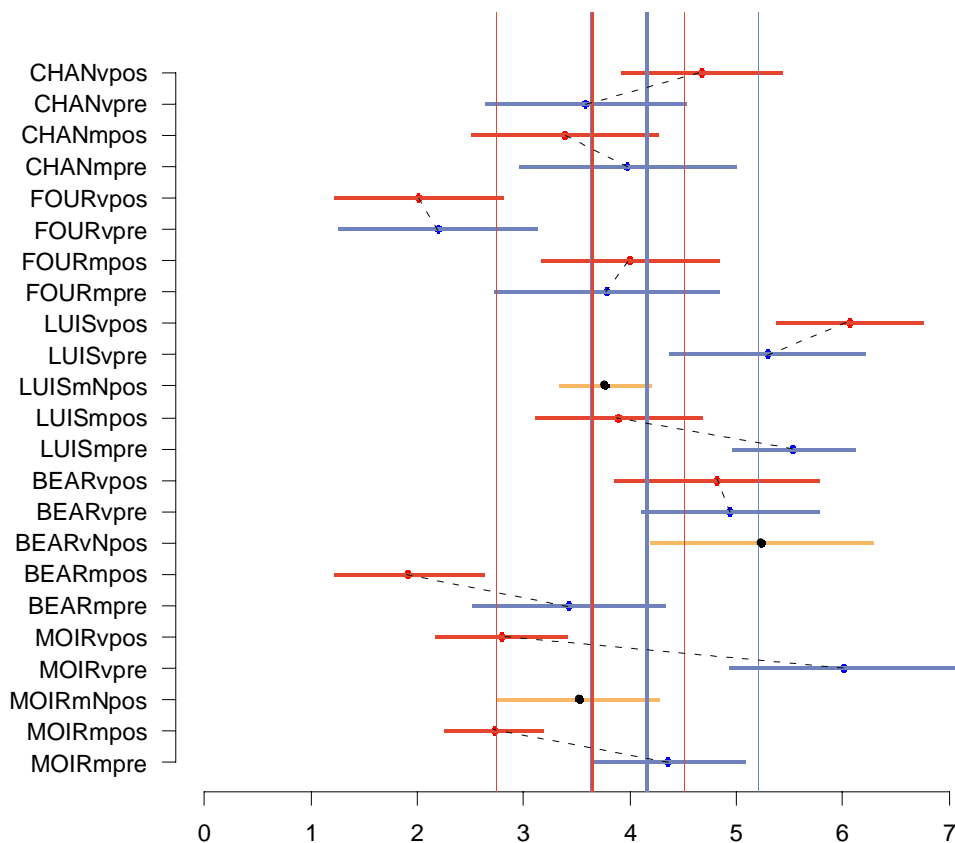


Figure 27 : Richesses taxonomiques raréfiées par sites (± 1 erreur standard) pour les mollusques gastéropodes, calculées pour 20 individus. Les lignes verticales épaisses représentent les médianes et les lignes verticales fines l'intervalle interquartile des valeurs par site pré- et post-restauration (sites N non compris). Bleu : pré-restauration, rouge : post-restauration, orange : sites nouvellement créés (N). Les pointillés relient les états pré- et post-restauration d'un même site. La borne inférieure de l'intervalle interquartile pré-restauration est superposée à la médiane post-restauration. Les sites sont ordonnés de bas en haut en fonction de l'ordre de connectivité croissante des îles avec le fleuve.

Dans le cas des richesses en mollusques gastéropodes (Figure 27), les valeurs par site ne présentent pas non plus de différences significatives, considérées globalement (médiane pré-restauration : 4.2 taxons ; post restauration : 3.6 taxons, test de Wilcoxon apparié $p=0.09$). Seuls trois sites présentent un changement significatif, dans le sens d'une baisse. Il s'agit de sites ayant subi une perte importante de leur couverture par les végétaux aquatiques supérieurs, soit du fait de la restauration (MOIRv), soit du fait d'un décapage par les crues (LUIsm, MOIRm).

BEARm présente une baisse également importante, bien que le couvert végétal post-restauration atteigne un niveau comparable à celui qui existait avant restauration. Cette baisse de la richesse en gastéropodes est à mettre en relation avec les densités considérables atteintes par l'invasif *G. parvus* dans ce milieu après restauration. Cette espèce représente en effet en 2007 près de 95% de l'effectif des gastéropodes du site. Les trois sites nouvellement créés ont des valeurs proches ou supérieures à la médiane des sites post-restauration.

