



**HAL**  
open science

## **Suivi scientifique du programme décennal de restauration écologique et hydraulique du Rhône. Un observatoire dynamique de l'état écologique du fleuve. Rapport d'étape 2007**

Jean-Michel Olivier, Nicolas Lamouroux, Gudrun Bornette, C. Jézéquel, Sylvie Mérioux, Jean-François Fruget, 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 Mérioux, et al.. Suivi scientifique du programme décennal de restauration écologique et hydraulique du Rhône. Un observatoire dynamique de l'état écologique du fleuve. Rapport d'étape 2007. [Rapport de recherche] CEMAGREF; Université Lyon 1; CNRS; Université de Genève; Université Lyon 3; EZUS - Université Lyon 1; ARALEP. 2007. <halshs-04558010>

**HAL Id: halshs-04558010**

**<https://shs.hal.science/halshs-04558010v1>**

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.



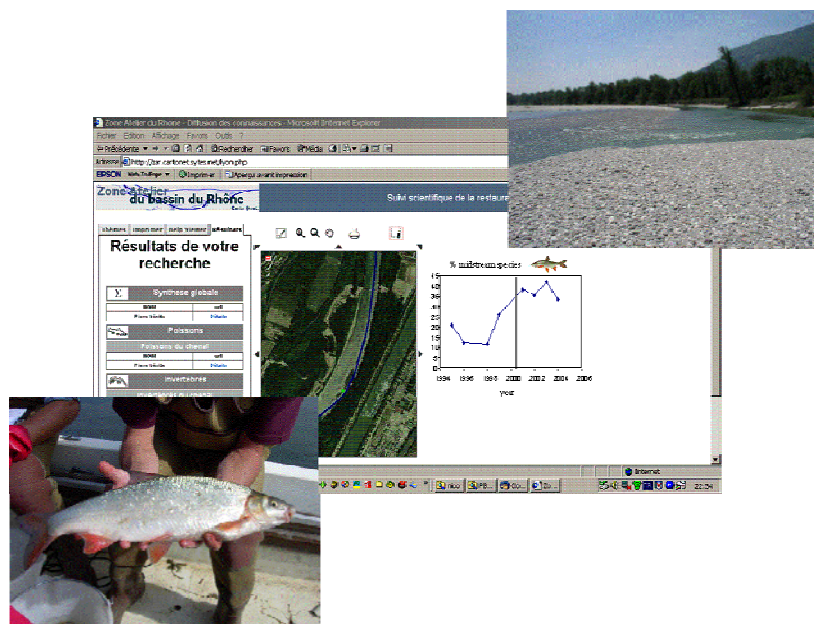
HAL Authorization

## SMIRIL – SMIRCLAID - SHR

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

Un observatoire dynamique de l'état écologique du fleuve

Rapport d'étape 2007



*Version définitive (07/08)*

#### Coordination :

**Jean-Michel Olivier**, CNRS – Univ. Lyon 1  
**Nicolas Lamouroux**, Cemagref - Lyon

olivier@biomserv.univ-lyon1.fr  
 lamouroux@lyon.cemagref.fr

04 72 43 13 19  
 04 72 20 87 84

## Réalisation du Rapport

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

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

Partie Invertébrés du chenal : **Sylvie MÉRIGOUX-LHOPITAL** (UMR CNRS 5023, Université Lyon1) et **Jean-François FRUGET** (ARALEP) pour le secteur de Pierre-Bénite

Partie Invertébrés des lînes : **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** et **Nicolas LAMOUREUX**

Les données hydrologiques sont fournies par la CNR.

# Sommaire

Résumé.....	5
1) Introduction.....	9
Peuplement d'invertébrés des lînes .....	13
Végétation aquatique des lînes .....	13
Géomorphologie des lînes .....	13
2) Approche thématique .....	14
<b>2.1 Cadre physique : restauration et hydrologie</b> .....	14
2.1.1 Opérations de restauration.....	14
2.1.2 Hydrologie.....	16
2.1.3 Hydraulique du chenal.....	18
<b>2.2 Les poissons du chenal</b> .....	20
2.2.1 Objectifs et méthodologie .....	20
2.2.2 Echantillonnages.....	20
2.2.3 Résultats .....	21
2.2.4 Bilan multi-sites .....	25
<b>2.3 Les invertébrés du chenal</b> .....	29
2.3.1 Objectifs et méthodologie .....	29
2.3.2 Echantillonnage .....	30
2.3.3 Résultats .....	32
2.3.4 Bilan multi-sites .....	32
<b>2.4 Sédimentation dans les lînes</b> .....	35
2.4.1 Objectifs et méthodologie .....	35
2.4.2 Echantillonnages.....	36
2.4.3 Résultats .....	37
2.4.4 Bilan multi-sites .....	48
<b>2.5 Les poissons des lînes</b> .....	49
2.5.1 Objectifs et méthodologie .....	49
2.5.2 Echantillonnages.....	49
2.5.3 Résultats .....	50
2.5.4 Bilan multi-sites .....	55
<b>2.6 Les invertébrés des lînes</b> .....	56
2.6.1 Objectifs et méthodologie .....	56
2.6.2 Echantillonnages.....	57
2.6.3 Résultats .....	58
2.6.4 Bilan multi-sites.....	60
<b>2.7 La végétation des lînes</b> .....	62
2.7.1 Objectifs et méthodologie .....	62
2.7.2 Echantillonnage 2007 .....	62
2.7.3 Résultats .....	63
2.7.4 Bilan multi-sites .....	101
3) Approche géographique .....	103
<b>3.1 Chautagne</b> .....	103
<b>3.2 Belley</b> .....	106
<b>3.3 Brégnier-Cordon</b> .....	111
<b>3.4 Miribel-Jonage</b> .....	115
<b>3.5 Pierre-Bénite</b> .....	116
<b>3.6 Péage-de-Roussillon</b> .....	118
<b>3.7 Montélimar</b> .....	121

<b>3.8 Donzère-Mondragon .....</b>	<b>122</b>
4) Synthèse .....	123
Annexes Thématiques	
<b>A.1 Les poissons du chenal .....</b>	<b>125</b>
<b>A.2 Sédimentation des lônes .....</b>	<b>126</b>
<b>A.3 Les poissons des lônes.....</b>	<b>161</b>
Références .....	169

## Résumé

Le suivi scientifique de la restauration hydraulique et écologique avait débuté sur le site de Pierre-Bénite et s'est poursuivi sur les sites du Haut-Rhône (Chautagne, Belley et Brégnier-Cordon) depuis 2003.

Le présent rapport fait état de l'avancement de ce suivi et des premières campagnes d'échantillonnage dans les sites candidats à la restauration dans les années futures (Miribel-Jonage, Péage-de-Roussillon, Montélimar, Donzère-Mondragon). Il présente principalement les résultats des campagnes d'échantillonnage de 2007.

Les objectifs des suivis en cours sur les sites restaurés sont :

- analyser l'évolution des peuplements et du milieu dans les Vieux-Rhône après augmentation des débits réservés (analyse des changements des variables hydrauliques et des modifications au sein des communautés de poissons et d'invertébrés benthiques),
- analyser l'évolution de la géomorphologie (analyse des dépôts sédimentaires et de la granulométrie) et des communautés animales (poissons et macro-invertébrés benthiques) et végétales (macrophytes) d'une partie des îles restaurées,
- valider les prédictions en comparant les résultats des mesures effectuées avec les prédictions réalisées avant restauration,
- validation des métriques et des indicateurs sélectionnés pour l'évaluation des effets de la restauration du Rhône.

Le régime hydrologique du Rhône est marqué en 2007 par des débits relativement soutenus pendant la période estivale, notamment sur le Bas-Rhône, avec relativement peu de période au débit minimum.

Le suivi des poissons du chenal réalisé à Pierre-Bénite et sur les 3 sites du Haut-Rhône restaurés, permet de renseigner les indicateurs. Parmi ces indicateurs, la proportion d'espèces « d'eau courante » (ombre, barbeau, ablette, hotu, vandoise) renseigne sur un effet positif de la modification des débits réservés dans les Vieux-Rhône concernés. La proportion des espèces d'eau « courante » a effectivement augmenté après relèvement du débit minimum à Pierre-Bénite (de 14 à 46%), en Chautagne (de 10 à 20%) et dans une moindre mesure à Brégnier-Cordon (tableau 2.2.2). Si ce constat semble maintenant une tendance significative sur Pierre-Bénite, il reste néanmoins variable dans le temps et lié à différentes espèces suivant les sites. Les valeurs annuelles mesurées sont souvent imputables à un bon succès de reproduction de certaines espèces (ablette par exemple), phénomène marqué par une variabilité inter-annuelle importante. L'analyse détaillée du cas de Pierre-Bénite montre également que les changements observés sont dynamiques et différenciés suivant les classes de tailles des espèces. Seul le suivi sur le moyen terme et le fait que les juvéniles de l'année des espèces concernées (espèces rhéophiles qui « répondent » à la modification de débit réservé) intègrent les classes d'âges supérieures permettront de statuer sur les effets réels de la modification de débits minimums dans les Vieux-Rhône.

Le suivi des macro-invertébrés du chenal permettra également de mesurer les effets du relèvement des débits réservés, les modèles de réponse des espèces les plus abondantes étant maintenant disponibles.

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.

Les résultats du suivi sédimentaire des trois lônes de Pierre-Bénite sont les suivants :

- La lône de Table Ronde est un ancien bras de méandre. Elle n'est connectée qu'à l'aval avec le Rhône, les retours d'eau créent une forte sédimentation dans cette lône qui diminue de l'aval vers l'amont. La sédimentation est importante à l'aval où elle atteint 1.5 mètre. Les épaisseurs sont également élevées au milieu de la lône où elles atteignent 1 mètre. Une comparaison des épaisseurs sédimentaires dans cette lône montre un ralentissement de la sédimentation entre 2006 et 2007.

- La lône de Jaricot est un ancien bras de tressage, étroit et peu profond. Elle est alimentée par la nappe phréatique en condition normale bien qu'elle communique en permanence avec le Vieux-Rhône à l'aval par l'intermédiaire du bassin de joute de Vernaison. Le taux de sédimentation est relativement faible et diminue au cours du temps, la valeur médiane de sédimentation est passée de 3 à 2 cm/an.

- La lône de Ciselande est un ancien bras de tressage. Il existe une connexion amont et aval avec le Rhône. Elle fonctionne plus comme un bras secondaire que comme une lône au sens strict. De manière générale, la valeur médiane de sédimentation annuelle est très faible puisqu'elle est inférieure à 2 cm/an.

Les premiers échantillonnages ont été effectués à Péage-de-Roussillon dans le cadre de la définition de l'état initial. Les épaisseurs sédimentaires sont importantes sur les lônes terrestres notamment l'Ilon et le Noyer Sud qui enregistrent des valeurs de sédiments moyennes de 50 centimètres sur l'ensemble de la lône. Elles possèdent des épaisseurs conséquentes en amont et en aval, le bouchon amont du Noyer Sud étant surtout constitué de galets. Le bouchon amont de l'Ilon possède une large part de sédiments plus fins. Une reconnexion amont et aval est prévue sur ces deux lônes.

Dans la lône de la Sainte, les épaisseurs sédimentaires restent plus faibles dans l'ensemble. Le bouchon aval est plus important que le bouchon amont.

Le suivi des macro-invertébrés dans les lônes du Haut-Rhône et dans celles du secteur de Péage-de-Roussillon (état initial) et en cours de réalisation.

Le suivi des poissons dans les lônes du Haut-Rhône a montré des différences significatives entre les lônes en fonction de critères importants comme le type d'alimentation en eau (les eaux phréatiques froides et limpides sont peu favorables aux poissons), le caractère ouvert ou fermé à l'amont des lônes, une diversité d'habitats importante ou non (végétation aquatique, bois morts etc...), et la profondeur. Certaines lônes du Haut-Rhône semblent déjà jouer un rôle effectif de zone de reproduction et de croissance pour les espèces lenitophiles (Molottes, Ponton). A Péage-de-Roussillon, le système de la Platière comporte des habitats très complémentaires de ceux présents dans le Vieux-Rhône.

Le suivi des macrophytes dans les lônes a été réalisé dans 4 lônes de Belley et 3 lônes de Pierre-Bénite.

Dans le secteur de 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.

Dans le secteur de Pierre-Bénite :

- La Lône de la Table Ronde se caractérise par des conditions eutrophes et une absence d'apports phréatiques, un niveau de perturbations élevé lié probablement aux processus d'alluvionnement, le peuplement est constitué par des espèces compétitives d'eaux eutrophes, qui dominent de plus en plus fortement la communauté au cours du temps. Cette évolution s'accompagne d'une diminution progressive de la biodiversité. Cette diminution est probablement liée à la stabilisation des conditions d'habitat et au comblement progressif du milieu, deux facteurs contribuant à favoriser l'exclusion compétitive et la dominance des peuplements par un petit nombre d'espèces.
- La Lône de Ciselande se caractérise par des conditions eutrophes et l'absence d'apports phréatiques, un niveau de perturbations élevé lié probablement aux processus d'alluvionnement, les résultats obtenus en 2007 militent dans le sens d'une stabilisation du fonctionnement de la lône dans une situation très perturbée, les perturbations très fortes limitant la colonisation végétale (le recouvrement global de la végétation est faible en

2007). La lône aurait dans ce cas perdu son statut de zone humide et serait devenue un bras vif du Rhône.

- La Lône de Jaricot se caractérise par des conditions mésotrophes et la présence d'apports phréatiques importants, un niveau de perturbations faible et la présence d'un processus d'alluvionnement ; l'évolution de la lône se traduit par un passage d'une zone humide eutrophe, très perturbée et ayant de faibles apports phréatiques à une zone humide mésotrophe (amélioration des conditions trophiques), peu perturbée et ayant d'importants apports phréatiques.

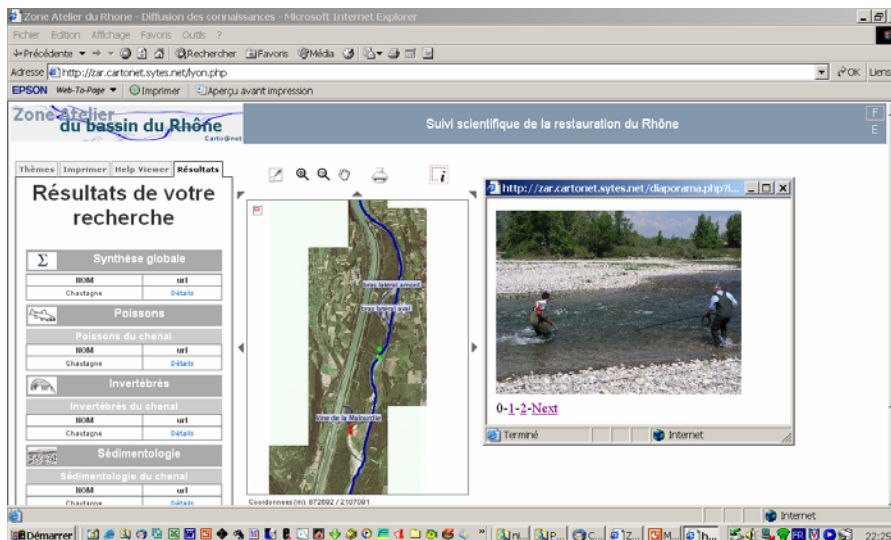
L'ensemble des travaux réalisés dans le cadre du suivi du programme de restauration hydraulique et écologique du Rhône mettent en avant la nécessité de disposer de données sur le moyen et le long terme afin d'apprécier de manière pertinente les effets des procédures de restauration sur les communautés aquatiques et leur milieu. Ceci est particulièrement vrai en ce qui concerne l'effet des augmentations de débit réservé dans les Vieux-Rhône. A Pierre-Bénite, secteur sur lequel le suivi post-restauration est le plus long, les tendances d'évolution du peuplement de poissons est concordant avec les résultats attendus par modélisation, ce qui valide à la fois le choix des indicateurs retenus et des modèles. Il convient cependant de noter que cette validation ne sera pleinement effective que lorsque les modifications de proportions d'espèces d'eaux courantes seront principalement le fait de poissons d'âge supérieur à 1 an. Le suivi des lônes comporte plusieurs volets complémentaires. La conformation géomorphologique et les modes de fonctionnement hydrologique conditionnent à la fois la nature et la diversité des habitats dans ces annexes fluviales. Le suivi sédimentologique est fondamental et les données acquises jusqu'en 2007 donnent des résultats intéressants à Pierre-Bénite en particulier en ce qui concernent le lien entre les modalités de sédimentation dans les lônes et l'hydrologie du Rhône et de la Saône. Sur le Haut-Rhône, les premiers résultats acquis après réhabilitation montrent dans plusieurs cas un taux de sédimentation très fort immédiatement après restauration, mais ce phénomène devrait très probablement s'atténuer au cours du temps. Les prochaines mesures post-restauration serviront à enrichir les modèles destinés à prévoir la durée de vie des annexes restaurées et leurs modalités d'évolution. Le suivi de la végétation des lônes de Belley reflète les premiers stades d'évolution et de recolonisation après rajeunissement des milieux. Là encore, il convient d'observer l'évolution future des communautés et leur ré-équilibration potentielle pour statuer sur l'état écologique de ces milieux après réhabilitation. Les résultats concernant les peuplements piscicoles des lônes montrent que plusieurs d'entre elles jouent un rôle important comme milieu de reproduction ou de croissance pour plusieurs espèces. Ces milieux offrent donc un ensemble d'habitats complémentaires de ceux présents dans le chenal courant et de ce fait permettent aux espèces présentes de potentiellement trouver les habitats nécessaires à chaque stade de développement. L'objectif de la restauration étant de fournir une mosaïque d'habitats caractéristique des plaines alluviales. La structure des communautés de poissons et de macro-invertébrés sont de bons indicateurs de cette diversité d'habitats et sont utilisés dans ce suivi pour témoigner de cet aspect des effets de la réhabilitation.

# 1) Introduction

Le programme décennal de restauration du Rhône français, lancé en 1998 et repris dans le nouveau plan Rhône de 2006, comprend trois axes : la modification des débits à l'aval des barrages, la restauration d'anciens bras latéraux (lônes) et la circulation des migrateurs. Le suivi scientifique multidisciplinaire qui s'est construit autour de ce programme comprend le suivi proprement dit de l'état physique et écologique de plusieurs aménagements, le développement de modèles d'aide à la décision et d'évaluation de la restauration, un volet socio-économique. Il constitue une occasion de tester la capacité prédictive de modèles écologiques.

Ce rapport intermédiaire du suivi scientifique du programme décennal de restauration hydraulique et écologique du Rhône (convention 2007-2009) prolonge et uniformise les activités contractuelles réalisées par la Zone Atelier Bassin du Rhône (ZABR) avant 2007 concernant l'évolution de l'état physique et biologique des sites (ex: mise en place d'un tableau de bord du suivi de la restauration et des protocoles associés, opérations de suivi des sites du Haut-Rhône et de Pierre-Bénite, tests de modèles écologiques). Elle reprend en compte les résultats des suivis précédents.

Le rapport s'appuie largement sur le tableau de bord de la restauration du fleuve, interface web cartographique qui interroge dynamiquement la base de données des suivis. Le tableau de bord (<http://zar.cartonet.sytes.net/> et <http://rhone.univ-lyon1.fr/zar/lyon.php>) permet de consulter l'évolution d'une série d'indicateurs de l'état physique et biologique de l'écosystème, des informations de synthèse ainsi que des éléments détaillés.



Le tableau de bord de la restauration : un outil de consultation cartographique partagé sur le web.

Le Programme Décennal de Restauration concerne 8 sites en priorité (les Vieux-Rhône des aménagements de Chautagne CE, Belley BY, Brégnier-Cordon BC, Miribel-Jonage MI, Pierre-Bénite PB, Péage-de-Roussillon PR, Donzère-Mondragon DM, Montélimar

MO). Ce rapport concerne l'ensemble de ces sites se réfère aux protocoles de suivis définis au démarrage du programme.