- Suivi Haut-Rhône -

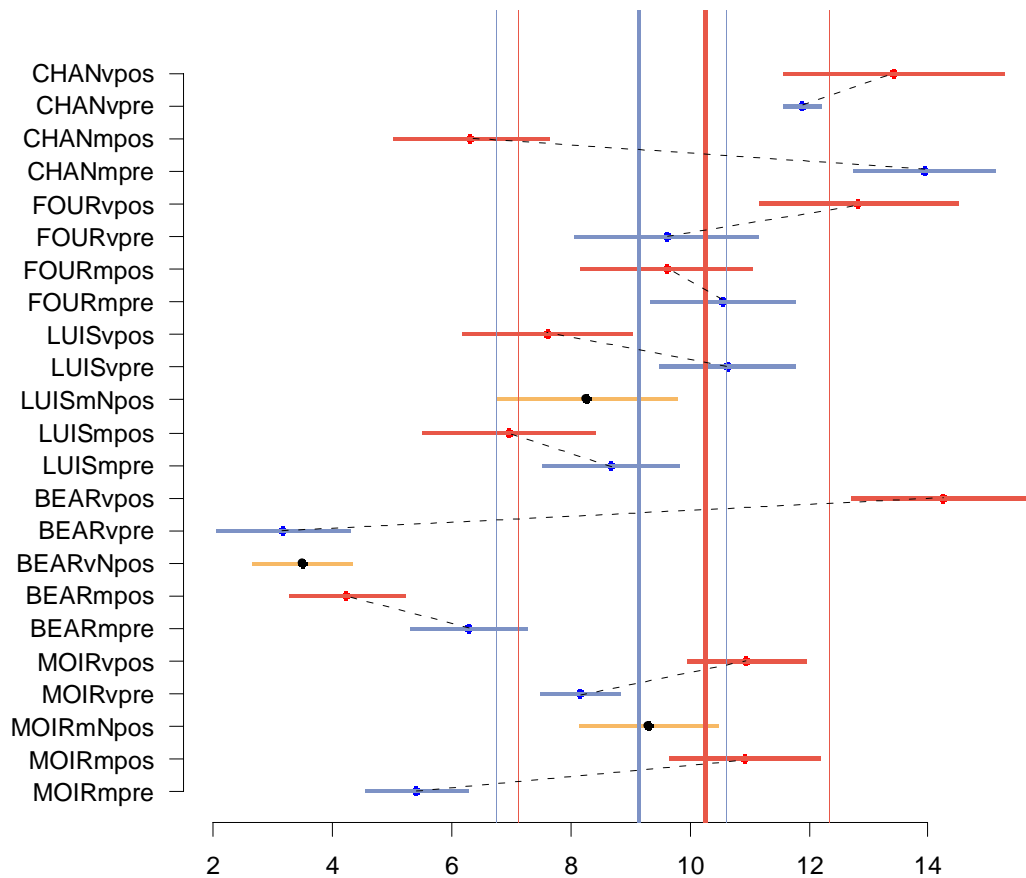


Figure 28 : Richesses taxonomiques raréfiées par sites (± 1 erreur standard) pour les insectes EPT (Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères, calculées pour 110 individus). Les lignes verticales épaisses représentent les médianes et les lignes verticales fines l'intervalle interquartile des valeurs par site pré- et post-restauration (sites N non compris). Bleu : pré-restauration, rouge : post-restauration, orange : sites nouvellement créés (N). Les pointillés relient les états pré- et post-restauration d'un même site. La borne inférieure de l'intervalle interquartile pré-restauration est superposée à la médiane post-restauration. Les sites sont ordonnés de bas en haut en fonction de l'ordre de connectivité croissante des îlots avec le fleuve.

Les richesses en insectes EPT (Figure 28), ne présentent pas non plus de différences significatives entre les deux périodes, considérées globalement (médiane pré-restauration : 9.1 taxons ; post restauration : 10.3 taxons, test de Wilcoxon apparié $p=0.34$). Trois sites non modifiés physiquement montrent des augmentations significatives (FOURv, BEARv, MOIRm). Cette augmentation est considérable dans le cas de BEAR aval (richesse pratiquement multipliée par 7). L'augmentation est également significative dans le cas de MOIRv. Des baisses sont également significatives à BEARm, LUISv et, de façon importante à CHANm. Les trois sites nouvellement créés ont des valeurs proches des sites qui les jouxtent et se situent en dessous de la médiane des sites post-restauration.

10.3.4 2.4. Métriques basées sur le statut des espèces.

La Figure 29 montre l'évolution des 10 sites d'étude entre les deux périodes, du point de vue des deux métriques basées sur le statut des espèces (caractère invasif et potentiellement

patrimonial). Le site MOIRm est le seul à ne pas présenter d'augmentation du pourcentage d'individus appartenant à des espèces non-indigènes. Tous les autres sites présentent une augmentation faible (comme CHANm) à très forte (comme FOURm, MOIRv, CHANv ou BEARm) de cette métrique. La valeur maximale observée (12.9%) l'est dans un site nouvellement créé (MOIRmN). En 2007, aucun site étudié n'est exempt d'espèces non-indigènes comme c'était le cas en 2003-04 (BEARm). L'augmentation globale de cette métrique après restauration est significative (médiane pré-restauration : 1.6%, post-restauration : 7.4%, test de Wicoxon apparié, $V=0$, $p=0.005$).

Le nombre d'espèces potentiellement patrimoniales montre une tendance globale à la baisse (médiane pré-restauration : 4 espèces, post-restauration : 3 espèces), mais non significative (test de Wicoxon apparié, $V=31$, $p=0.16$). Les deux baisses les plus fortes (3 et 4 espèces) concernent autant un site recreusé (FOURm) qu'un site non remanié (MOIRm).

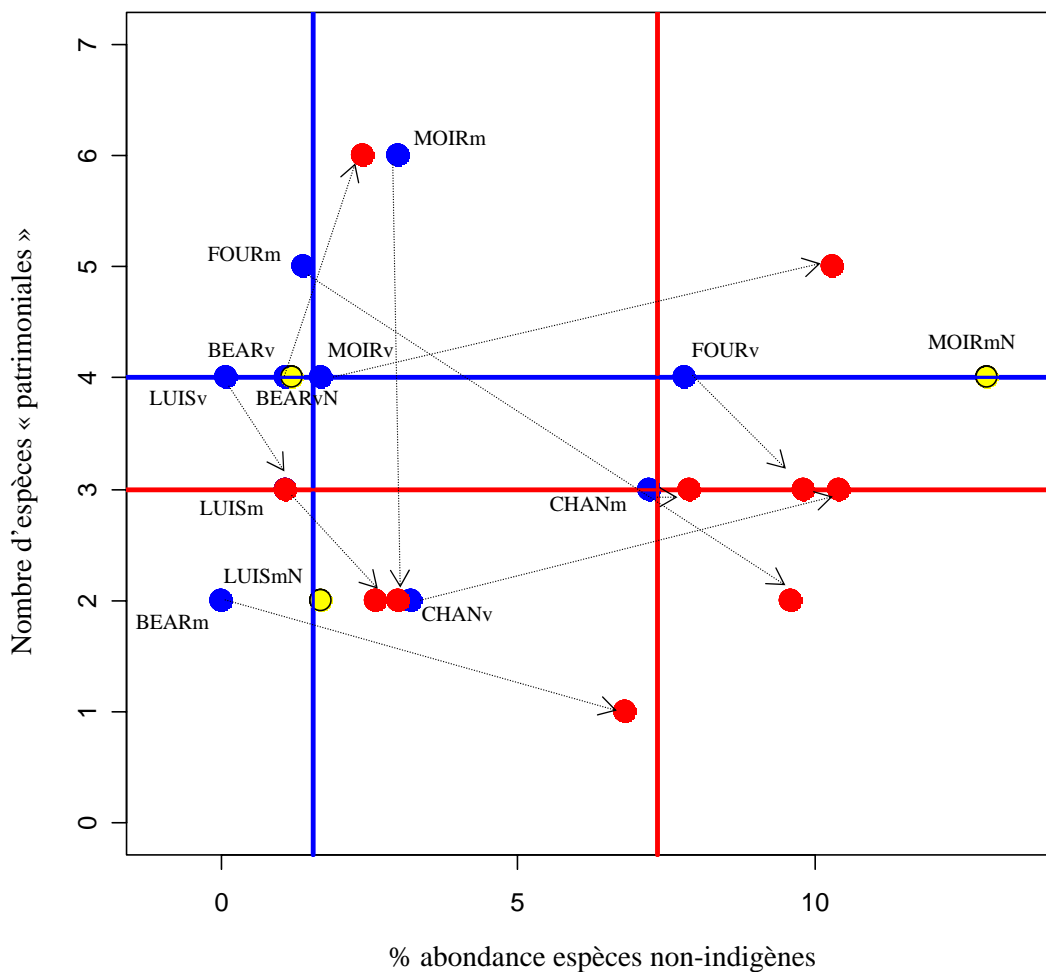


Figure 29 : Positionnement des sites d'étude en fonction de la richesse en espèces potentiellement patrimoniales et de la proportion d'individus appartenant à des espèces non-indigènes. Les axes verticaux et horizontaux indiquent les médianes des valeurs par site de ces deux métriques avant (bleu) et après restauration (rouge). Les sites nouvellement créés (jaune) ne sont pas comptés dans le calcul des médianes post-restauration.