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

Le dispositif de suivi a deux dimensions :

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

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

Les thèmes du suivi et les protocoles d'échantillonnage associés sont ceux préconisés par André et Olivier (2003) et ne sont rappelés que succinctement ici. Les fréquences d'échantillonnage sont uniformisées entre les sites et adaptées suite au retour d'expérience des suivis antérieurs. En particulier, une fréquence d'échantillonnage biennale est proposée pour les suivis des peuplements d'invertébrés afin d'accélérer le retour d'expérience tout en contrôlant d'éventuelles invasions. L'effort d'échantillonnage du chenal sera allégé à Pierre-Bénite du fait de l'avancement de la restauration (contrôle de la pérennité des changements). Les suivis de 'routine' et une grande partie du tri (invertébrés) seront sous-traités.

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

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

Secteurs	Types de milieu	Thématiques			
		Poissons	Invertébrés	Végétation	Sédimentation
<b>Chautagne</b>	Chenal	X	X		
	Lône de la Malourdie	X			X
	Lône du Brotalet	X			X
<b>Belley</b>	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	X		X
	Lône de Lucey		X		X
<b>Brégnier-Cordon</b>	Chenal	X	X		
	Lône de Chantemerle	X	X	X	X
	Lône des Granges	X	X	X	X
	Lône Vachon	X	X		X
	Lône des Cerisiers	X			X
	Lône des Molottes	X	X	X	X
	Lône Mattant	X	X		X
	Lône du Ponton	X	X	X	X
	Lône de la Plaine		X		X
<b>Pierre-Bénite</b>	Chenal	X	X		
	Lône de la Table Ronde			X	X
	Lône de Ciselande			X	X
	Lône de Jaricot			X	X
<b>Péage de Roussillon</b>	Chenal	X	X		
	Lône de la Platière	X	X	à définir	X
	Lône Noyé Nord	X		à définir	
	Lône Noyé Sud			à définir	X
	Ilon	X	X	à définir	X
	Casiers Arcoules			à définir	X
<b>Montélimar</b>	Lône de la Sainte		X	à définir	X
	Chenal	X			

*Récapitulatif des sites (Vieux-Rhône et lônes suivis entre 2003 et 2007) et des thématiques prises en compte dans le suivi actuel du programme de restauration du Rhône. A Péage de Roussillon, les mesures relatives à la définition de l'état initial avant restauration ont débuté au cours du deuxième semestre 2007, Les casiers Girardon qui seront suivis ultérieurement seront choisis en 2008 à la suite d'une analyse de synthèse des données CNR et de la Réserve Naturelle de l'île de la Platière, les modalités du suivi de la végétation aquatique seront également définies à la suite de cette analyse.*

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

- modélisation des réponses des communautés de macroinvertébrés et de poissons aux variations de contraintes hydrauliques dans les chenaux soumis à augmentation du débit réservé,
- étude de l'effet de l'augmentation des débits réservés et des travaux de réhabilitation des lônes sur des populations de poissons « cibles »,
- modélisation de l'évolution de la biodiversité (macrophytes) dans les lônes en relation avec la trophie des milieux, l'intensité des perturbations hydrauliques dans ces milieux et les caractéristiques sédimentaires,

- essai de prédiction de la durée de vie des bras restaurés et recherche de géométries fluviales particulières qui répondent sur un long terme à des attentes écologiques fixées initialement,
- établissement de modèles prédictifs de la richesse faunistique (macro-invertébrés) en fonction des caractéristiques écologiques (qualité des eaux, degré de connexion avec le chenal, diversité d'habitats...) des lônes,
- analyse synthétique des relations trophiques dans les annexes fluviales, intégrant les résultats des autres thématiques (en particulier l'analyse de la qualité de l'eau, de la structure des communautés végétales et invertébrés, et de l'abondance et de la diversité des peuplements de juvéniles de poissons),
- gestion du tableau de bord et restitution des résultats sous différentes formes.

Sur le plan pratique, la démarche a pour objectifs :

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

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

Les travaux réalisés au cours de la période 2003-2006 ont permis de définir les métriques et les indicateurs présentés dans le tableau suivant.

*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 lentiques	C12	Abondance relative des espèces limnophiles

*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

*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

*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

## 2) Approche thématique

### 2.1 Cadre physique : restauration et hydrologie

#### 2.1.1 Opérations de restauration

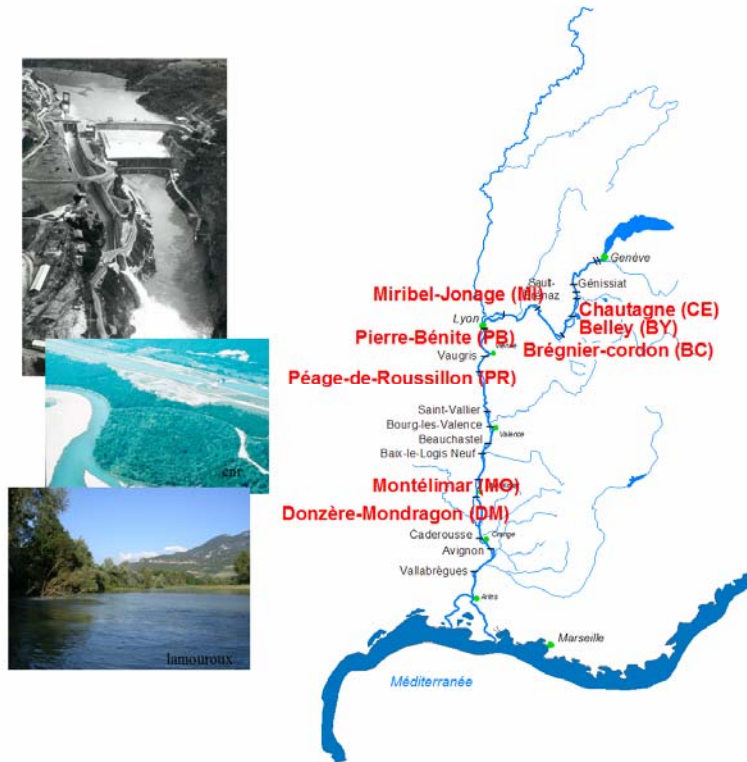


Figure 2.1.1 Les 8 sites concernés par la restauration

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

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

Les trois sites de Chautagne, Belley et Brégner-Cordon ont été restaurés entre 2003 et 2006.

Les débits réservés ont été relevés (figure 2.1.2) et 23 îles ont été réhabilitées :

- Chautagne : Île de la Malourdie et du Brotalet,

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

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

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

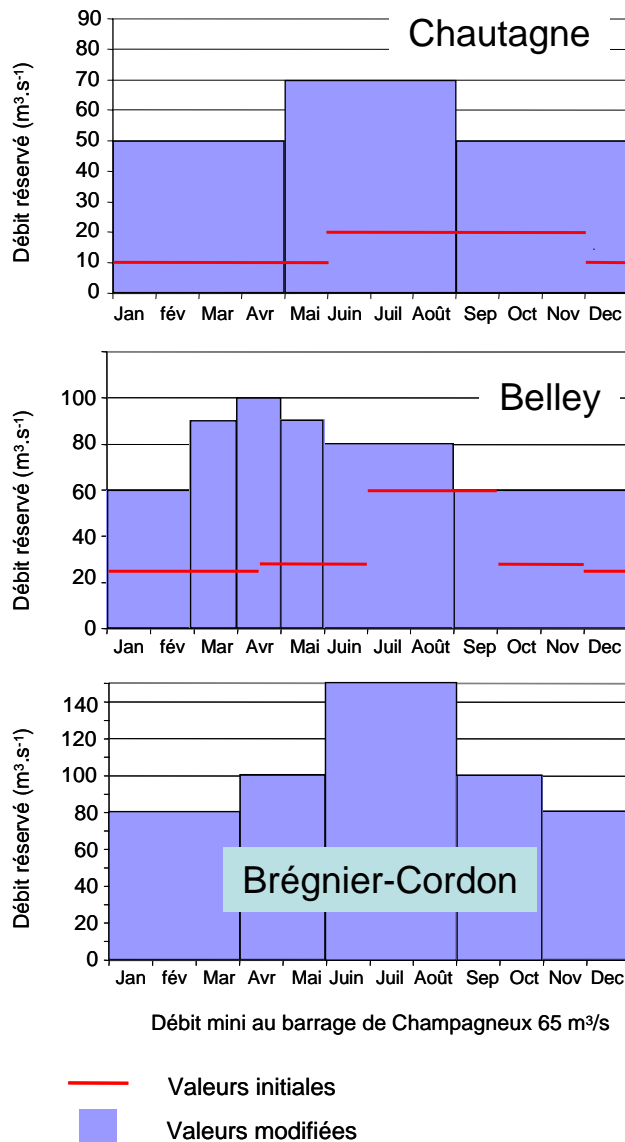
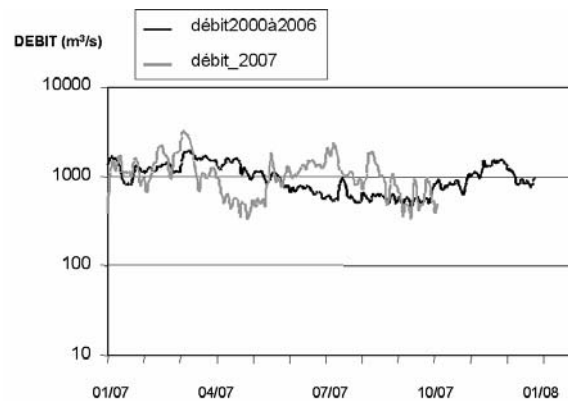


Figure 2.1.2 : valeurs minimales des débits dans les Vieux-Rhône de Chautagne, Belley et Brégnier-Cordon avant et après modification des valeurs dans le cadre du programme de restauration du Rhône.

L'état d'avancement des dossiers des autres sites « candidats » à la restauration (Miribel Jonage, Péage-de-Roussillon, Montélimar, Donzère Mondragon) est variable. Le dossier concernant le site de Péage-de-Roussillon est le plus avancé et les relevés pré-restauration dans le cadre de l'établissement de l'état initial ont débuté en 2007.

### **2.1.2 Hydrologie**

2007 est une année globalement humide en été, notamment sur le Bas-Rhône, avec relativement peu de période au débit minimum.



*Figure 2.1.2 : Débit 2007 à Ternay par rapport au débit moyen 2000-2006*

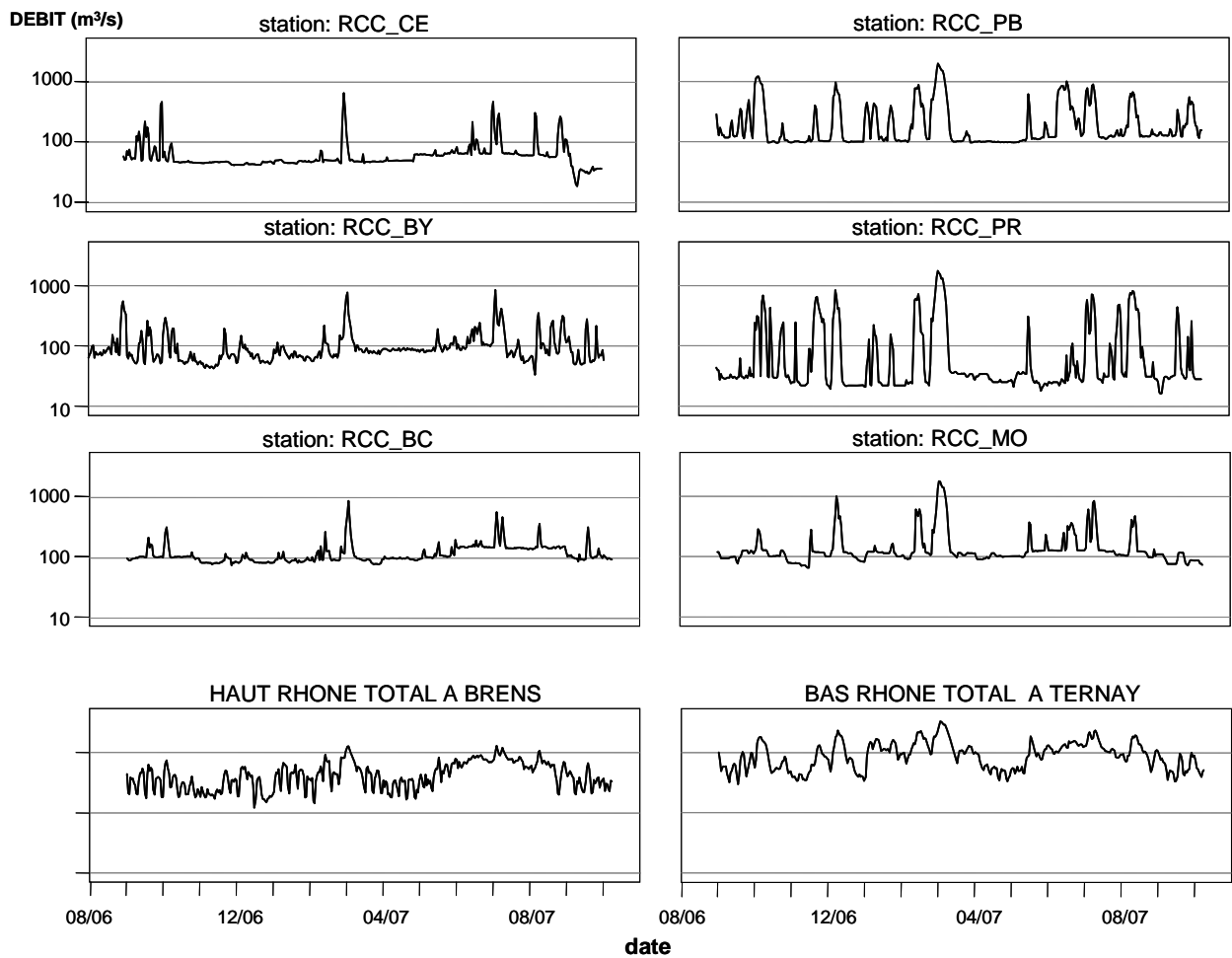
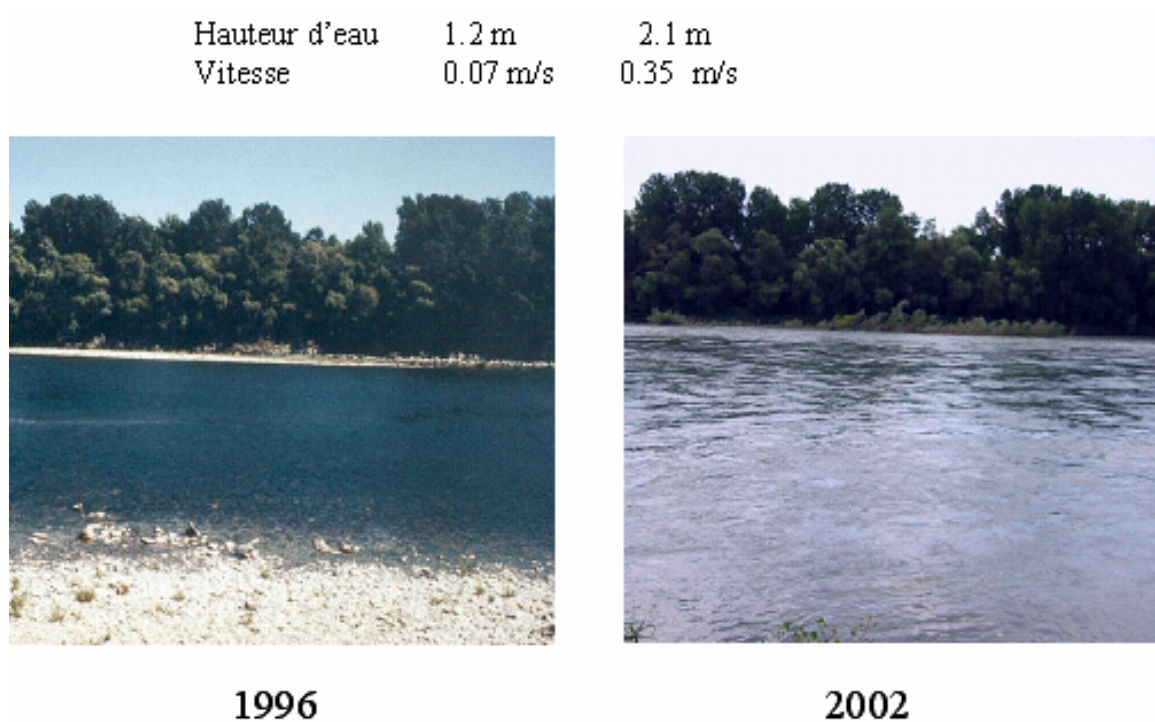


Fig 2.1.3 : Débits 2007 dans les vieux Rhône et le Rhône total, sur le haut-Rhône (à gauche) et le bas-Rhône (à droite)

### 2.1.3 Hydraulique du chenal



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

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

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

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

REM est lié au niveau de débit par unité de largeur. Plus sa valeur est élevée, plus **il reflète l'idée d'un fleuve courant**, de façon comparable sur des sites variés. Il est

particulièrement sensible aux changements de débit minimum. Une augmentation de REM augmente la valeur d'habitat relative des espèces typiques d'eau courante (barbeau, ablette, hotu, toxostome, vandoise, ombre). Noter que certaines espèces rhéophiles comme le barbeau sont favorisées à la fois par de fortes valeurs de FR50 et REM.

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

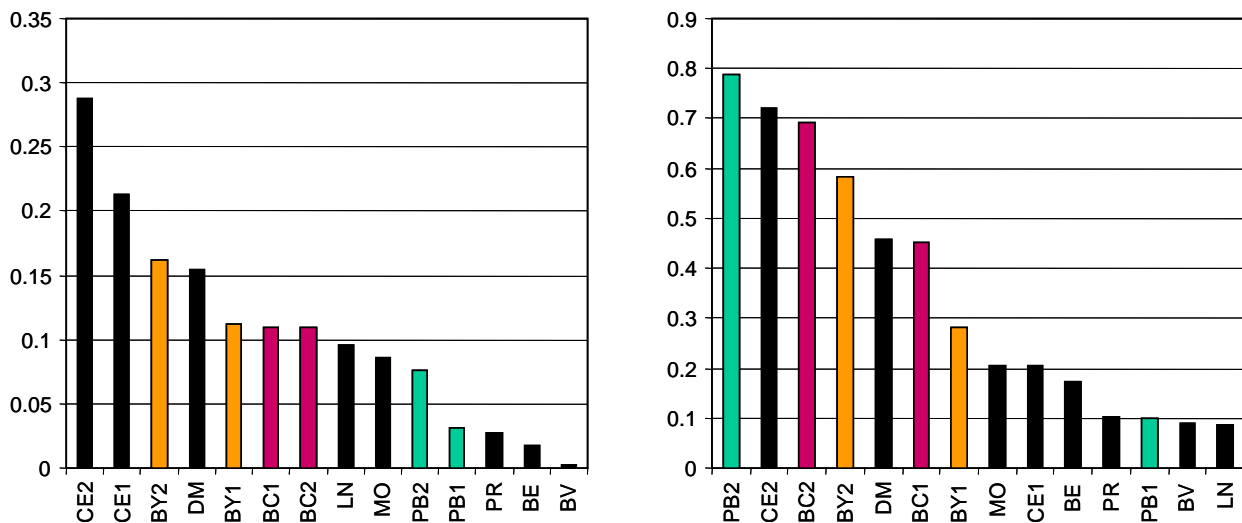


Figure 2.1.5. Valeurs de FR50 (indice morphologique, à gauche) et REM (indice de débit, à droite) sur les différents vieux Rhône du bas Rhône et du haut Rhône (cf. codes définis sur la Figure 2.1.1 ; LN, BV et BE correspondent à d'autres sites du bas Rhône : Logis-Neuf, Bourg-les-Valence et Beauchastel). Les codes de type 'CE1' et 'CE2' réfèrent aux situations pré- et post-augmentation du débit.