Neuf espèces non-indigènes au Rhône sont donc maintenant répertoriées dans les cinq lônes suivies (un Annelide Polychète *Hypania invalida*, deux Crustacés Amphipodes *Crangonyx pseudogracilis* et *Dikerogammarus villosus*, un Crustacé Décapode *Orconectes limosus*, deux Mollusques Bivalves *Corbicula fluminea* et *Dreissena polymorpha* et trois Mollusques Gastéropodes *Potamopyrgus antipodarum*, *Physella heterostropha / acuta* et *Gyraulus parvus*). Trois d'entre elles n'avaient pas été trouvées dans ces lônes en 2003-04 (*H. invalida*, *D. villosus* et *C. pseudogracilis*). Le nombre médian d'espèces non-indigènes par quadrats en 2003-04 était de 1 (intervalle interquartile 0 - 2), il est de 3 en 2007 (intervalle interquartile 2 - 5). Cette différence est significative (test de Wilcoxon $p=7 \times 10^{-12}$).

Moins de trois ans après sa première découverte dans le Rhône court-circuité de Belley (octobre 2004), *D. villosus* est présent en 2007 dans 7 des 13 sites étudiés à des densités comprises entre 1 et 33 individus/m²) (Fig. 8). Il fréquente essentiellement les sites ayant un degré élevé de connexion au fleuve (FOUR, CHAN), mais il a également été trouvé dans des milieux isolés, introduit probablement lors des phases de connexion (LUISm, LUISmN). L'Annelide ponto-caspien *Hypania invalida* trouvé pour la première fois dans le haut-Rhône dans les six relevés effectués dans la lône de Chantemerle en été 2007 y atteignait déjà localement des effectifs voisins de 100 individus/m².

Si la majorité de ces espèces non-indigènes sont clairement en voie d'expansion dans les lônes les plus connectées au Rhône (Figure 30 et Figure 31), il convient de souligner le cas du petit gastéropode Planorbidae *Gyraulus parvus* qui connaît des expansions considérables dans les milieux les plus isolés et ayant été recrusés (MOIR, BEAR) où il peut atteindre des densités supérieures à 1'500 individus/m² dans certains points de prélèvement.

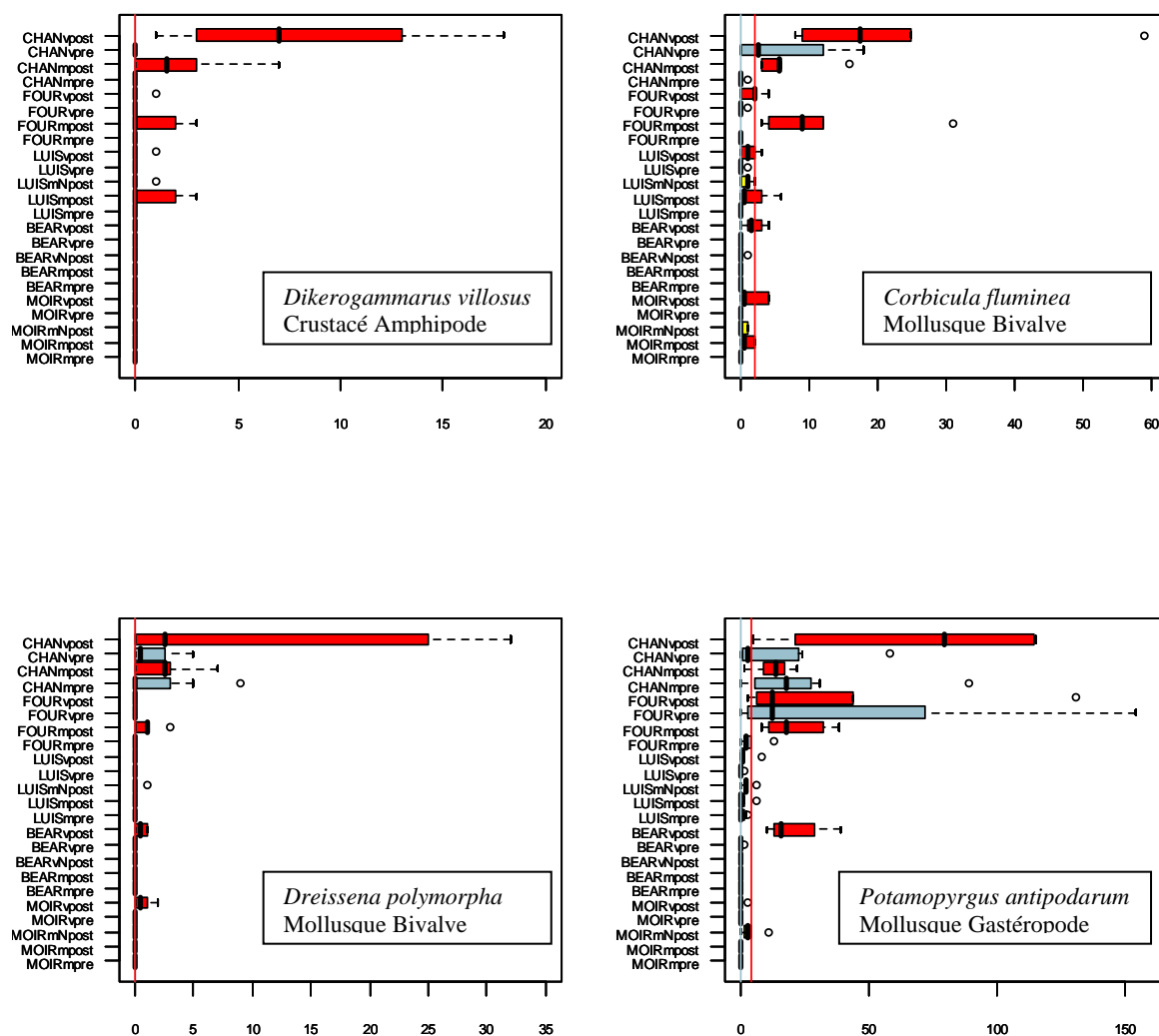


Figure 30 : Densité (nombre d'individus pour 0.25m²) par site de 4 espèces non-indigènes dans le Rhône français, avant (bleu) et après restauration (rouge). Les boîtes horizontales représentent l'intervalle inter-quartile (Q25-Q75) autour de la médiane des valeurs individuelles par quadrat. Les moustaches supérieures et inférieures indiquent les valeurs Q75+1.5 (Q75-Q25) et Q25-1.5 (Q75-Q25) au delà desquelles se situent les valeurs marginales. Les lignes verticales représentent les médianes et des valeurs pré- et post-restauration. Les sites nouvellement créés (jaune) ne sont pas comptés dans le calcul des médianes post-restauration. Les sites sont ordonnés de bas en haut en fonction de l'ordre de connectivité croissante des îlots avec le fleuve.