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

## **2.2 Les poissons du chenal**

### **2.2.1 Objectifs et méthodologie**

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

Une campagne d'échantillonnage est réalisée en automne. Une campagne correspond à une pêche électrique de 100 à 200 points d'échantillonnage ponctuels d'abondance – EPA - (ou 30 ambiances de quelques dizaines de mètres carrés) réalisée en bateau. Les points de pêche sont répartis dans la partie non-influencée hydrauliquement du Vieux-Rhône, sur une ou plusieurs stations (*cf.* annexe A.1.1). Le nombre de points de pêche est augmenté dans le cas des Vieux-Rhône longs et/ou hétérogènes.

La fréquence d'échantillonnage des poissons du chenal est annuelle, à commencer au minimum 2 ans avant restauration.

### **2.2.2 Echantillonnages**

Les échantillonnages 2007 ont été réalisés à l'automne, généralement après une période de débit relativement stable (sauf à Belley et Péage-de-Roussillon) malgré les variations fortes observées cette année. De 100 à 200 points de pêches par EPA ont été réalisées dans les Vieux-Rhône en fonction de la longueur des Vieux-Rhône et des difficultés de navigation, à l'exception du Vieux-Rhône de Pierre-Bénite où 30 ambiances ont été échantillonnées comme lors des suivis précédents (tableau 2.2.2).

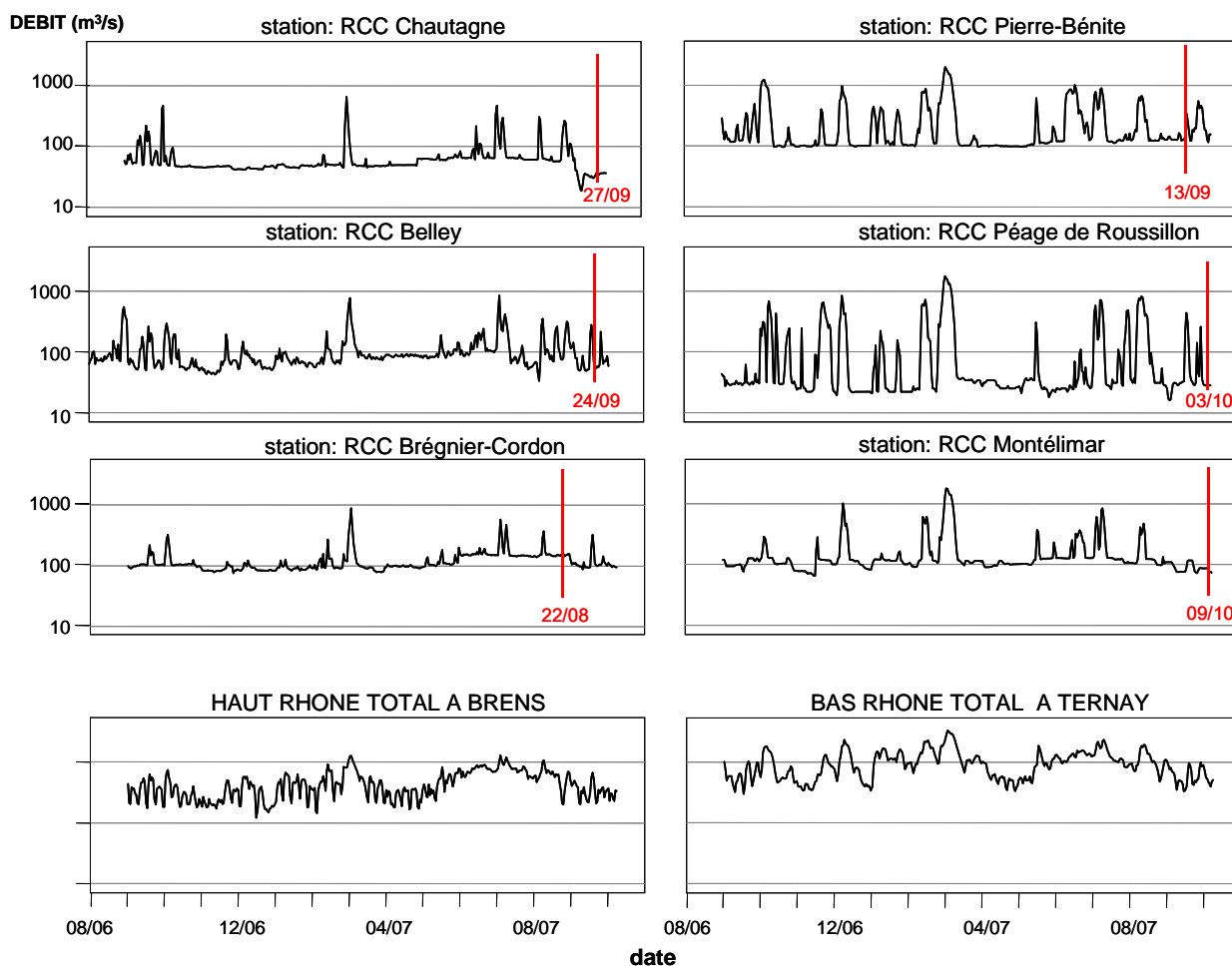


Fig. 2.2.1 : Dates d'échantillonnage des poissons du chenal.

### **2.2.3 Résultats**

De 486 (Pierre-Bénite) à 1338 (Péage-de-Roussillon) individus ont été échantillonnés dans les Vieux-Rhône en 2007 (tableau 2.2.1). On retrouve sur le Haut-Rhône des peuplements typiques de ces milieux dominés par le chevesne et le vairon. L'ombre commun, la truite et la lotte de rivière sont observés en nombre réduits. La vandoise est peu abondante à Belley par rapport aux années précédentes. A Miribel, le peuplement observé est assez différent avec une forte proportion d'espèces typiques des radiers (spiralin, loche franche et barbeau).

Sur le Bas-Rhône on retrouve une domination du chevesne, du gardon et de l'ablette, particulièrement abondante à Pierre-Bénite. Une population importante de hotu est échantillonnée à Montélimar. En revanche, les carnassiers n'ont pas été capturés sur le secteur.

Effectifs 2007							
espèce	Chautagne	Belley	Brégnier	Miribel	Pierre-B.	Péage	Montélimar
nb_points	100	200	200	100	30	100	180
ABL	143	36	68	2	277	345	227
ANG	1	0	3	0	0	12	35
BAF	16	72	33	79	8	14	33
BLE	0	2	0	0	0	0	0
BLN	0	4	11	7	0	0	0
BOU	0	4	20	0	0	57	0
BRB	0	1	5	6	11	1	6
BRE	0	0	1	0	0	0	4
BRO	3	4	9	0	0	0	0
CHA	0	3	7	1	6	0	1
CHE	165	178	322	48	53	115	129
EPI	5	11	14	0	0	0	0
GAR	9	87	20	3	41	383	21
GOU	41	93	66	33	39	94	19
GRE	22	19	1	0	1	4	2
HOT	8	10	21	8	4	15	115
LOF	40	48	26	105	19	107	130
LOT	0	1	0	0	0	0	0
OBR	12	5	0	0	0	0	0
PCH	0	0	1	0	0	49	0
PER	5	8	22	5	6	48	10
PES	13	9	29	0	10	72	1
PSR	2	0	0	2	0	19	0
ROT	0	0	0	0	0	0	1
SIL	0	0	0	11	2	3	1
SPI	63	74	7	224	8	0	14
TAN	0	4	14	0	0	0	0
TRF	0	6	7	0	0	0	0
VAI	121	113	11	253	0	0	1
VAN	38	2	24	1	1	0	0
total	707	794	742	788	486	1338	750

Proportions 2007 (%)							
espèce	Chautagne	Belley	Brégnier	Miribel	Pierre-B.	Péage	Montélimar
nb_points	100	100	100	100	100	100	100
ABL	20	5	9	0	57	26	30
ANG	0	0	0	0	0	1	5
BAF	2	9	4	10	2	1	4
BLE	0	0	0	0	0	0	0
BLN	0	1	1	1	0	0	0
BOU	0	1	3	0	0	4	0
BRB	0	0	1	1	2	0	1
BRE	0	0	0	0	0	0	1
BRO	0	1	1	0	0	0	0
CHA	0	0	1	0	1	0	0
CHE	23	22	43	6	11	9	17
EPI	1	1	2	0	0	0	0
GAR	1	11	3	0	8	29	3
GOU	6	12	9	4	8	7	3
GRE	3	2	0	0	0	0	0
HOT	1	1	3	1	1	1	15
LOF	6	6	4	13	4	8	17
LOT	0	0	0	0	0	0	0
OBR	2	1	0	0	0	0	0
PCH	0	0	0	0	0	4	0
PER	1	1	3	1	1	4	1
PES	2	1	4	0	2	5	0
PSR	0	0	0	0	0	1	0
ROT	0	0	0	0	0	0	0
SIL	0	0	0	1	0	0	0
SPI	9	9	1	28	2	0	2
TAN	0	1	2	0	0	0	0
TRF	0	1	1	0	0	0	0
VAI	17	14	1	32	0	0	0
VAN	5	0	3	0	0	0	0
total	100	100	100	100	100	100	100

Tableau 2.2.1 Effectifs pêchés en 2007

L'année 2007 doit être replacée dans le contexte plus large du suivi. Dans ce but, les proportions moyennes des peuplements de chaque site (moyennes des proportions de chaque campagne) ont été comparées entre la période pré-augmentation (état initial) et post-augmentation du débit minimum (Figure 2.2.2 ; les périodes pré- et post-réhabilitation correspondent aux périodes 'b' et 'c' décrites au paragraphe 2.2.3).

<b>Chautagne</b>			<b>Belley</b>			<b>Bregnier-Cordon</b>			<b>Miribel</b>			<b>Pierre-Bénite</b>			<b>Péage</b>			<b>Montélimar</b>		
esp	CE1	CE2	esp	BY1	BY2	esp	BC1	BC2	esp	M11	esp	PB1	PB2	esp	PR1	esp	MO1			
VAI	25.3	19.6	ABL	18.4	5.0	CHE	35.3	33.8	SPI	32.8	CHE	24.6	14.8	GAR	28.6	ABL	22.4			
GAR	22.5	5.2	GOU	18.3	13.8	GOU	13.7	11.8	VAI	22.4	GAR	22.3	15.6	ABL	25.8	CHE	16.5			
CHE	19.9	27.9	CHE	15.1	23.4	BAF	9.5	11.4	LOF	14.2	LOF	15.2	2.5	CHE	8.6	BRB	10.2			
LOF	13.6	8.0	VAN	11.9	7.5	SPI	9.2	4.7	BAF	12.2	GOU	9.7	8.1	LOF	8.0	HOT	9.8			
BAF	4.3	6.9	HOT	10.3	3.8	HOT	5.9	3.2	CHE	6.9	ABL	7.1	38.0	GOU	7.0	LOF	9.5			
GOU	3.9	9.1	BAF	7.3	11.2	VAN	3.8	2.4	GOU	5.0	BAF	5.8	4.9	PES	5.4	GAR	6.3			
HOT	2.2	1.2	VAI	3.4	9.7	GAR	3.5	1.9	SIL	1.5	PES	5.0	2.3	BOU	4.3	SPI	6.2			
SPI	2.0	4.3	LOF	2.6	4.1	PER	3.3	1.6	BLN	1.1	BRB	2.1	4.5	PCH	3.7	BAF	5.9			
ABL	1.9	9.1	GAR	2.4	6.2	ABL	2.7	14.7	HOT	1.0	CHA	1.5	0.6	PER	3.6	GOU	3.4			
EPI	1.2	1.4	GRE	2.2	1.9	BRB	2.3	1.7	BRB	0.9	SPI	1.4	1.9	PSR	1.4	ANG	2.8			
VAN	1.0	1.8	SPI	1.8	6.7	VAI	2.1	0.8	PER	0.8	PSR	0.6	0.1	HOT	1.1	PSR	1.7			
OBR	0.6	0.9	PER	1.2	1.2	BOU	1.6	1.6	GAR	0.5	HOT	0.6	2.4	BAF	1.0	PER	1.7			
BRE	0.4	0.1	TRF	0.9	1.2	PES	1.2	2.1	PSR	0.3	GRE	0.5	0.2	ANG	0.9	BOU	1.0			
PER	0.4	0.8	TAN	0.6	0.2	TRF	1.0	0.4	CHA	0.2	PER	0.5	0.9	GRE	0.3	BRE	0.8			
GRE	0.2	1.9	OBR	0.6	0.3	LOF	1.0	3.0	VAN	0.2	ROT	0.5	0.2	SIL	0.2	PES	0.4			
PES	0.1	0.8	BOU	0.6	1.0	EPI	0.8	0.8	ABL	0.2	TAN	0.5	0.3	BRB	0.1	GRE	0.2			
BOU	0.1	0.0	BRB	0.6	0.1	GRE	0.7	0.8			BOU	0.4	0.1			ROT	0.2			
BRO	0.1	0.2	BRE	0.6	0.0	TAN	0.5	1.2			SIL	0.4	0.5			VAI	0.2			
TRF	0.1	0.2	EPI	0.5	1.3	ANG	0.4	0.2			ANG	0.3	0.2			CCO	0.2			
TAN	0.1	0.3	BRO	0.3	0.2	BLN	0.3	0.7			EPI	0.3	0.1			SIL	0.1			
BRB	0.1	0.1	PES	0.2	0.5	CHA	0.3	0.5			VAN	0.2	0.7			CAA	0.1			
BLN	0.0	0.0	LOT	0.1	0.1	BRE	0.3	0.2			SAN	0.1	0.1			SAN	0.1			
ROT	0.0	0.0	BLN	0.1	0.2	BRO	0.2	0.5			BLE	0.1	0.0			TAN	0.1			
CAA	0.0	0.0	CHA	0.1	0.2	PCH	0.1	0.1			CCO	0.1	0.0			CHA	0.1			
ANG	0.0	0.0	PSR	0.0	0.0	OBR	0.0	0.0			BRE	0.1	0.0							
PSR	0.0	0.2	ANG	0.0	0.1						PCH	0.0	0.3							
			BLE	0.0	0.1						BRO	0.0	0.0							
			SAN	0.0	0.1						TOX	0.0	0.0							
											TRF	0.0	0.0							
											VAI	0.0	0.4							
											CAS	0.0	0.2							
eaux "courantes"	10.0	19.9	EC	48.5	27.8	EC	22.0	31.7	EC	13.5	EC	13.7	46.0	EC	28.0	EC	38.1			
eaux "vives"	19.8	19.2	EV	11.8	22.4	EV	20.3	20.3	EV	60.5	EV	23.9	9.9	EV	9.0	EV	21.7			

Tableau 2.2.2 : Proportions (%) des différentes espèces échantillonnées sur les Vieux-Rhône. Les proportions sont des moyennes entre campagnes d'automne, les opérations avant -1- et après -2- modification du débit minimum étant séparées le cas échéant (cf. annexe A.3.1 pour les codes des Vieux-Rhône et les notations). Certaines espèces ayant progressé (en bleu) ou régressé (en jaune) sont indiquées. Les proportions d'espèces d'eaux « vives » et « courantes » sont indiquées en bas de tableau (EV, EC).

La proportion des espèces d'eau « courante » a effectivement augmenté après relèvement du débit minimum à Pierre-Bénite (de 14 à 46%), en Chautagne (de 10 à 20%) et dans une moindre mesure à Brégner-Cordon (tableau 2.2.2). Si ce constat semble maintenant une tendance significative sur Pierre-Bénite (*cf.* analyses détaillées de Lamouroux *et al.* 2006), il reste néanmoins variable dans le temps (Figure 2.2.2) et lié à différentes espèces suivant les sites. La proportion d'ablettes, par exemple (Figure 2.2.3) est variable sur certains sites et influe fortement sur la proportion des espèces d'eaux courantes. L'analyse détaillée du cas de Pierre-Bénite montre également que les changements observés sont dynamiques et différenciés suivant les classes de tailles des espèces.

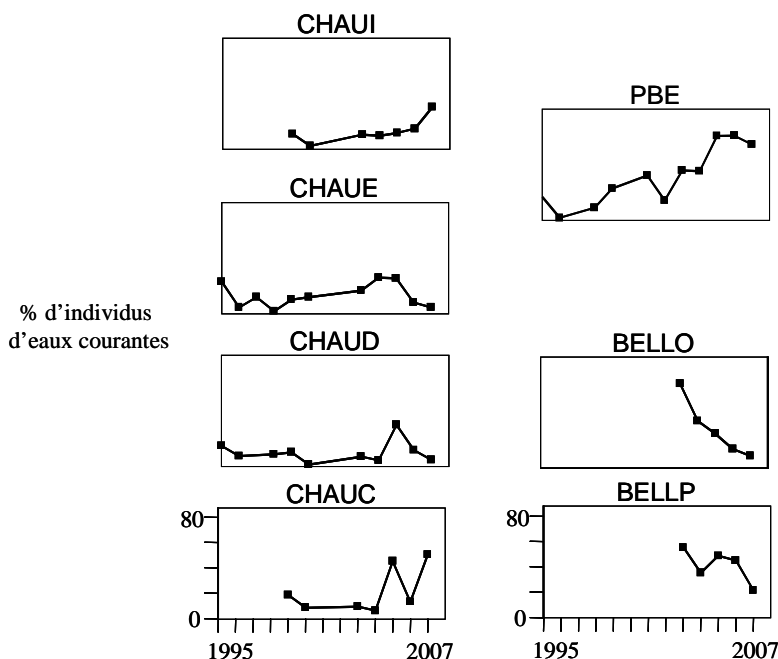


Figure 2.2.2 : % d'individus d'eaux courantes en fonction du temps dans quelques stations de pêche

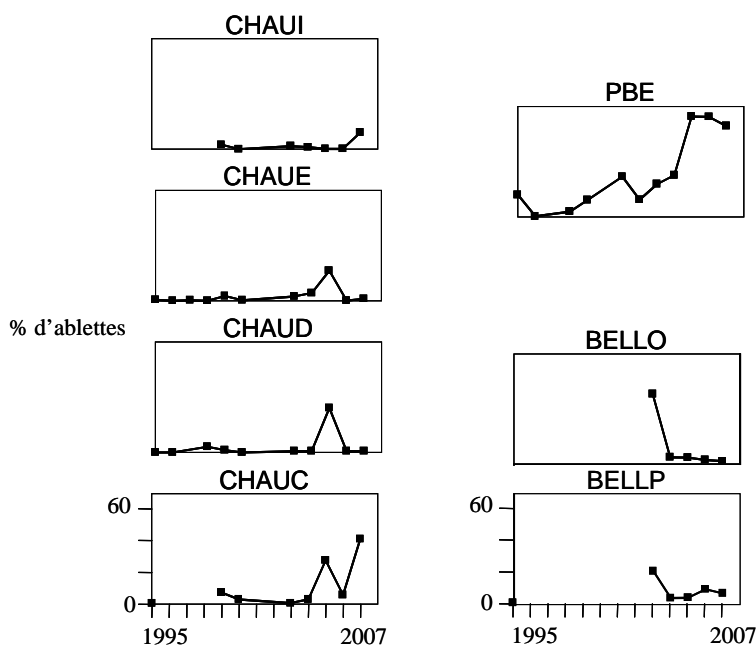


Figure 2.2.3 : proportions d'ablettes en fonction du temps dans quelques stations de pêche.

En Chautagne, l'ablette, le barbeau et la vandoise progressent aux détriments d'espèces d'eaux plus calmes (gardon) ou d'espèces rhéophiles pénalisées par l'augmentation de hauteur d'eau (loche franche). L'évolution de Chautagne présente en ce sens des similitudes avec celle plus certaines à l'heure actuelle de Pierre-Bénite. Les tendances observées à Brégnier-Cordon (augmentation du barbeau et de l'ablette) sont moins évidentes et ne devraient pas apparaître comme une conséquence de la modification du débit réservé, extrêmement limitée dans ce secteur. Les différences pré- post-augmentation de débit observées à Belley sont, elles, inattendues et demanderont d'analyser les caractéristiques de chaque pêche / stations plus en détail.