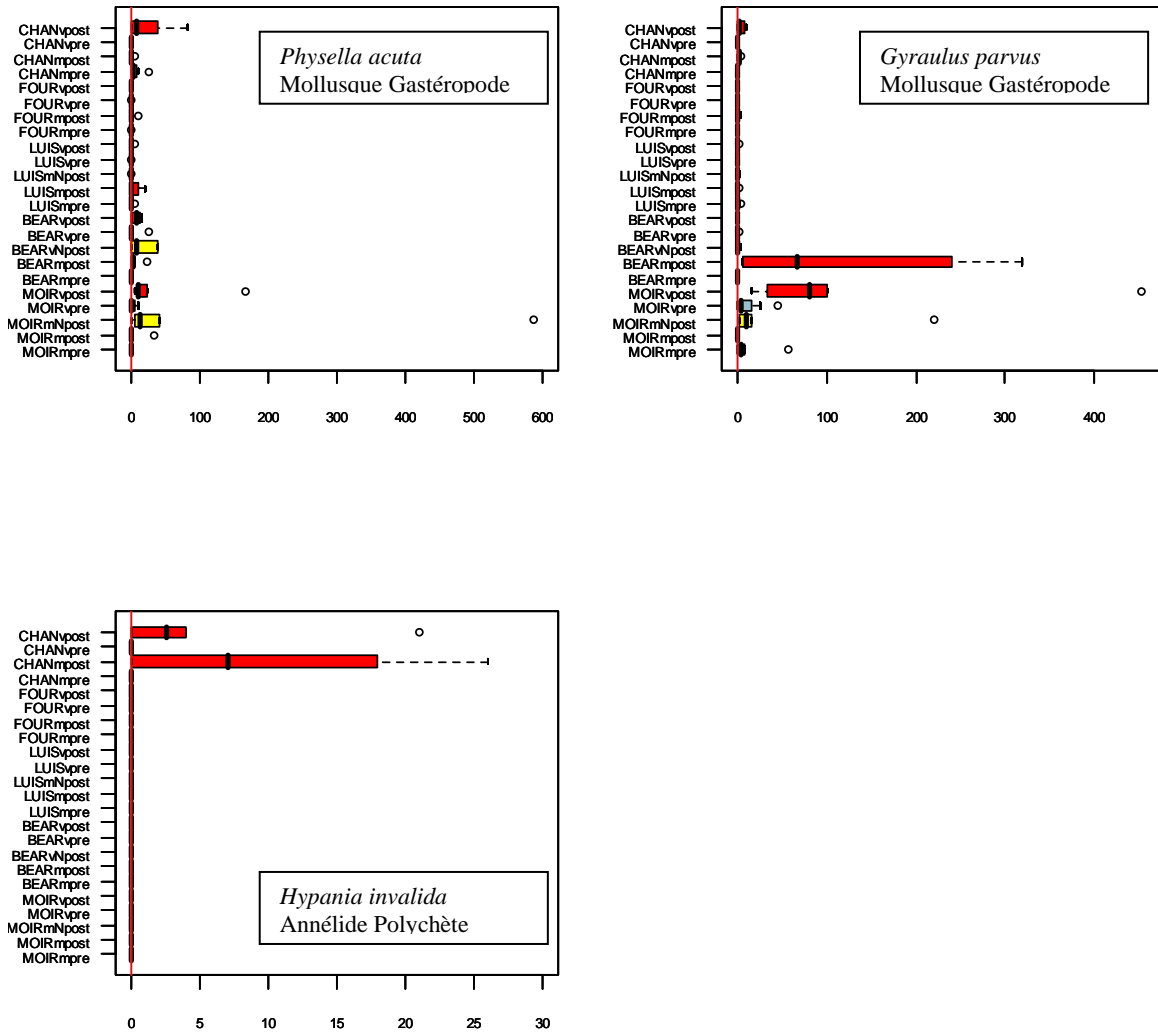


Figure 31 : Densité (nombre d'individus pour 0.25m²) par site de 3 espèces non-indigènes dans le Rhône français, avant (bleu) et après restauration (rouge). Les boîtes horizontales représentent l'intervalle inter-quartile (Q25-Q75) autour de la médiane des valeurs individuelles par quadrat. Les moustaches supérieures et inférieures indiquent les valeurs Q75+1.5 (Q75-Q25) et Q25-1.5 (Q75-Q25) au delà desquelles se situent les valeurs marginales. Les lignes verticales représentent les médianes et des valeurs pré- et post-restauration. Les sites nouvellement créés (jaune) ne sont pas comptés dans le calcul des médianes post-restauration. Les sites sont ordonnés de bas en haut en fonction de l'ordre de connectivité croissante des lônes avec le fleuve.

10.4 Synthèse et conclusions.

Deux années et demi environ après leur restauration au cours de l'hiver 2003-04 et l'augmentation des débits réservés dans le Rhône court-circuité de Belley, l'étude des communautés d'invertébrés aquatiques de cinq lônes du secteur montre les tendances suivantes:

- D'un point de vue qualitatif, la composition globale du peuplement de macroinvertébrés après restauration n'a pas subi de changements radicaux par rapport à la situation de référence en 2003-04. La faune des cinq lônes est structurée aux deux périodes de façon similaire par le gradient de connectivité des sites avec le fleuve. Toutefois, les peuplements analysés dans chaque site montrent un décalage général vers une composition où s'amplifient les taxons rhéophiles témoignant de l'influence du fleuve (certains Coléoptères, Trichoptères et Ephéméroptères) et diminuent ou disparaissent parallèlement les taxons de milieux isolés et riches en végétation aquatique (Mollusques Gastéropodes indigènes au Rhône, certains Coléoptères). Les métriques basées sur les richesses taxonomiques confirment cette tendance, avec une augmentation globale de la richesse des insectes EPT réagissant positivement à une augmentation de la connectivité au Rhône, et une diminution globale de la richesse des Mollusques Gastéropodes, réagissant négativement à cette même modification. Sur un grand nombre de sites, les Odonates et les Trichoptères montrent des augmentations de richesse importantes par rapport à l'état observé en 2003-04.
- D'un point de vue quantitatif, la densité observée des peuplements d'invertébrés a subi une augmentation, celle-ci est plus marquée dans les sites les plus déconnectés du fleuve.
- Au-delà de ces tendances globales, une analyse des changements par site en tenant compte des types de modifications causées par la restauration, fait apparaître une diversité de trajectoires individuelles, responsables du maintien d'une diversité de conditions après restauration. Ainsi, les sites directement modifiés par curage ou succion des sédiments peuvent montrer des tendances contrastées : absence de tendance marquée au niveau des indicateurs de richesse (Fournier amont), baisse générale de ces indicateurs (Béard amont) ou tendances variées des trois indicateurs retenus (Moiroud aval). Les sites nouvellement créés sont généralement proches, en termes de composition, des sites voisins géographiquement et ont des richesses moyennes (gastéropodes) ou faibles (richesse totale, EPT).
- Par rapport à la situation décrite avant restauration, les espèces d'invertébrés aquatiques non-indigènes sont en expansion très marquée, tant au niveau du nombre d'espèces rencontrées que de leur densité. Les plus grands nombres d'espèces non-indigènes sont rencontrés dans les milieux les plus connectés au fleuve, qui est leur vecteur de dispersion. Toutefois, une espèce à stratégie manifestement différente (le mollusque *Gyraulus parvus*), colonise également en grande abondance les milieux stagnants, déconnectés et riches en végétation aquatique. Les milieux recreusés lors de la restauration montrent des augmentations très fortes de la densité des espèces non-indigènes. L'apparition ou l'augmentation d'espèces à fort potentiel d'interaction avec les

- espèces indigènes est un phénomène marquant dont il conviendra de suivre le développement. C'est notamment le cas de *Dikerogammarus villosus*, un prédateur très efficace, et de *Corbicula fluminea* et *Hypania invalida* qui modifient les conditions d'habitat respectivement par le dépôt de leurs coquilles vides ou la construction de tubes.
- Les tendances observées pour les métriques présentées ici (composition des peuplements, richesses taxonomiques, statut des espèces) révèlent un fait marquant, soit l'absence de distinction nette entre les sites nouvellement créés ou profondément remaniés par curage, les sites simplement influencés par l'augmentation des débits réservés, et la lône de Chantemerle, considérée a priori comme un témoin du fait de sa localisation. Cette dernière connaît en effet, comme d'autres lônes restaurées, et parfois de façon plus marquée, des dérives similaires concernant l'augmentation des taxons rhéophiles, de la richesse totale et des espèces non-indigènes. Il conviendrait de vérifier si l'augmentation des débits réservés dans le court-circuit n'entraîne pas également un soutien des débits au droit de Chantemerle durant les phases de rétention dans le canal d'aménée. De même, un site comme l'amont de la lône de Moiroud, non recreusé, mais probablement affectée par une crue décapante lors de la période d'étude après restauration, montre des niveaux de changement faunistique égaux ou supérieurs à ceux observés dans les milieux recreusés. Ces constatations incitent donc à une certaine prudence dans l'interprétation des résultats et renforcent la nécessité d'utiliser d'autres lônes de référence pour estimer les changements induits par la restauration.
 - Il apparaît ainsi que, même s'il est indéniable que la dérive des peuplements vers une composition plus rhéophile est un effet attendu de l'augmentation des débits réservés et des connexions entre le Rhône et les milieux alluviaux, l'augmentation concomitante et généralisée des densités observées et de la richesse des Odonates et de certains Trichoptères peut orienter l'interprétation vers l'effet des conditions climatiques de l'année 2003 qui se trouve être notre année de référence. Certaines des tendances observées pourraient ainsi résulter d'une interaction complexe entre les effets de la restauration (augmentation de l'influence du fleuve sur les lônes) et la "récupération" des conséquences thermiques et hydrologiques de l'année 2003.
 - De même, s'il est clair que l'augmentation des connexions entre le fleuve et les lônes facilite l'introduction dans celles-ci des espèces non-indigènes propagées par le fleuve, cette portion du système rhodanien se situe aujourd'hui dans un contexte de flux croissant de ces espèces. En témoignent les résultats des prélèvements effectués dans les tronçons court-circuités. Il est donc difficile de faire la part entre la facilitation de ces espèces par la restauration et l'amplification contemporaine de leur flux liée à des causes plus globales.
 - L'analyse de ces tendances sera précisée 1) par l'adjonction des résultats qui vont être obtenus en 2008 sur le secteur de Brégnier-Cordon et qui porteront notamment sur un plus large spectre de lônes de référence, 2) par l'analyse des métriques fonctionnelles basées sur les traits biologiques des espèces qui sera réalisée conjointement sur les données qui seront acquises à Brégnier-Cordon et 3) par le suivi temporel des peuplements à plus long terme.

Remerciements

Nicolas Peru, Agathe Schutzle et Fabrice Play ont participé au tri des échantillons faunistiques. Jeannine Dessaix a contrôlé la détermination de certains gammarus et *Hydropsyche*. Henri Tachet a aidé à la détermination de certains Trichoptères. Guy Magniez a contrôlé la détermination de certaines Aselles. Véronique Rosset, Fanny Silveira et Aurélie Terrier ont apporté leur aide lors des prélèvements de terrain.