L'évolution de Pierre-Bénite déjà largement testée (Lamouroux *et al.* 2006) se confirme, mais elle est largement 'tirée' par l'observation de proportions très importantes d'ablettes sur le site ces dernières années. Ce phénomène a d'ailleurs tendance à être observée sur de nombreux sites du fleuve et demandera également une analyse détaillée. La 'nouvelle' station échantillonnée à Péage-de-Roussillon (du pied du barrage de Saint-Pierre-de-Bœuf à Sablons) présente un peuplement assez différent de la station située au droit d'Arcoules (amont du seuil de Peyraud) échantillonnée depuis plus de 20 ans (*cf.* analyses multivariées ci-dessous) et apportera une vision complémentaire du peuplement du vieux Rhône.

#### **2.2.4 Bilan multi-sites**

La mise en parallèle des indicateurs hydrauliques et biologiques (poissons) définis pour refléter de façon synthétique l'évolution des peuplements résume les observations (Figure 2.2.4). Les indicateurs « eaux courantes » semblent co-évoluer dans la direction prévue à Pierre-Bénite, Chautagne et Brégnier-Cordon, tandis que les observations sur Belley diffèrent pour l'instant de celles attendues. Les indicateurs « eaux vives » évoluent peu, comme prévu (Chautagne, Brégnier-Cordon), ou évoluent dans des sens opposés (Pierre-Bénite, Belley). Ces indicateurs sont liés à la morphologie et reflètent en particulier l'originalité de Chautagne sur le Haut-Rhône et de Montélimar sur le Bas-Rhône où de nombreux radiers sont présents. Les proportions d'espèces d'eaux vives sont élevées sur ces sites.

L'utilisation d'indicateurs simples basés sur les proportions des espèces ne doit pas masquer la complexité du système et des dynamiques de populations. La variabilité temporelle des indicateurs en est l'image. Des analyses multivariées plus poussées permettent d'apporter un autre regard, parfois plus stable et plus complet, sur l'évolution des peuplements. Une première analyse multivariée de l'ensemble de ces campagnes de pêches a été réalisée sur le Haut-Rhône et le Bas-Rhône. L'analyse est une analyse en composantes principales (ACP) des log-proportions des espèces dans différents groupes de pêches définis dans l'annexe A.1. Les groupes de pêches sont des regroupements de pêches par station x périodes (passé, état initial et état post-réhabilitation).

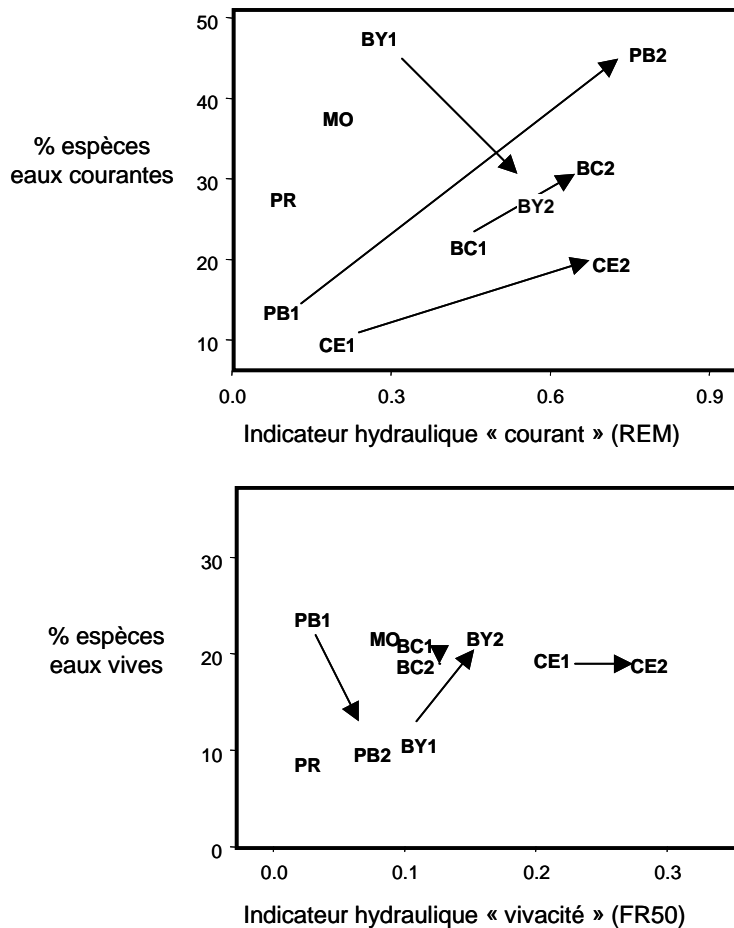


Figure 2.2.4 : Evolution des indicateurs hydrauliques et indicateurs 'poissons' associés reflétant la proportion des espèces d'eau courante (en haut) et d'eau vives (en bas).

Sur le Haut-Rhône (Figure 2.2.5), l'analyse met en évidence des différences de peuplements entre Vieux-Rhône, avec notamment le poids important des espèces d'eaux vives en Chautagne. On note également que l'évolution de Chautagne vers des peuplements plus rhéophiles semble partagée par l'ensemble des stations de pêches, ce qui est bon signe. L'évolution de Chautagne post-augmentation de débit semble aller dans le sens inverse des tendances observées ces dernières décennies sur le site (effets rémanents des aménagements, cf. description des états initiaux dans Olivier *et al.* 2004a). A Brégner-Cordon, l'évolution est moins évidente et pourrait concerner essentiellement le site à l'amont du seuil des Molottes. Il faudra analyser en détail la trajectoire moins interprétable de Belley ainsi que les différences observées entre périodes pré-restauration (passé et état initial).

Sur le Bas-Rhône (Figure 2.2.6), l'analyse ordonne les Vieux-Rhône en lien avec leur originalité morphologique (présence de radiers importante à Montélimar et peuplements associés). Elle met également en évidence des différences nettes à analyser entre les stations de Péage-de-Roussillon et reflète l'évolution de Pierre-Bénite vers des peuplements plus rhéophiles dans ce cadre régional.

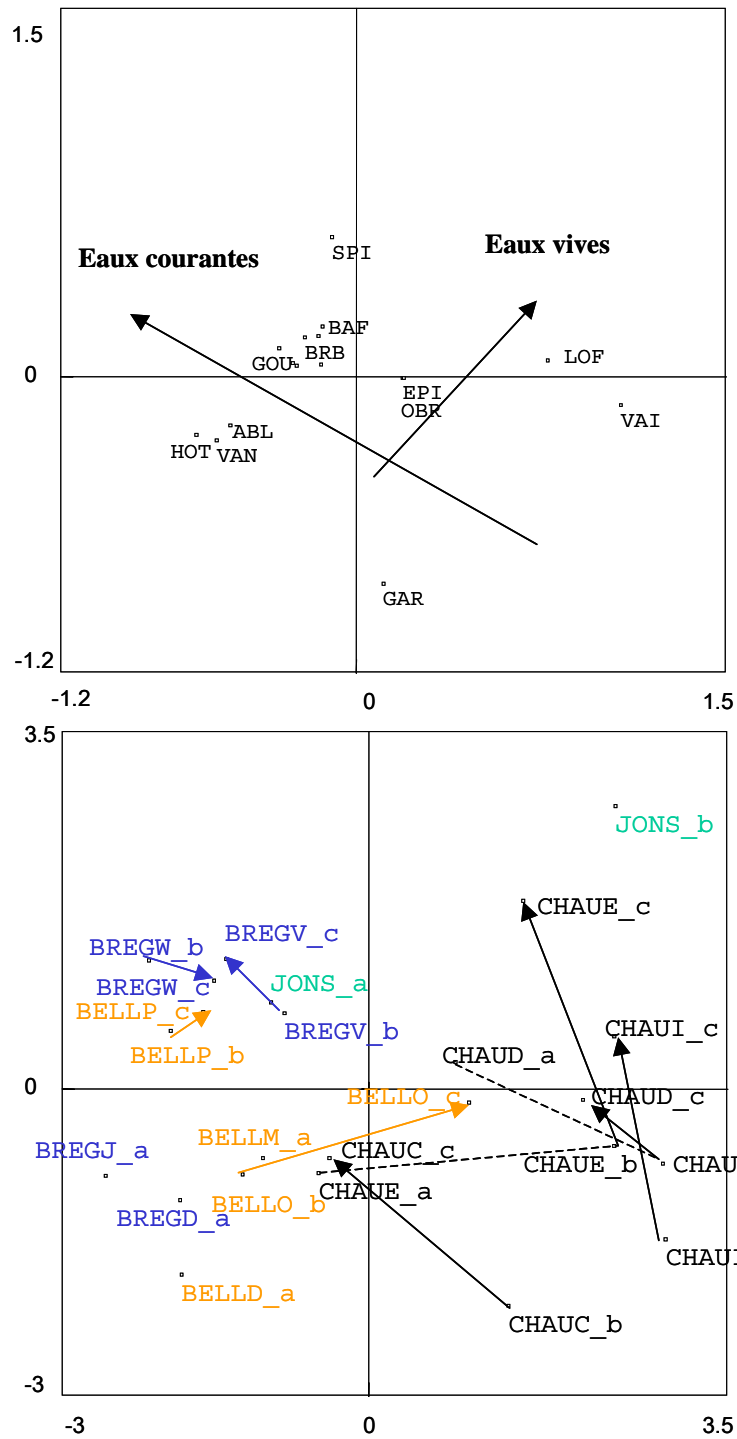


Figure 2.2.5 : ACP sur les proportions d'espèces par station/périodes sur le Haut-Rhône (les groupes de pêches et les codes des espèces sont définies dans l'annexe A.1). En noir les stations de Chautagne, en orange Belley et en bleu Brégnier-Cordon. Figure du haut : carte factorielle des principales espèces. Figure du bas : carte factorielle des groupes de pêche.

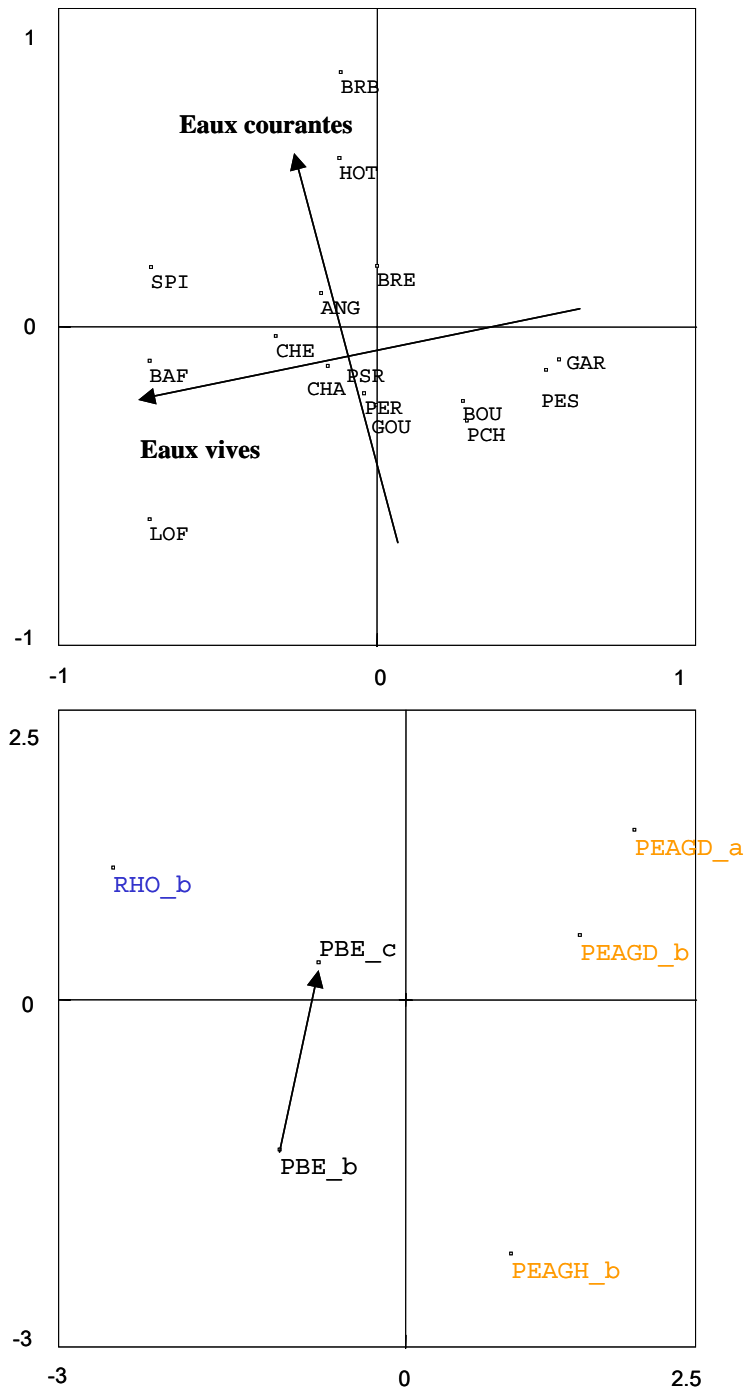


Figure 2.2.6 : ACP sur les proportions d'espèces par station/périodes sur le Bas-Rhône (les groupes de pêches et les codes des espèces sont définies dans l'annexe A.1). En noir les stations de Pierre-Bénite, en orange Péage-de-Roussillon et en bleu Montélimar. Figure du haut : carte factorielle des principales espèces. Figure du bas : carte factorielle des groupes de pêche.

## 2.3 Les invertébrés du chenal

### 2.3.1 Objectifs et méthodologie

La distribution des invertébrés benthiques dans le chenal des Vieux-Rhône dépend largement des conditions hydrauliques locales et ces organismes représentent donc un matériel de choix pour évaluer la qualité de l'habitat physique du milieu. Ainsi, les études sur les invertébrés benthiques initiées dans le cadre du suivi scientifique du programme 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 biocénétiques en fonction des changements hydrauliques associés aux augmentations de débit dans les Vieux-Rhône.

Il faut distinguer le suivi du Vieux-Rhône de Pierre-Bénite et celui des autres Vieux-Rhône. En effet, le suivi à Pierre-Bénite ayant débuté bien avant celui du Haut-Rhône, la méthodologie employée est sensiblement différente. Pour des raisons de cohérence avec la qualité des données collectées avant et après réhabilitation du Vieux-Rhône de Pierre-Bénite, la méthodologie employée est restée identique.

#### *Site de Pierre-Bénite*

L'étude de la faune benthique après augmentation du débit (phase II du suivi scientifique) s'attachait à suivre **l'évolution de la biodiversité structurelle et fonctionnelle** des peuplements de macroinvertébrés afin de vérifier si les prévisions établies en phase I s'avéraient correctes, d'établir des **métriques pertinentes** et **valider ainsi les modèles prédictifs**. Un échantillonnage de contrôle à plus long terme (T+6, T+9), dans le cadre du suivi scientifique du programme de restauration du Rhône, doit permettre **d'évaluer la pérennité des changements** et d'accroître le retour d'expérience.

**Deux campagnes annuelles** d'échantillonnage ont été effectuées entre 1995-96 et 1998-99 (phase I avant l'augmentation du débit réservé) puis entre 2001 et 2003 (phase II après augmentation), soit un total de **14 campagnes**. L'échantillonnage 2007 correspond au suivi de **l'évolution à T+6**. Pour des raisons pratiques, il se situe à cheval sur 2007-2008 avec une première campagne en fin d'été 2007 et une seconde dans le courant du printemps 2008.

Les prélèvements faunistiques sont réalisés par **dragages dans le chenal** et les divers types de **microhabitats des rives** (substrats durs, herbiers, sédiments fins), mésohabitats *sensu* Armitage *et al.* (1995), sont prospectés en fonction de leur occurrence (Bournaud & Cogérino, 1986 ; Cogérino, 1989). Les principales variables descriptrices du milieu sont notées à chaque relevé.

Les invertébrés sont déterminés à **l'espèce** chaque fois que cela est possible, à l'exception des Oligochètes et des Diptères en raison des difficultés systématiques et du coût d'acquisition de l'information complémentaire pour ces deux groupes. Ce niveau systématique permet ainsi d'obtenir des informations écologiques suffisamment pertinentes par rapport au problème posé (écohydraulique). Il permet également d'identifier des **métriques biologiques**

"invertébrés" simplifiées, adaptées néanmoins à refléter les évolutions d'indicateurs hydrauliques liés d'une part à la morphologie et d'autre part au débit.

### *Les autres sites*

Une première partie de ce travail consiste en l'acquisition de données nécessaires pour la modélisation de la réponse des peuplements d'invertébrés aux changements de conditions hydrauliques dans les RCC avant restauration. Dans un second temps, les 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 sont utilisés. Ce travail repose sur l'utilisation du modèle d'habitat statistique FSTress adapté aux invertébrés benthiques (Olivier et al. 2007). 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. Dans une dernière phase des études post-restauration sont mises en place dans le but d'acquérir des données qui permettent de valider les prédictions du modèle d'habitat statistique FSTress.

Ainsi, avant restauration, les invertébrés du chenal et les paramètres hydrauliques ont été échantillonnés dans 4 tronçons représentatifs de 4 sections court-circuitées du Haut-Rhône (Chautagne, Belley, Brégnier-Cordon et Miribel) à trois saisons (printemps, été et hiver). Un total de 300 échantillons a été réalisé de manière aléatoire dans les 4 tronçons court-circuités pour cette phase initiale. Les résultats de cette phase ont montré que les deux saisons printemps et été donnaient une bonne image des peuplements en place. Ainsi, seules ces deux saisons ont été retenues pour l'échantillonnage post-restauration ainsi que pour l'échantillonnage pré-restauration des RCC du Bas-Rhône. Il faut noter l'état initial a été réalisé en 2002-2003 dans le secteur de Miribel et que les travaux de restauration n'ont toujours pas démarré dans ce secteur. Aussi les résultats de ce secteur ne sont pas présentés dans ce rapport.

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

### **2.3.2 Echantillonnage**

#### *Site de Pierre-Bénite*

L'échantillonnage à Pierre-Bénite est réalisé à trois stations : dans la partie amont du RCC, au niveau de l'Ile Tabart (pk 8,4) ; sur le radier, à l'amont du pont de Vernaison (pk 9,8) ; en aval, au niveau de la station de pompage de Millery (pk 12,6) (figure 2.3.1).

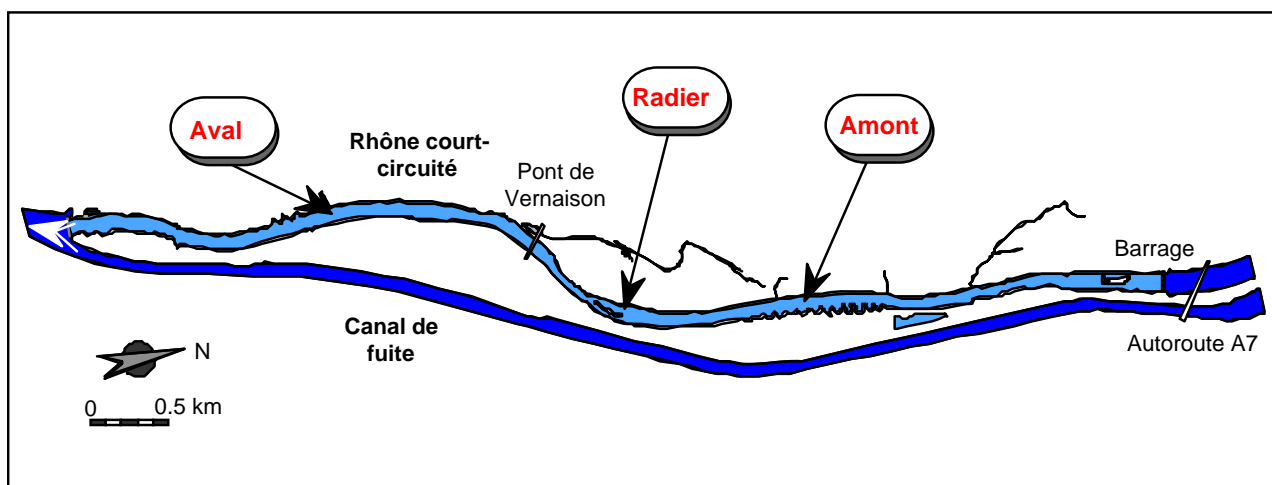


Figure 2.3.1 : sites d'échantillonnage de la faune macro-invertébrée dans le Vieux-Rhône de Pierre-Bénite.

La première campagne d'échantillonnage 2007-2008 a été réalisée en toute fin d'été (**25 septembre**, figure 2.3.2) en conditions de parfait débit réservé (100 m<sup>3</sup>/s), pour un débit total du Rhône voisin de 400 m<sup>3</sup>/s. Toutefois, en raison de conditions estivales particulièrement perturbées, le RCC a très souvent connu un débit supérieur au strict débit réservé durant une grande partie de l'été 2007.

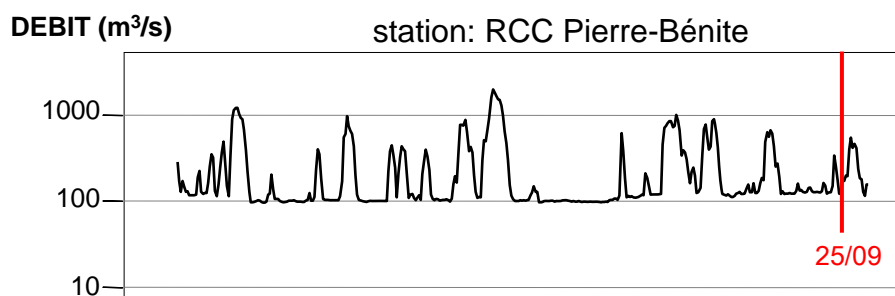


Figure 2.3.2 : Positionnement des campagnes d'échantillonnage de la macrofaune du Chenal dans les secteurs de Belley et de Péage-de-Roussillon sur l'hydrographe des RCC correspondants.

### Sites de Belley et Péage de Roussillon

L'échantillonnage 2007 comprend les prélèvements des campagnes été post-restauration à Belley et pré-restauration à Péage-de-Roussillon.

Dans ces deux secteurs les conditions hydrologiques du printemps 2007 n'ont pas permis l'échantillonnage et les campagnes de printemps seront réalisées au printemps 2008.

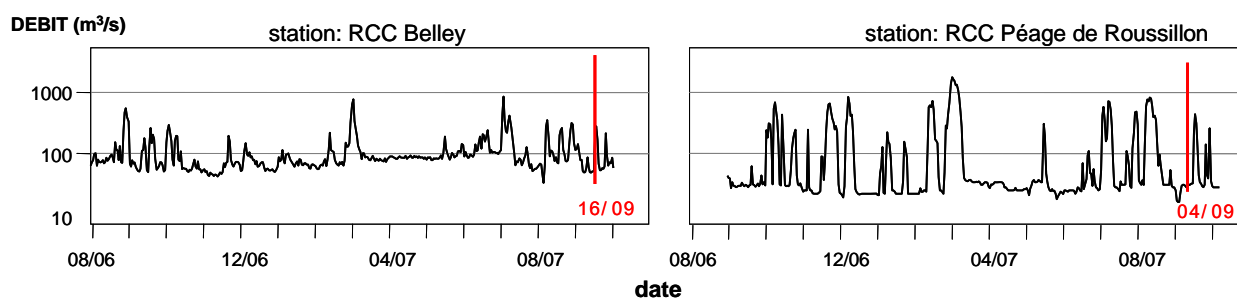


Figure 2.3.3 : Positionnement des campagnes d'échantillonnage de la macrofaune du Chenal dans les secteurs de Belley et de Péage-de-Roussillon sur l'hydrographe des RCC correspondants.

### 2.3.3 Résultats

En cette fin d'année 2007, 16 campagnes d'échantillonnage ont été réalisées dans 5 Vieux-Rhône (Chautagne, Belley, Brégnier-Cordon, Canal de Miribel, Péage-de-Roussillon). Les résultats des états pré-restauration de Chautagne, Belley et Brégnier-Cordon ont chacun fait l'objet d'un rapport d'état initial (Olivier et al. 2004a&b, 2005) (rapports dits "de niveau 1"). Les données de cet état initial ont été utilisées pour modéliser la réponse des peuplements d'invertébrés aux changements de conditions hydrauliques dans les RCC. Ces analyses figurent dans le rapport dit "suivi de niveau 2" (Olivier et al. 2007). Les résultats post-restauration du secteur de Chautagne ont aussi été présentés dans le rapport de "suivi de niveau 2" pour une validation des prédictions du modèle FSTress. Le tri et la détermination des campagnes d'été post-restauration de Belley et pré-restauration de Péage-de-Roussillon sont en cours.

RCC	Pré-restauration			Post-restauration	
	printemps	été	hiver	printemps	été
Chautagne	05/06/2002	13/09/2002	24/01/2003	08/06/2006	24/09/2006
Belley	30/05/2002	28/08/2002	23/01/2003	printemps 2008	16/09/2007
Brégnier Cordon	06/06/2002	29/08/2002	21/01/2003	printemps 2008	été 2008
Miribel	22/05/2002	06/09/2002	20/03/2003		
Péage de Roussillon	printemps 2008	04/09/2007			

Tableau 2.3.1 : Campagnes d'échantillonnage des 5 RCC pour les invertébrés du chenal

### 2.3.4 Bilan multi-sites

Le bilan multi sites concerne actuellement l'état des RCC du Haut Rhône avant restauration et le premier état post-restauration à Chautagne. Ces résultats sont détaillés dans le rapport de "suivi de niveau 2".

Ces résultats montrent que 140 taxons et 364799 individus (stades larvaires et/ou adultes) ont été récoltés au cours des campagnes d'échantillonnage pré-restauration dans les trois RCC de Chautagne, Belley et Brégnier-Cordon. On note une densité moyenne de 30400 individus au m<sup>2</sup> pour les trois secteurs confondus avec des densités plus fortes à Chautagne (33768 individus/m<sup>2</sup>) et plus faibles à Brégnier-Cordon (28625 individus/m<sup>2</sup>). Le nombre de

taxons est légèrement plus élevé à Brégnier-Cordon (108 taxons) que pour les deux autres secteurs mais il faut noter que l'effort d'échantillonnage est aussi deux fois plus important dans ce secteur. Avec 105 taxons, le secteur de Chautagne présente une richesse taxonomique plus élevée que le secteur de Belley (98 taxons).

Les peuplements des trois RCC typiques d'un épiptamon présentent une faune mixte de taxons spécifiques des grandes rivières (e.g. *Potamanthus luteus*) et de taxons rencontrés sur de plus petits cours d'eau (e.g. *Leuctra*, *Baetis*) très fortement dominée par les espèces ubiquistes du genre *Gammarus* pour les secteurs de Belley et Brégnier-Cordon. Les taxons dominants présentent une forte affinité pour des habitats à substrat grossier recouvert d'algues filamenteuses, ces types d'habitats étant largement rencontrés dans les trois secteurs. La plupart des taxons rencontrés dans ces trois secteurs sont eurythermes et donc capables de supporter des variations importantes de température de l'eau. Pour l'essentiel, les taxons sont oligotrophes ou mésotrophes témoignant d'une assez bonne qualité biologique des trois secteurs. Avant restauration, on peut souligner la présence de six espèces exogènes dans le secteur de Brégnier-Cordon et quatre à Chautagne et à Belley (cf détails dans Olivier et al. 2007). *Corbicula fluminea* (Mollusque bivalve) et *Orconectes limosus* (Ecrevisse américaine) sont rencontrées uniquement à Brégnier-Cordon. Les corbicules sont bien implantées dans ce secteur tout comme le Gastéropode *Potamopyrgus antipodarum*. Après restauration on note l'apparition de deux nouvelles espèces invasives dans le secteur de Chautagne : *Corbicula fluminea* et le redoutable prédateur *Dikerogammarus villosus*.

Dans ces trois secteurs, trois groupes des taxons ont été mis en évidence : des taxons à tendance rhéophile inféodés à des contraintes hydrauliques fortes, des taxons à tendance limnophiles inféodés à des contraintes faibles et des taxons qui ne semblent pas présenter de préférence hydraulique.

Le modèle hydraulique utilisé prévoit une augmentation des proportions de contraintes hydrauliques fortes avec une augmentation des débits quel que soit le secteur considéré et donc une augmentation potentielle d'habitats favorables aux espèces rhéophiles. Cependant, quel que soit le débit, le pourcentage de contraintes fortes est toujours plus important dans le secteur de Chautagne que dans les secteurs de Belley et de Brégnier-Cordon, ce dernier secteur présentant les pourcentages les plus faibles. Ainsi, même si les débits réservés après restauration restent plus faibles à Chautagne que dans les deux autres secteurs, les proportions de contraintes fortes resteront plus importantes dans ce secteur et ce secteur demeurera donc plus propice à la bonne implantation des taxons rhéophiles.

Avec une augmentation des débits, les indices de densité des invertébrés augmenteraient plus vite dans le secteur de Belley que dans les secteurs de Chautagne et de Brégnier-Cordon (ces augmentations étant les plus faibles pour ce dernier secteur). Ces résultats s'expliquent probablement par le fait que dans le secteur de Chautagne, même avec des débits plus faibles, les conditions seraient quand même plus favorables aux taxons rhéophiles qui présentaient déjà des densités bien plus fortes que dans les autres secteurs avant restauration des débits. Les invertébrés rhéophiles répondront à la restauration des débits dans ce secteur (leurs densités augmenteront) mais cette augmentation sera probablement moins forte qu'à Belley où les conditions étaient, avant restauration, moins propices à l'implantation de ces taxons.

Etant donné que les densités de taxons rhéophiles avant restauration étaient plus faibles dans les secteurs de Belley et Brégnier-Cordon que dans le secteur de Chautagne, l'augmentation en pourcentage des indices de densités dans ces deux premiers secteurs devrait être nettement plus importante qu'à Chautagne.

Les prédictions issues de la modélisation prévoient également une diminution de la densité des taxons limnophiles dans le chenal pour tous les secteurs et cette diminution serait plus importante dans le secteur de Belley. Ce résultat reflète une diminution des conditions hydrauliques propices aux taxons limnophiles plus importante dans ce secteur avec les augmentations de débits. La plus faible diminution en pourcentage de l'indice de densités (secteur de Brégnier-Cordon) serait due à de plus fortes densités de taxons limnophiles dans ce secteur. La diminution des densités des taxons limnophiles suite à la restauration des débits ne devrait pas se répercuter à l'échelle de l'hydrosystème mais uniquement dans le chenal. En effet, les taxons limnophiles trouveront des conditions favorables dans les lônes existantes ou restaurées.

Il convient d'être prudent quant à l'interprétation des prévisions du modèle statistique FSTress présentées ici (*cf* détails dans Olivier et al. 2007) et les observations de terrain obtenues en Chautagne ou en cours d'acquisition dans le cadre du suivi post-restauration ne nous permettent pas à l'heure actuelle de valider ces prédictions.

Les données post-restauration de Chautagne peuvent en effet apparaître comme décevantes dans ce contexte. Cependant il faut noter que la validation du modèle FSTress ne se fera que sur du long terme et il n'est pas étonnant que la première campagne post-restauration ne nous révèle pas immédiatement les attendus. De plus, des paramètres indépendants à la restauration viennent troubler ces résultats. En effet, les variations des débits journaliers dues à la gestion des barrages notamment les semaines précédant l'échantillonnage de la campagne de 2006 ont probablement eu des effets sur les peuplements faunistiques en place. De plus, l'implantation de l'espèce invasive *Dikerogammarus villosus* pendant les travaux de restauration du Haut Rhône pose en effet un réel problème ici (*cf* détails dans Olivier et al. 2007).

En conclusion, les métriques utilisées sont effectivement liées aux modifications de débit. Leur utilisation dans le cadre du suivi de l'augmentation de débit réservé du Rhône doit être interprétée dans le cadre d'un suivi à moyen terme, avec plusieurs campagnes d'échantillonnage post-restauration et en intégrant l'ensemble des facteurs susceptibles d'avoir une influence sur la dynamique des espèces dans les Vieux-Rhône (modification de l'hydrologie en fonction des contraintes d'exploitation et d'entretien des usines par la CNR, facteurs hydro-climatiques...).

## **2.4 Sédimentation dans les lînes**

### **2.4.1 Objectifs et méthodologie**

En termes de sédimentation dans les lînes, le programme décennal pose deux questions majeures :

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

- **La restauration modifie-t-elle les conditions d'habitat dans la lîne ?** Ces conditions d'habitat dépendent de l'écoulement et des caractéristiques granulométriques du lit. L'objectif est ici de déterminer si les conditions d'habitat sont modifiées par rapport aux conditions initiales et si ces nouvelles conditions vont se maintenir durablement. Ce travail doit être réalisé en étroite relation avec l'étude de la végétation. Pour caractériser cette évolution, un suivi de la granulométrie moyenne et de la variabilité granulométrique intra-lîne sera réalisé.

Protocole = une campagne annuelle, deux types de relevés :

\* Mesure de l'épaisseur de la sédimentation fine et de la hauteur d'eau. La sédimentation a été observée à partir d'un réseau de points d'observation (mesure par carottage de l'épaisseur du dépôt de limon dans la zone en eau), distribués le long de l'axe de chacune des lînes (compter environ 50 points par lîne, 1 point tous les 5m). Ces mesures permettent de calculer la durée de vie de la lîne au fur et à mesure de son vieillissement.

\* Mesure de la distribution granulométrique. Cinq prélèvements équi-répartis longitudinalement ont été réalisés dans l'axe de la lîne à la benne d'Eckmann afin de mesurer la taille médiane des sédiments de surface et leur variabilité locale (écart inter-quartile standardisé).

Pour les lînes atterries, cinq prélèvements équi-répartis longitudinalement ont été réalisés dans l'axe de la lîne à la tarière afin de mesurer la taille médiane des sédiments de surface et leur variabilité locale.

Fréquence = tous les deux ans

## 2.4.2 Echantillonnages

Les dates des campagnes de relevés 2007 seront positionnées sur le schéma hydrologique ultérieurement car les données de débits de nos campagnes ne sont pas encore disponibles. Les suivis ont été réalisés en octobre, en période de faible débit. Le nombre de points de relevés sédimentaires varie de 35 à 145 points en fonction des lônes (tableau 2.4.1).

	abréviation utilisée	état de connexion post-travaux
<b>Chautagne</b>		
Malourdie	MAL	restaurée, connectée aval avec Rhône
Brotalet	BRO	restaurée, connectée aval avec Rhône
<b>Belley</b>		
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
<b>Brégnier-Cordon</b>		
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
<b>Péage de Roussillon</b>		
Platière	PLA	non restaurée, non connectée
Noyer Sud	NY SUD	non restaurée, non connectée
Ilon		restaurée sur 100 m en aval, connectée aval avec Platière
Sainte	STE	non restaurée, non connectée
Arcoules	ARC	non restauré
<b>Pierre-bénite</b>		
Ciselande	CIS	restaurée, connectée amont-aval avec Rhône
Jaricot	JC	restaurée, connectée aval avec Rhône
Table Ronde	TR	restaurée, connectée aval avec Rhône

Tableau 2.4.1 : Récapitulatif des lônes concernées par un suivi sédimentaire en 2007 sur le Rhône

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.

Sur le secteur de Péage-de-Roussillon, cinq lînes ont été étudiées : la lîne de la Platière, la lîne du Noyer Sud, la lîne de l'Ilon, la lîne de la Sainte et les casiers d'Arcoules. Des travaux de restauration sont prévus sur ces lînes. Plusieurs scénarios ont été envisagés. Ce suivi consiste donc à établir un état pré-restauration.

Sur le secteur de Pierre-Bénite, trois lînes restaurées en 1999 ont été concernées par une étude de sédimentation cette année : la lîne de Table Ronde, la lîne de Jaricot et la lîne de Ciselande. Cette restauration avait notamment consisté en un curage du fond jusqu'au toit de galets. Ces lînes sont toutes en eau actuellement.

### 2.4.3 Résultats

	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
<b>Chautagne</b>								
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
<b>Bellev</b>								
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
<b>Bregnier-Cor</b>								
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

Lîne	Taux annuel moyen de sédimentation (cm/an)					Hauteur d'eau moyenne (cm)				
	T-x	T+4	T+5	T+7	T+8	T-x	T+4	T+5	T+7	T+8
<b>Péage de Roussillon</b>										
Platière	-	-	-	-	-	130,9 (ND)	-	-	-	-
Noyer Sud	-	-	-	-	-	0 (ND)	-	-	-	-
Ilon	-	-	-	-	-	13,76 (ND)	-	-	-	-
Sainte	-	-	-	-	-	0,4 (ND)	-	-	-	-
Arcoules	-	-	-	-	-	28 (ND)	-	-	-	-
<b>Pierre-bénite</b>										
Ciselande	ND	0,2	2	ND	1,5	ND	98,7	75,75	ND	70,5
Jaricot	ND	4,17	ND	ND	2	ND	96,7 (ND)	ND	ND	91 (ND)
Table Ronde	ND	8,2	ND	7	5	ND	104,9	ND	137,5	79,9

Tableau 2.4.2 Taux annuel moyen de sédimentation et hauteur d'eau moyenne (10 points par lîne)

Pour les lînes atterries, il faut connaître la date de leur recoupement pour définir les épaisseurs annuelles. Les taux annuels moyens de sédimentation pour les lînes de Péage-de-Roussillon seront calculés ultérieurement.

## ❖ HAUTEUR D'EAU

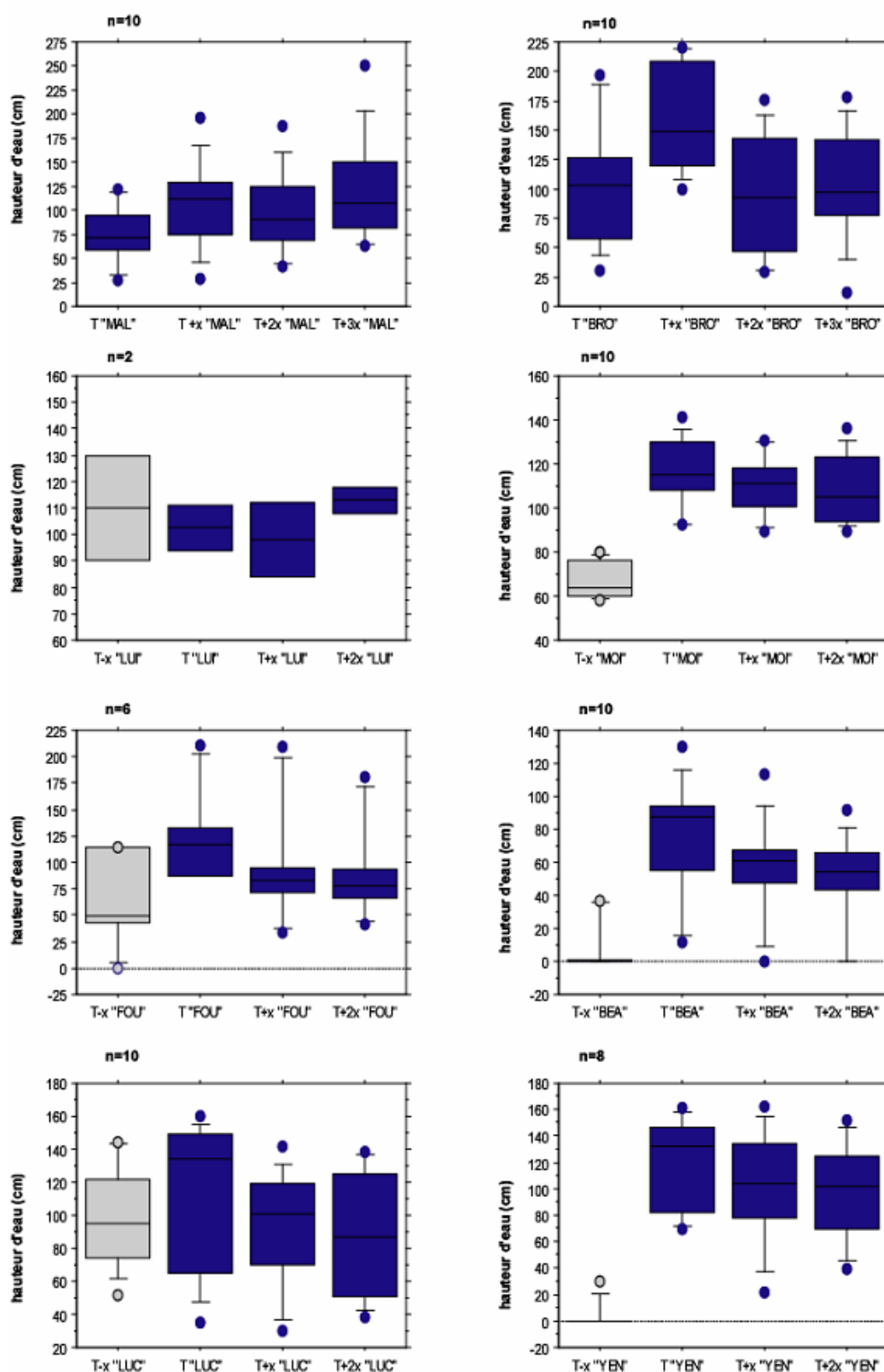


Figure 2.4.1 Variabilité intra-lône de la hauteur d'eau mesurée dans les bras restaurés des aménagements de Chautagne et de Belley (en gris avant travaux, en bleu, après travaux) (les dates de levés et les débits associés sont les suivants : MAL – 17/06/2005 (151 m<sup>3</sup>/s), 22/03/2006 (352 m<sup>3</sup>/s), 16/10/2006 et 25/10/2007; BRO - 16/06/2005 (151 m<sup>3</sup>/s), 22/03/2006 (352 m<sup>3</sup>/s) et 20/10/2006; LUI – 18/09/2003 (121 m<sup>3</sup>/s), 08/02/2006 (126 m<sup>3</sup>/s), 18/10/2006 et 23/10/2007; MOI – 19/09/2003 (119 m<sup>3</sup>/s), 22/02/2006 (896 m<sup>3</sup>/s), 17/10/2006 et 26/10/2007; FOU – 19/09/2003 (119 m<sup>3</sup>/s), 20/03/2006 (542 m<sup>3</sup>/s), 18/10/2006 et 29/10/2007.