11 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES CITÉES

- Amoros C., Bornette G., Henry C. (2000) A vegetation-based method for ecological diagnosis of riverine wetlands. *Environnemental Management*, 25, 211,227.
- Balon E.K. 1975 - Reproductive guilds of fishes: a proposal and definition. *J. Fish. Res. Board Can.* 82: 821-864.
- Bornette G, 2004. Restauration des zones humides fluviales du secteur de Belley. Analyse de l'état avant restauration et prévisions. 30 pages de texte.
- Bornette, G., Amoros, C., Henry, C.P., et Chiarello E. 1996. Diagnostic des potentialités évolutives des zones humides fluviales du Rhône. Rapport à la Compagnie Nationale du Rhône. 50 pages + annexes.
- Chessel, D., A.-B. Dufour, & J. Thioulouse. 2004. The ade4 package-I- One-table methods. *R News* 4:5-10.
- 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.
- Daufresne M., Bady P. & Fruget J.F. (2007). Impact of global changes and extreme hydroclimatic events on macroinvertebrate community structures in the French Rhône River. *Oecologia*. 151 : 544-559.
- Devin S., Bollache L., Noël P.Y. & Beisel J.N. (2005). Patterns of biological invasions in French freshwater systems by non-indigenous macroinvertebrates. *Hydrobiologia*. 551 : 137-146.
- Devin S., Akopian M., Fruget J.F., Di Michelle A. & Beisel J.N. (2006). Premières observations écologiques dans les hydrosystèmes français du Polychète d'eau douce *Hypania invalida* introduit en Europe occidentale. *Vie et Milieu*. 56(3) : 247-254.
- Dolédec, S. & Chessel, D. (1987) Rythmes saisonniers et composantes stationnelles en milieu aquatique I- Description d'un plan d'observations complet par projection de variables. *Acta Oecologica, Oecologia Generalis*, 8: 403-426.
- Dolédec, S. & Chessel, D. (1989) Rythmes saisonniers et composantes stationnelles en milieu aquatique II- Prise en compte et élimination d'effets dans un tableau faunistique. - *Acta Oecologica, Oecologia Generalis*, 10: 207-232.
- Dolédec, S, Lamouroux, N., Fuchs, U., & Méricoux, S. (2007). Modelling the hydraulic preferences of benthic macroinvertebrates in small European streams. *Freshwater Biology*, 52, 145-164.
- Duelli P. (Ed.) (1994). Liste rouge des espèces animales menacées de Suisse. Office Fédéral de l'Environnement des Forêts et du Paysage, Berne. 97p.
- Felten V., Dolédec S. & Stutzner B. Interactions between an invasive and a native gammarid across an experimental flow gradient: predation, flow-refuge use, and leaf-litter decay. *Archiv für Hydrobiologie*
- 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., Jr., G. van Belle and D. Simberloff. (1975). Explicit calculation of the rarefaction diversity measurement and the determination of sufficient sample size. *Ecology* 56: 1459-1461.

- 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.
- Jedicke E. (Ed.) (1997). Die roten Listen. Gefährdete Pflanzen, Tiere, Pflanzengesellschaften und Biotoptypen in Bund und Ländern. Ulmer. 581p.
- Krebs, C.J. (1999). *Ecological methodology*. Addison Wesley Longman, Inc. 620p.
- Lamouroux N. (1997). *Hydraulique statistique et prédiction de caractéristiques du peuplement piscicole : modèles pour l'écosystème fluvial*. Thèse de Doctorat, UCB Lyon 1.
- Lindstrom M.J. & Bates D.M. (1990) Nonlinear mixed effects models for repeated measures data. *Biometrics*, **46**, 673-687.
- Mouthon J. & Daufresne M. (2006). Effects of the 2003 heatwave and climatic warming on mollusc communities of the Saône : a large lowland river and of its two main tributaries (France). *Global Change Biology*. 12 : 441-449.
- Nelva A., Persat H. & Chessel D., 1979 - Une nouvelle méthode d'étude des peuplements ichtyologiques dans les grands cours d'eau par échantillonnage ponctuel d'abondance. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 289 D : 1295-1298.
- Olivier J.M., André S., Dolédec S., Lamouroux N., Méricoux S. 2004a - Suivi scientifique du programme décennal de restauration hydraulique et écologique du Rhône, Vieux-Rhône et îlons 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., Méricoux S, Piégay H. 2004b - Suivi scientifique du programme décennal de restauration écologique et hydraulique du Rhône. Vieux Rhône et îlons 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., Méricoux 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 îlons de Brégnier-Cordon. Caractérisation de l'état initial (2004-2005). Contrat de prestation n°DPE-F 03-0093. CNR/ EZUS – Université Lyon 1.
- Olivier J.M., Lamouroux N., Malet E., Massé C., Michalkova M., Piégay H. (2006) Suivi scientifique du programme décennal de restauration hydraulique et écologique du Rhône. RCC de Chautagne et Belley (2005). Contrat de prestation n°DPE-F 03-0093. CNR/ EZUS – Université Lyon 1.
- Olivier, JM., Lamouroux N., Bornette G., Castella E., Méricoux 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.
- Persat H & Olivier J.M., 1991 - The point abundance sampling, a fishing strategy for large rivers: short presentation of the concept, its appliance and some results. Pages 104-113 in Penaz M. (ed), *Biological monitoring of large rivers*, Czechoslovak Academy of Sciences, Brno, and Slovak Academy of Sciences, Bratislava, publishers.
- S-Plus (2000) *User's Guide*. Data Analysis Products Division, Mathsoft, Seattle, WA.