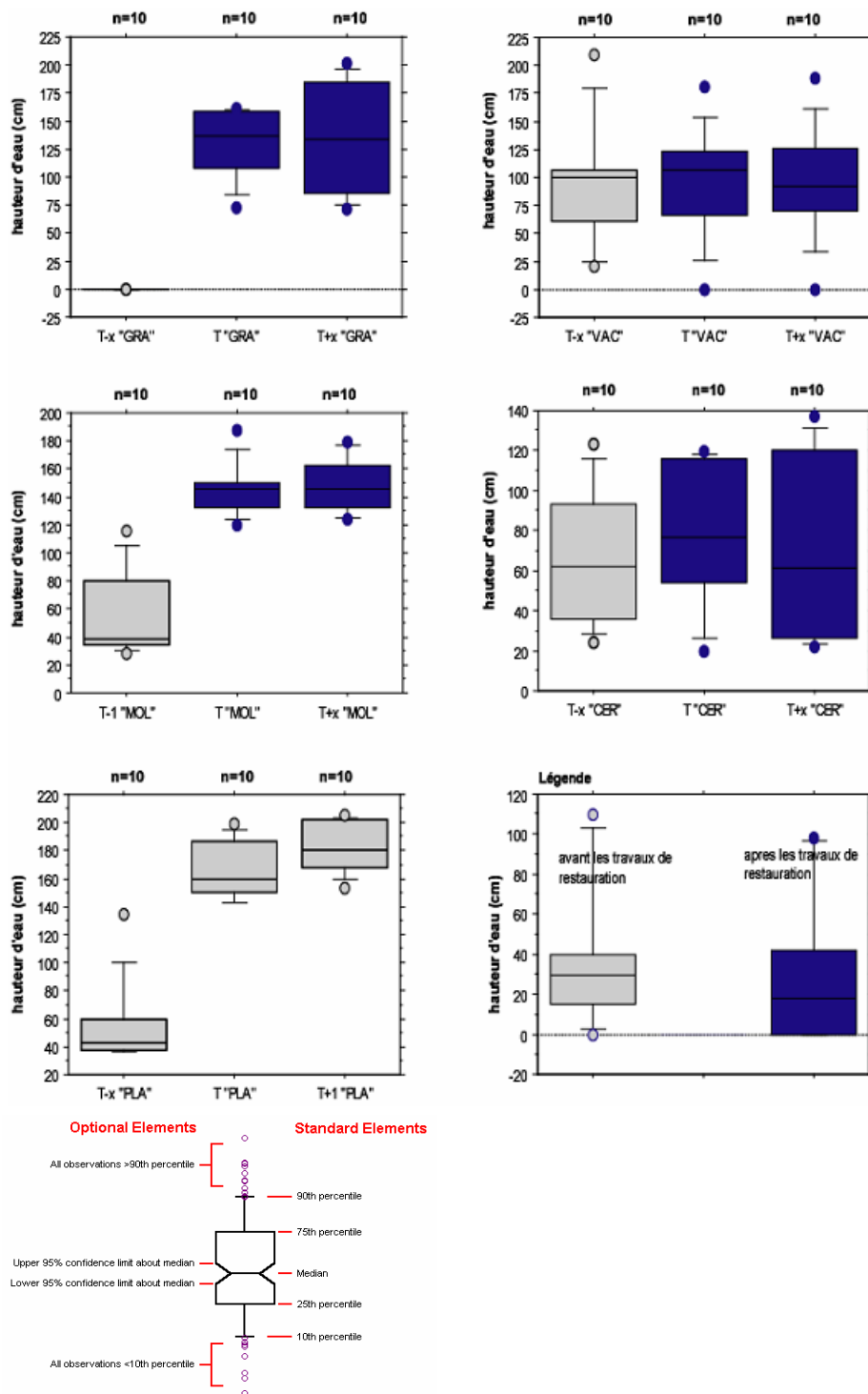


Figure 2.4.2 : Variabilité intra-lône de la hauteur d'eau mesurée, avant et après la restauration pour les bras morts de l'aménagement de Brégnier-Cordon et Chantemerle (CHA) (en gris avant travaux, en bleu, après travaux) (les dates de levés et les débits associés sont les suivants : GRA – 04/05/2004 ( $76 \text{ m}^3/\text{s}$ ), 24/10/2006 et 28/10/2007; VAC – 04/05/2004 ( $76 \text{ m}^3/\text{s}$ ), 27/10/2006 et 16/11/2007 ; MOL – 24/11/2005 ( $75 \text{ m}^3/\text{s}$ ), 26/10/2006 et 16/11/2007 ; CER – 24/11/2005 ( $75 \text{ m}^3/\text{s}$ ), 25/10/2006 et 30/10/2007 ; PLA - 17/11/2005, 26/10/2006 et 16/11/2007 ).

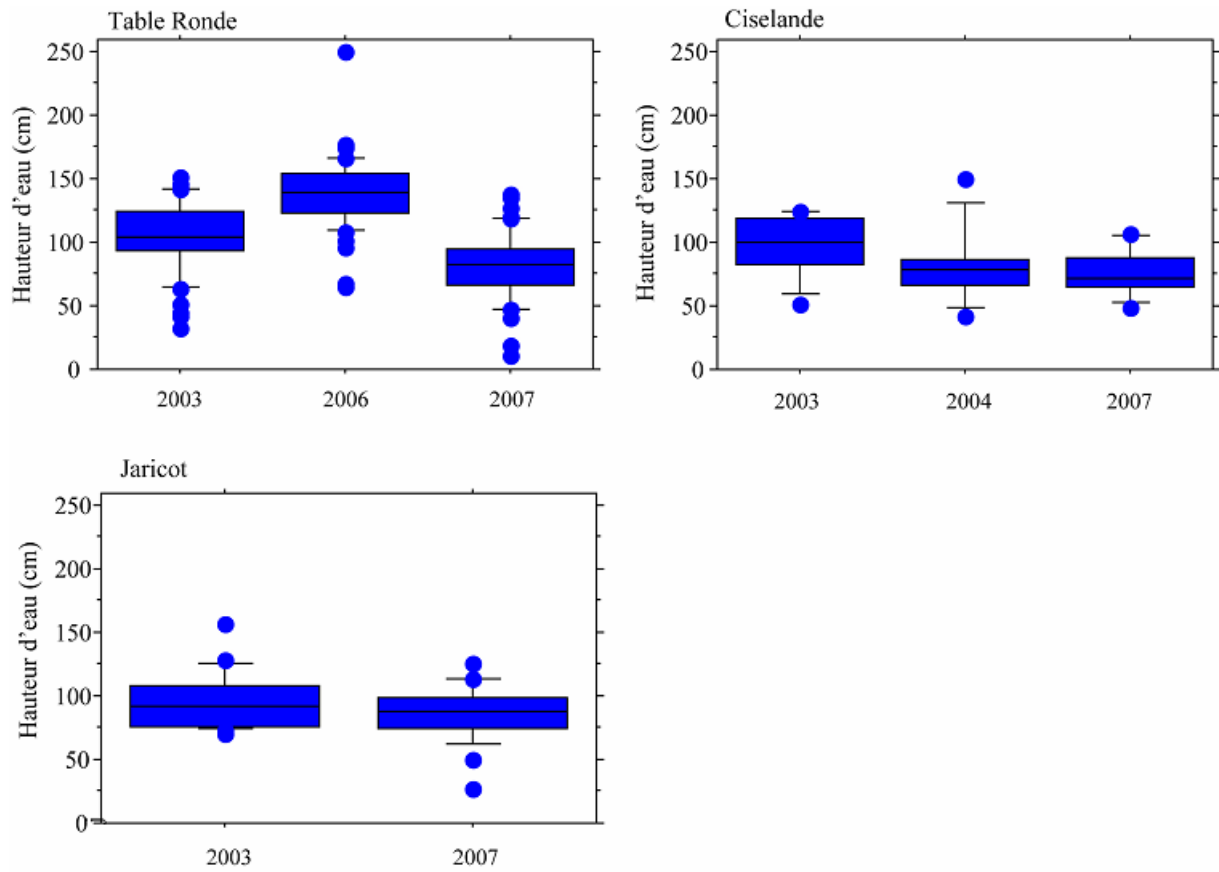


Figure 2.4.3 Variabilité intra-lône de la hauteur d'eau mesurée après la restauration pour les bras morts de l'aménagement de Pierre-Bénite.

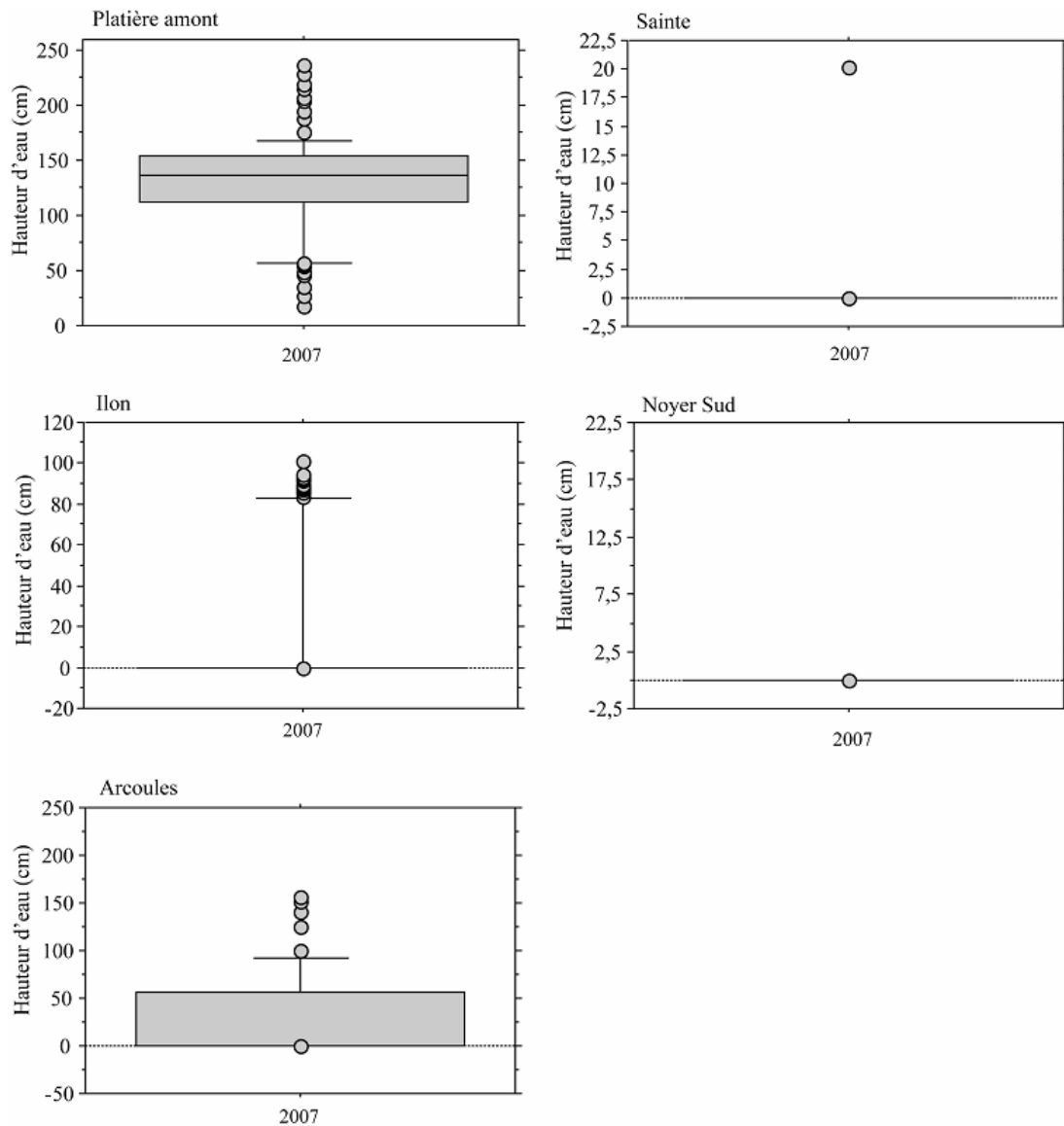


Figure 2.4.5 : Variabilité intra-lône de la hauteur d'eau mesurée avant la restauration pour les bras morts de Péage-de-Roussillon

Seule la lône de la Platière est entièrement en eau, la lône de l'Ilon n'étant en eau que sur ses 100 premiers mètres à l'aval. Les lônes du Noyer Sud et de la Sainte sont entièrement atterries. Quelques mares sont cependant présentes sur la Sainte. De nombreuses mares sont présentes dans les casiers d'Arcoules.

❖ EPAISSEURS SEDIMENTAIRES

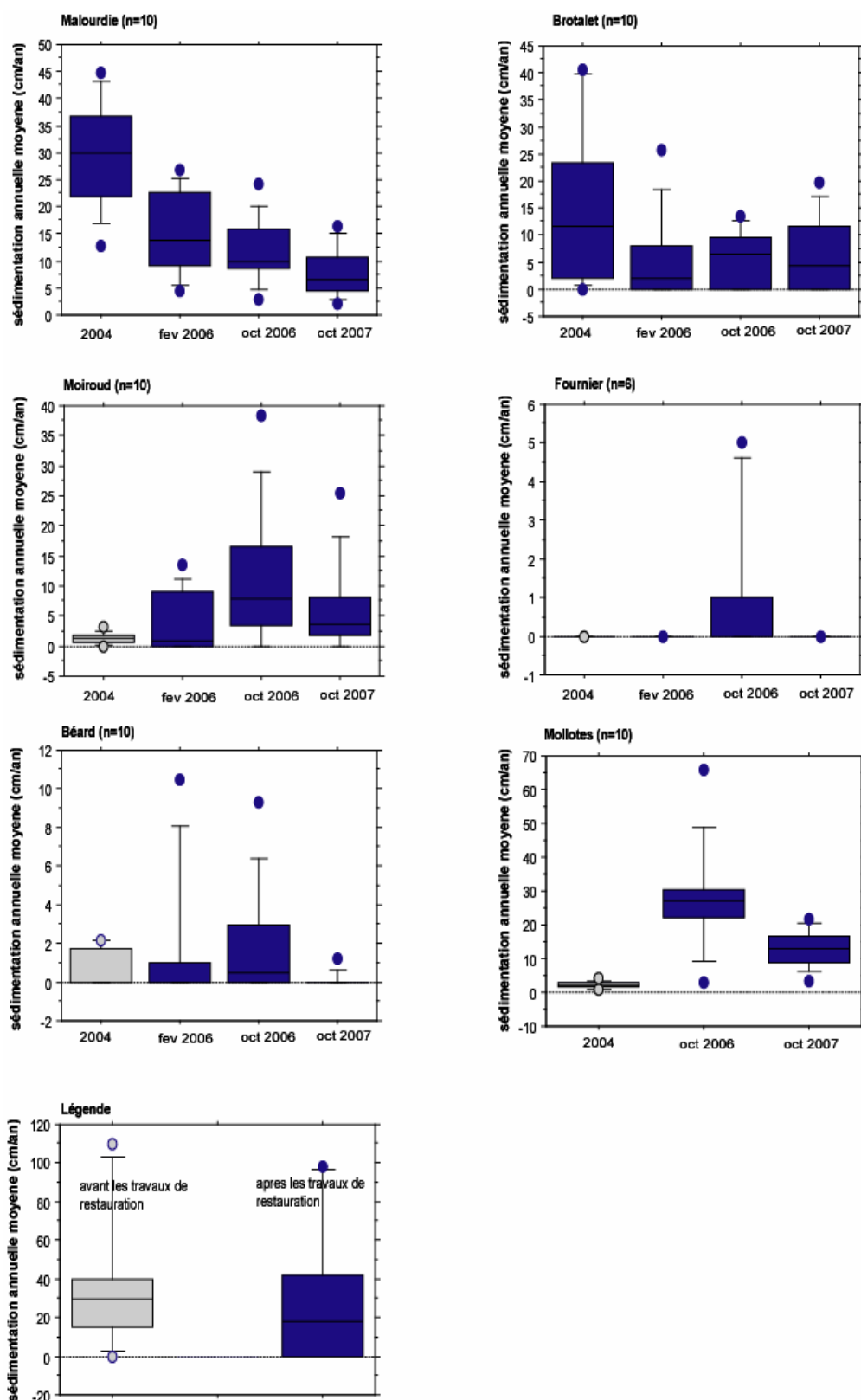


Fig. 2.4.6 : Variabilité intra-lône du taux annuel moyen de sédimentation avant et après la restauration pour les bras morts du Haut Rhône (en gris avant travaux, en bleu, après travaux).

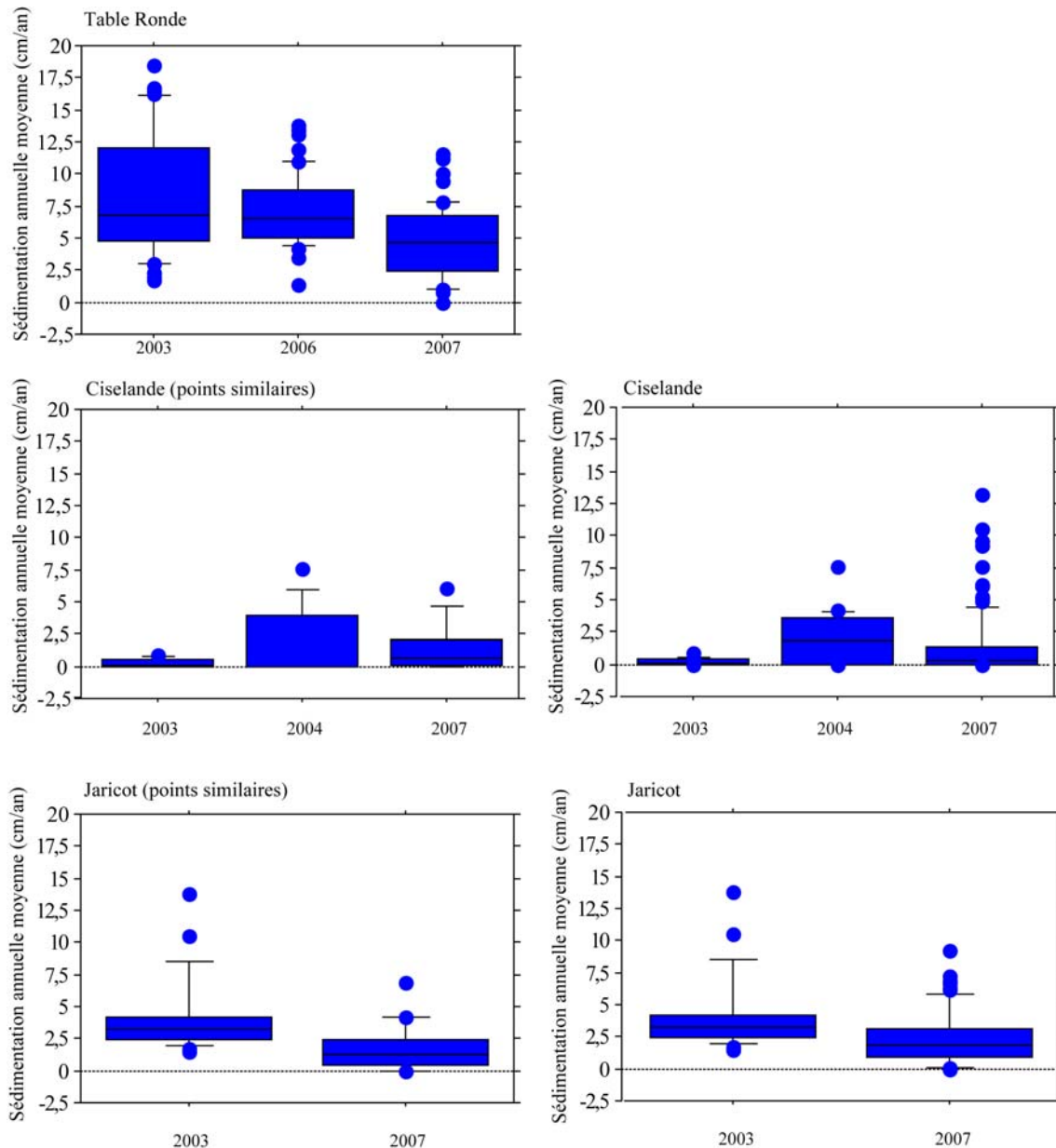


Fig. 2.4.7 : Variabilité intra-lône du taux annuel moyen de sédimentation après la restauration pour les bras morts de l'aménagement de Pierre-Bénite.

Concernant le Haut-Rhône, La Figure 2.4.6 présente uniquement les lômes possédant des sédiments fins. La sédimentation des lômes 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 lôme de la Malourdie a une très forte sédimentation après les travaux, tout comme la lôme de Brotalet et la lôme des Mollotes. Il est à noter que sur les lômes 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.

Concernant les hauteurs d'eau, les curages ont permis de les augmenter significativement, notamment pour MOI, FOU, BEA, YEN, GRA, MOL ou encore PLA.

Sur le secteur de Pierre-Bénite (Figure 2.4.8), trois lônes ont été concernées par cette étude de sédimentation :

- La lône de Table Ronde est un ancien bras de méandre. Elle n'est connectée qu'à l'aval avec le Rhône, les retours d'eau créent une forte sédimentation dans cette lône qui diminue de l'aval vers l'amont. En effet, comme le montre le graphique placé en annexe 1, la sédimentation est importante à l'aval où elle atteint 1.50 mètre. Les épaisseurs sont également élevées au milieu de la lône où elles atteignent 1 mètre. Même si à l'amont la sédimentation est moins importante, elle reste non négligeable (environ 50 centimètres en moyenne). Cependant, une comparaison des épaisseurs sédimentaires dans cette lône montre un ralentissement de la sédimentation entre 2006 et 2007. Cette diminution n'est pas liée aux débits puisqu'ils ont été importants cette année. Après une très forte sédimentation après la restauration, la lône de Table Ronde connaît un ralentissement de sédimentation 8 ans après.

- La lône de Jaricot est un ancien bras de tressage, étroit et peu profond. Elle est alimentée par la nappe phréatique en condition normale bien qu'elle communique en permanence avec le Vieux-Rhône à l'aval par l'intermédiaire du bassin de joute de Vernaison. En crue, elle est alimentée à l'aval par les reflux d'eau fluviale pour un débit de 800 m<sup>3</sup>/s et à l'amont par un chenal à sec qui la relie à la lône de Ciselande pour un débit inconnu. Cette lône sédimente relativement peu en comparaison avec la lône de Table Ronde. On note ici aussi un ralentissement de sédimentation ces quatre dernières années, la valeur médiane de sédimentation est passée de 3 cm/an à 2 cm/an.

- La lône de Ciselande est un ancien bras de tressage. Il existe une connexion amont et aval avec le Rhône. Elle fonctionne plus comme un bras secondaire que comme une lône au sens strict. Une buse présente à l'amont contrôle le débit entrant. Cet ouvrage permet d'assurer un décapage du fond de la lône. Cette lône connaît une sédimentation encore plus faible que les deux autres lônes étudiées sur Pierre Bénite. De manière générale, la valeur médiane de sédimentation annuelle est très faible puisqu'elle est inférieure à 2 cm/an. La sédimentation est même nulle sur de nombreux secteurs. Seuls quelques points isolés enregistrent une sédimentation plus élevée, notamment en rive gauche de l'île et dans les plans d'eau. La sédimentation, après avoir légèrement augmentée en 2004, est devenue encore plus faible ces dernières années. La buse doit donc bien jouer son rôle de décapage.

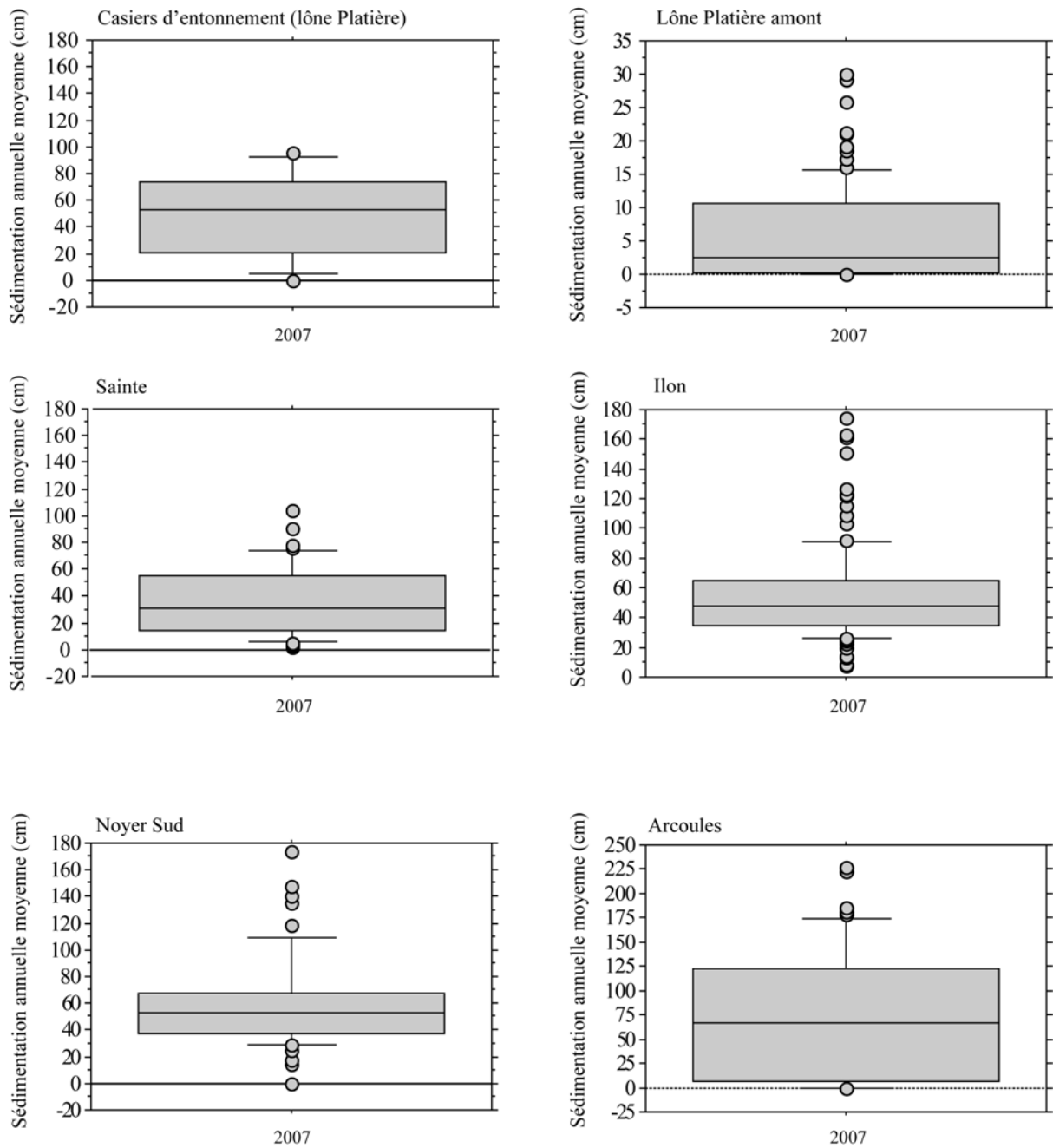


Fig. 2.4.8 : Variabilité intra-lône du taux annuel moyen de sédimentation avant la restauration pour les bras morts de Péage-de-Roussillon.

Sur le secteur de Péage-de-Roussillon (Figure 2.4.8), 5 lônes ont été suivies :

- La lône de la Platière se situe à l'amont du tronçon. Il est important de faire des actions sur cette lône car elle influence d'autres lônes notamment la lône du Noyer Sud et la lône de l'Ilon. Elle est alimentée par le contre-canal en aval, la nappe d'accompagnement et le Rhône en période de crue. L'alimentation en aval par le contre-canal, contribue à la maintenir en eau. Un casier est présent en amont de cette lône. Celle-ci se déversant dans le casier, un seuil a été créé entre les deux pour limiter les échanges. Quelques points de mesures ont été relevés dans le casier d'entonnement situés plus en amont, la lône gardant un lien avec ce casier lié à la destruction du seuil en rive droite. Le scénario prévoit un approfondissement et

un déblai sur les abords du casier amont. La sédimentation est relativement importante dans ce casier, les sédiments restant bloqués lors des crues. Une nouvelle ouverture est en train de se former en amont perpendiculairement à la lône. Cette ouverture a également été échantillonnée. Des brèches dans la digue longitudinale sont prévues dans le scénario 1, ce qui permettra une augmentation de la fréquence de passage des crues. Aucun curage n'est prévu dans la lône, en effet, elle sédimente relativement peu (graphique en annexe A.2). La sédimentation médiane est de 2,5 centimètres. Et la sédimentation maximale enregistrée atteint 30 centimètres.

- La lône du Noyer Sud est asséchée, ce qui est principalement dû au pompage important pour les besoins de l'industrie. Les bouchons amont et aval sont relativement conséquents. Le bouchon amont est surtout composé de galets, la part de sédimentation fine reste faible même si par endroits, elle peut atteindre 174 centimètres. La fréquence de passage de crues est donc assez limitée en amont, puisqu'elle est de 15 j/an. Le curage du bouchon amont est envisagé dans l'un des scénarios. Le bouchon aval est également important, la fréquence de passage des crues étant de 20 jours/an. La sédimentation fine est un peu plus importante que pour le bouchon amont. Le scénario 1 prévoit une reconnexion permanente à la lône de la Platière en aval. Un curage du bouchon aval est donc envisagé et un curage du thalweg est également prévu sur 100 mètres. Le second scénario envisage une reconnexion amont et aval, la lône fonctionnera donc comme un bras secondaire. Sur le reste de la lône, la sédimentation reste élevée, la valeur médiane est d'environ 50 centimètres.

- La lône de l'Ilon, située plus en aval, constitue un ancien bras de la lône de la Platière aujourd'hui atterri. Elle est alimentée par la lône de la Platière, le Rhône en crue et les remontées de nappe. Elle possède une connexion aval avec la lône de la Platière grâce à des travaux qui ont été entrepris en 2004. La lône est en eau sur 100-200 mètres. Cependant, les sédiments se sont redéposés. A certains endroits, plus d'1 mètre de sédiments a été retrouvé. Les scénarios prévoient de prolonger cette connexion par un approfondissement du talweg et un élargissement du fond.

En amont de la zone restaurée, l'épaisseur sédimentaire est importante, elle atteint parfois plus de 150 centimètres.

En amont de la lône, les épaisseurs sédimentaires sont conséquentes, la part de sable est importante puisqu'elle atteint plus de 150 centimètres. La fréquence de passage des crues est de 15 jours/an. Un curage de ces sédiments est prévu dans le scénario 2.

De manière générale, l'épaisseur sédimentaire est relativement importante dans cette lône, la valeur médiane atteint 47 centimètres. Quelques valeurs restent supérieures à 1 mètre.

Cette lône possédant une alimentation phréatique, plusieurs mares sont présentes, et très souvent lors des sondages, de l'eau a été retrouvée en profondeur.

- La lône de la Sainte est un ancien bras du Rhône atterri. Cette lône est parallèle au fleuve. Elle possède une alimentation phréatique et est alimentée par le Rhône en crue. La fréquence de passage des crues est de 10 jours par an en amont et de 15 jours par an en aval. Le bouchon amont est principalement constitué de galets, la part de sédimentation plus fine étant faible. Une reconnexion permanente amont n'est envisagée que dans le scénario 2. En revanche, les deux scénarios prévoient une reconnexion permanente aval. Le bouchon aval est constitué de matériaux plus fins que le bouchon amont. Juste en amont de ce bouchon, les

épaisseurs sont moins élevées, elles varient entre 10 et 30 centimètres. Sur le reste de la lône, les épaisseurs sédimentaires sont plus importantes, elles sont souvent supérieures à 50 centimètres.

De nombreuses mares sont présentes dans cette lône notamment en aval et au milieu de la lône.

- Les casiers d'Arcoules, situés en rive droite du Vieux-Rhône, sont alimentés par le Rhône et par la nappe d'accompagnement. La fréquence de passage des crues est de 30 jours par an. La sédimentation est très importante dans ces casiers. Le toit de galets est localisé à plus de 2 mètres de profondeur sur certains d'entre eux.

Les scénarios prévoient un maintien et un rajeunissement des mares. Cependant, comme le montre le graphique en annexe 1, les dépôts de sédiments sont faibles dans les mares.

Les épaisseurs sédimentaires sont importantes sur les lônes terrestres notamment l'Ilon et le Noyer Sud qui enregistrent des valeurs de sédiments moyennes de 50 centimètres sur l'ensemble de la lône. Elles possèdent des épaisseurs conséquentes en amont et en aval, le bouchon amont du Noyer Sud étant surtout constitué de galets. Le bouchon amont de l'Ilon possède une large part de sédiments plus fins. Une reconnexion amont et aval est prévue sur ces deux lônes. Quant à la lône de la Sainte, les épaisseurs sédimentaires restent plus faibles dans l'ensemble. Le bouchon aval est plus important que le bouchon amont.

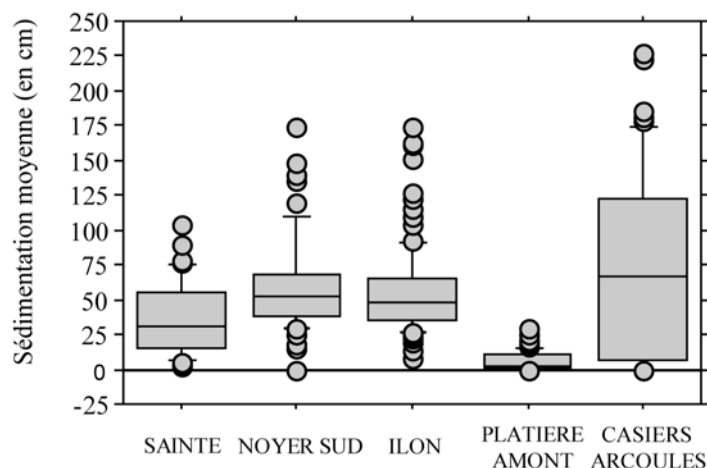


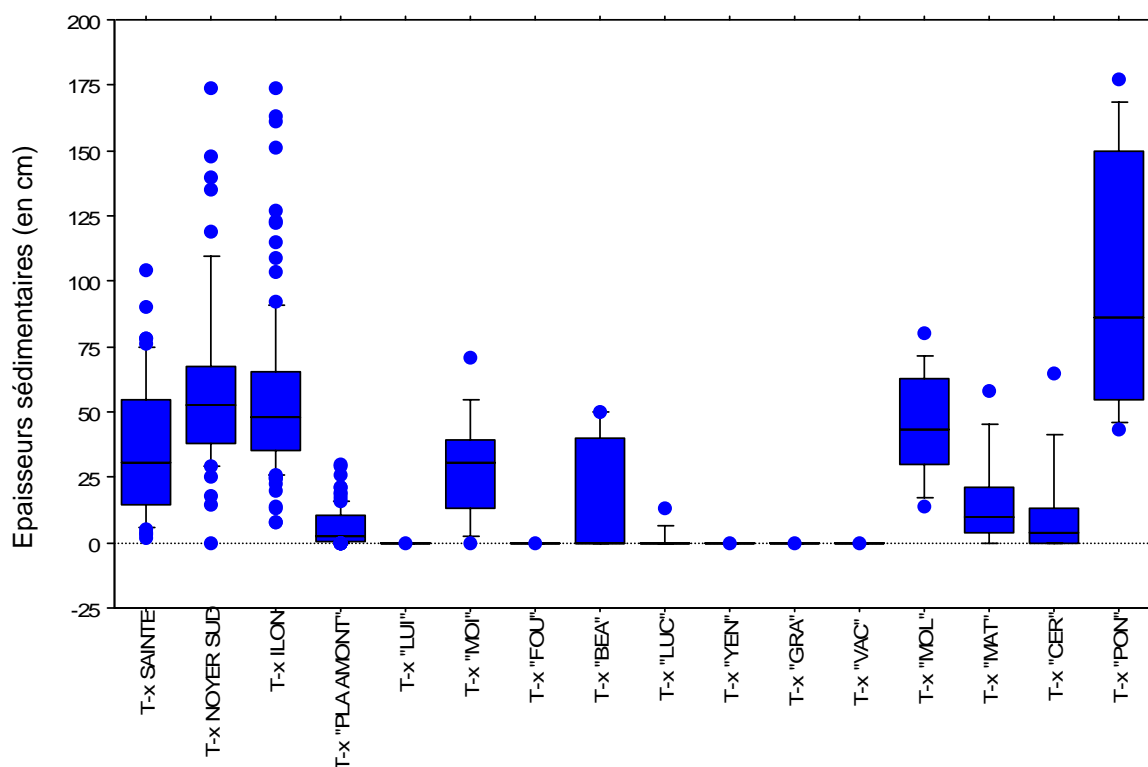
Fig. 2.4.9 : Comparaison des épaisseurs de sédiments sur cinq lônes.

Les épaisseurs sédimentaires relevées sur la lône de la Platière sont relativement faibles en comparaison avec celles enregistrées sur les autres lônes suivies sur Péage de Roussillon. Les épaisseurs sur les lônes du Noyer Sud et de l'Ilon sont à peu près équivalentes

(la médiane étant de 50 centimètres). Les épaisseurs de sédiments sur la lône de la Sainte sont moins importantes. Quant aux casiers d'Arcoules, ils enregistrent des valeurs de sédiments très élevées.

En ce qui concerne la granulométrie, les échantillons sont en cours de traitement.

#### **2.4.4 Bilan multi-sites**



*Fig. 2.4.10 : Comparaison de l'état initial de lônes du Rhône.*

Les points de sondage pris lors de l'état initial montrent une épaisseur de sédiments nulle ou presque nulle sur cinq lônes du Haut-Rhône (Luisettes, Fournier, Yenne, Granges et Vachon). En revanche, pour les lônes de Péage de Roussillon qui seront prochainement restaurées, des sédiments fins sont toujours présents. Cependant, l'épaisseur reste peu importante pour la lône de la Platière, tout comme elle l'était pour les lônes de Mattant et Cerisiers avant leurs restaurations.

A leur état initial, les lônes de Mollottes, de Béard, de Moiroud, de l'Ilon, du Noyer Sud et de la Sainte ont des épaisseurs sédimentaires assez comparables.

La lône Plaine et Ponton à son état initial se démarque de toutes les autres lônes puisque les épaisseurs de sédiments étaient très importantes.

Sur le Haut-Rhône, les premiers résultats acquis après réhabilitation montrent dans plusieurs cas un taux de sédimentation très fort immédiatement après restauration, mais ce phénomène devrait très probablement s'atténuer au cours du temps.

## 2.5 Les poissons des lônes

### 2.5.1 Objectifs et méthodologie

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

Une campagne d'échantillonnage est effectuée en automne tous les deux ans. Une campagne correspond à une pêche électrique de 25 points EPA réalisée en bateau. Les points de pêche sont répartis dans la lône.

### 2.5.2 Echantillonnages

Dix sept lônes ont fait l'objet d'un échantillonnage en 2007 (tableau 2.5.1 et figure 2.5.1).

Date	Secteur	Station	Nombre de points
26/09/2007	Chautagne	Lône de la Malourdie	25
27/09/2007		Lône du Brotalet	25
28/09/2007	Belley	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
23/08/2007	Brégnier-Cordon	Lône de Chantemerle	25
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
17/10/2007	Péage de Roussillon	Lone Platière	30
17/10/2007		Lone Noyé nord	15
17/10/2007		Ilon	10

Tableau 2.5.1 : plan d'échantillonnage des peuplements piscicoles des lônes en 2007.

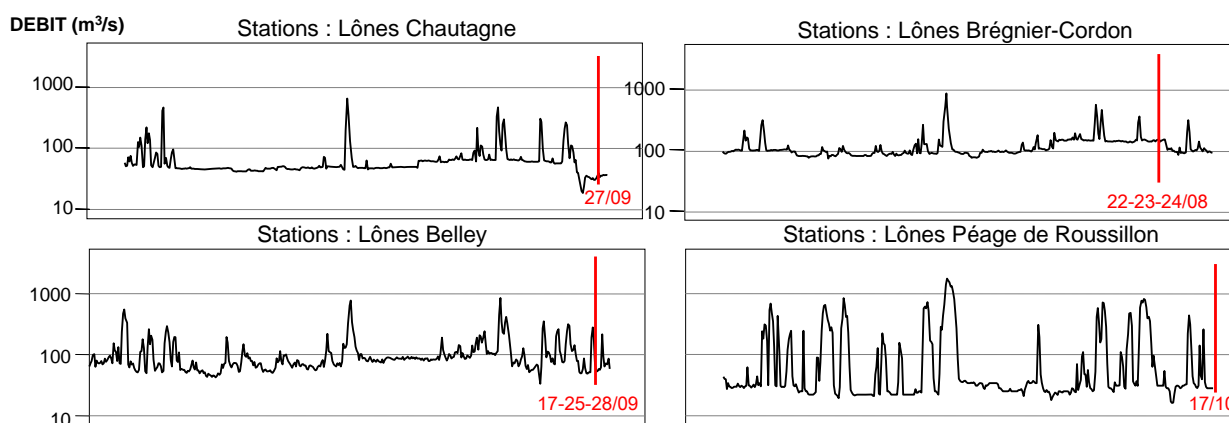


Fig. 2.5.1 Dates d'échantillonnage des poissons des lônes.

### 2.5.3 Résultats

#### *Secteur de Chautagne*

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

La lône de la Malourdie est une annexe fluviale alimentée par la nappe phréatique et les eaux en provenance du contre-canal de rive gauche du canal d'amenée. Elle possède des eaux très claires et froides. La végétation aquatique immergée offre néanmoins 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.

Les résultats détaillés des pêches réalisées depuis 2004 (restauration des lônes) sont présentés en annexes (A.3.1).

122 poissons appartenant à 6 espèces (chevaine, vairon, tanche, goujon, loche franche et épinouche) 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.

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.

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 :

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

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.

### *Secteur de Belley*

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 (A.3.2).

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 lentique 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 :

<b>Lônes</b>	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

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

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

<b>Lônes</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
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.

### ***Secteur de Brégnier-Cordon***

Le nombre d'espèces échantillonnées dans les lônes est relativement important (entre 12 et 16) (A.3.3).

Les lônes 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.

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

Les abondances brutes des espèces cibles en 2007 sont :

<b>Lônes</b>	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
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 :

<b>Lônes</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
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.

### ***Secteur de Péage-de-Roussillon.***

Le système « Platière » constitué de la Lône de la Platière, de la Lône du Noyé Nord et de la Lône de l'Ilon a été échantillonné en octobre 2007. L'effort d'échantillonnage a été calibré en fonction de la superficie des différentes lônes.

Les données brutes sont présentées en annexe A.3.4.

La Lône de la Platière constitue un milieu faiblement courant, dont les fonds sont très souvent couverts de végétation. Cette lône est très riche en habitats favorables pour les poissons. 15 espèces ont été échantillonnées, le gardon est l'espèce dominante (51% des effectifs), suivi du goujon (11%). Les mouilles sont très riches en bancs de poissons (vus mais non-échantillonnés).

La Lône du Noyé Nord est également très riche en poissons (132 individus appartenant à 8 espèces), le gardon (65% des effectifs) et le hotu (23%) sont les deux espèces dominantes.

La Lône de l'Ilon est quant à elle relativement pauvre.

La majorité de poissons capturés, et en particulier les gardons et hotus, sont des poissons de taille intermédiaire, attestant que ces milieux sont des sites offrant les habitats nécessaires à ces classes d'âges (figure 2.5.2).

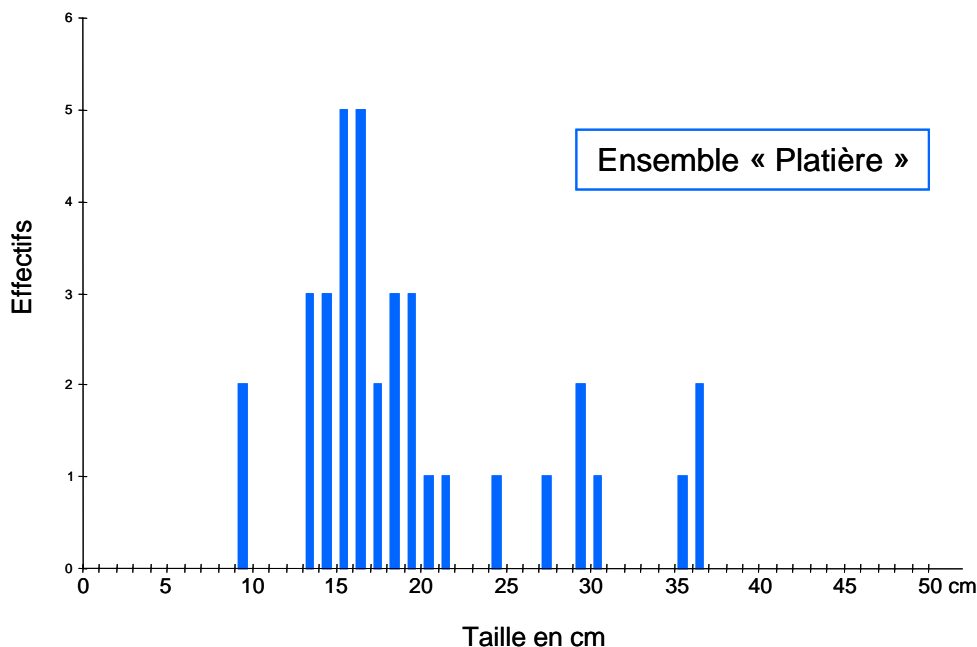
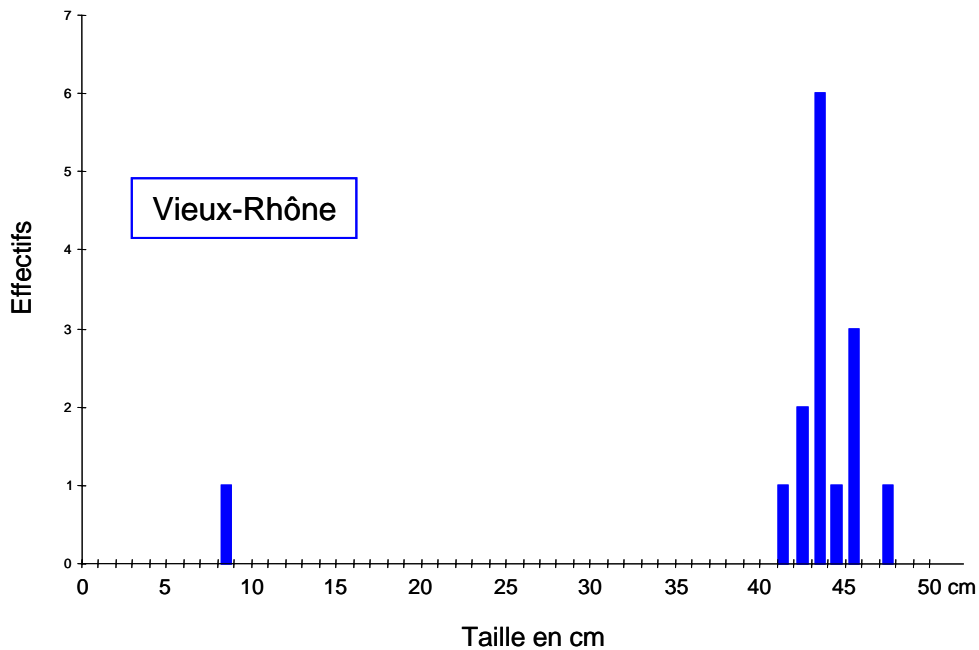


Fig. 2.5.2 Distribution en classes de tailles centimétriques des hotus échantillonnés dans le Vieux Rhône de Péage de Roussillon et dans les lônes de la Platière et du Noyé Nord. Les grands individus (reproducteurs) sont trouvés principalement dans le Vieux-Rhône (partie courante amont), les classes d'âge plus jeunes (2- 3 ans) sont trouvées essentiellement dans les lônes (parties amont légèrement courantes).

#### **2.5.4 Bilan multi-sites**

L'ensemble des lônes échantillonnées présentent des caractéristiques piscicoles différentes. Deux principaux facteurs expliquent ces différences : le fait que ces milieux soient ou non ouvert à l'amont, le fait qu'ils soient ou non alimentés de manière importante par des eaux d'origine souterraine. L'ouverture à l'amont confère le plus souvent un caractère plus ou moins courant aux milieux (lône Vachon, Lône des cerisiers, Lône Mattant, lône de la Platière) et la faune piscicole associée est souvent très similaire à celle du chenal principal. Dans certains cas comme l'Anse de Yenne et l'aval de la lône des Cerisiers, les eaux restent

lentiques et la diversité des habitats (profondeur, abris ligneux, végétation aquatique) conditionne fortement l'abondance et la diversité de la faune piscicole. Parmi les lônes fermées à l'amont en période d'étiage, celles nettement alimentées (au moins dans leur partie amont) par des eaux phréatiques abritent une faune piscicole peu abondante et peu diversifiée (Malourdie, Luisettes amont, Granges, Moiroud amont, Béard). En revanche, les lônes plus profondes et alimentées par reflux d'eau de surface (Molottes, Ponton) possèdent des caractéristiques écologiques (température, végétation aquatique, abris) très propices à la reproduction de certaines espèces (lithophiles et litho-phytophiles) et à la croissance des juvéniles. La poursuite de l'échantillonnage de l'ensemble de ces annexes et de celles qui seront réhabilitées ultérieurement fournira des données concernant les modalités d'utilisation de ces habitats par les poissons sur un gradient de connectivité et d'alimentation phréatique.

## **2.6 Les invertébrés des lônes**

### **2.6.1 Objectifs et méthodologie**

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, diversité de leurs caractéristiques biologiques, ou traits).

Les macroinvertébrés accomplissent des fonctions primordiales (et qui leur sont propres) dans la fragmentation et la décomposition de la matière organique. Par des modifications du régime hydraulique ou de la ripisylve, les travaux de restauration projetés sur le Rhône entraînent potentiellement des modifications quantitatives et/ou qualitatives de cette ressource. Les peuplements de macroinvertébrés reflètent en outre la productivité des milieux, et sont un maillon important du réseau trophique, particulièrement pour les poissons.

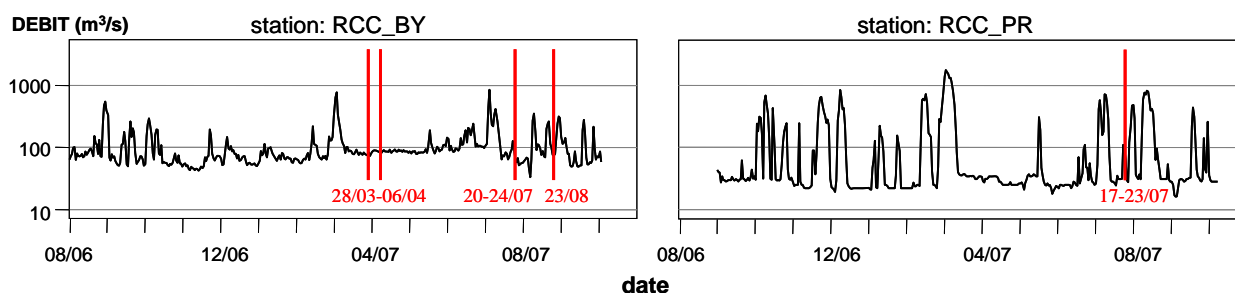
Parmi les invertébrés aquatiques, plusieurs groupes permettent de porter un diagnostic sur la gamme complète d'habitats en contexte alluvial : des habitats lotiques (chenal principal) aux semi-aquatiques. Ils fournissent donc une « vision de site » et permettent entre autre de diagnostiquer les conséquences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

Le protocole d'échantillonnage des invertébrés dans les lônes comprend deux campagnes par lône (printemps et été). Ces deux campagnes peuvent avoir été effectuées au cours de la même année civile ou sur deux années consécutives. Au niveau spatial, deux stations sont échantillonnées dans chaque lône : une station "amont" et une station "aval". Dans le cas d'une lône de type parapotamique déconnectée à l'amont et connectée au Rhône à l'aval, la station amont est généralement située dans une mouille et la station aval à proximité de la connexion avec le fleuve, ainsi se trouvent couvertes les deux extrémités du gradient de conditions qui se rencontrent typiquement dans ces milieux. La création, lors de la restauration, de nouveaux milieux aquatiques, courants ou stagnants, dans des tronçons non en eau permanente, a motivé la sélection de quelques stations supplémentaires là où l'intérêt d'un suivi était manifeste. Ainsi, certaines lônes comportent elles trois stations dans la phase de suivi post-restauration. Par ailleurs, il s'est avéré nécessaire de suivre également du point de vue faunistique quelques lônes "témoins", non affectées directement par des travaux de restauration (hormis l'augmentation des débits réservés). Elles permettront de mieux caractériser les changements de communauté dans les lônes restaurées, particulièrement dans le contexte de la colonisation par les espèces non-indigènes.

A l'intérieur de chaque station, un tronçon de 30 mètres (selon l'axe amont-aval de la lône) est choisi pour la description de l'habitat et pour l'échantillonnage de la macrofaune aquatique. A l'intérieur de chaque tronçon de 30 m, 4 points de prélèvement sont tirés au hasard. En chacun des 4 points une description de la structure de l'habitat est effectuée à l'intérieur d'un quadrat de 50 x 50cm. La macrofaune aquatique est échantillonnée de la façon la plus exhaustive possible à l'époussette (ouverture voisine de 15 x 12cm, vide de maille de 0.5 mm) à l'intérieur du quadrat. Les échantillons sont effectués à pied ou en bateau gonflable léger selon l'accessibilité et la profondeur d'eau.

La fréquence d'échantillonnage recommandée est d'une campagne (deux saisons) pré-restauration réalisée au minimum un an avant restauration et des campagnes de suivi post-restauration tous les deux ans, commençant au moins deux ans après la restauration.

### 2.6.2 Echantillonnages



*Figure 2.6.1 Positionnement des campagnes d'échantillonnage de la macrofaune des lônes dans les secteurs de Belley et Péage-de-Roussillon, sur l'hydrographe des RCC correspondants*

L'année 2007 a compris des prélèvements post-restauration à Belley et pré-restauration à Péage-de-Roussillon.

A Belley a été réalisé le premier échantillonnage des peuplements d'invertébrés des lônes dans un secteur restauré. Les deux campagnes de Printemps et d'Été ont été réalisées. Les conditions hydrologiques de Juillet ont contraint de reporter l'échantillonnage de quelques sites en août.

L'échantillonnage de l'état pré-restauration des peuplements d'invertébrés du secteur de Péage-de-Roussillon a été réalisé en Juillet 2007 dans 4 lônes. Il sera poursuivi par une campagne de Printemps en 2008.

### **2.6.3 Résultats**

A la fin de l'année 2007, 17 lînes ont été échantillonnées pour les invertébrés dans le cadre de ce programme (tableau 2.6.1). Les résultats des états pré-restauration de Belley et de Brégnier-Cordon ont été présentés séparément dans les rapports d'état initial de ces deux secteurs, respectivement en 2004 et 2005 (rapports dits "de niveau 1"). Les données issues des deux secteurs ont été analysées conjointement et utilisées pour construire des modèles prédictifs de la variation des métriques faunistiques en fonction de variables de milieu affectées par les opérations de restauration. Ces analyses figurent dans le rapport dit "de niveau 2" (juillet 2007). Par ailleurs, l'état initial des peuplements d'invertébrés des lînes de Belley a fait l'objet d'une publication (Paillex et al., 2007).

<b>lône</b>		<b>Pré- restauration, printemps</b>	<b>Pré- restauration, été</b>	<b>Post- restauration, printemps</b>	<b>Post- restauration, été</b>
<b>Belley</b>					
Béard	BEAR	01.04.2004	22.07.2003	06.04.2007	20.07.2007
Chantemerle	CHAN	29.03.2004	20.07.2004	28.03,05.04.2007	20.07,23.08.2007
Fournier	FOUR	01.04.2004	22.07.2003	05.04.2007	23.08.2007
Luisettes	LUIS	01.04.2004	22.07.2003	05,06.04.2007	20,24.07.2007
Moiroud	MOIR	01.04.2004	22.07.2003	06.04.2007	19,20,24.07.2007
En l'île	ENIL	29.03.2004	21.07.2003	28.03.2007	20.07.2007
Lucey	LUCE	29.03.2004	21.07.2003	28.03.2007	20,24.07,23.08.2007
<b>Brégnier-Cordon</b>					
Granges	GRAN	13.04.2005	20.07.2004	Printemps 2008	Eté 2008
Molottes	MOLO	12.04.2005	18,20.07.2004	Printemps 2008	Eté 2008
Plaine	PLAI	13.04.2005	17,19.07.2004	Printemps 2008	Eté 2008
Ponton	PONT	13.04.2005	19.07.2004	Printemps 2008	Eté 2008
Mathan	MATH	02.04.2004	23.07.2003	Printemps 2008	Eté 2008
Vachon	VACH	02.04.2004	23.07.2003	Printemps 2008	Eté 2008
<b>Péage-de-Roussillon</b>					
Platières	PLAT	Printemps 2008	18,23.07.2007		
Noyer Nord	NOYN	Printemps 2008	19.07.2007		
Ilon	ILON	Printemps 2008	23.07.2007		
Sainte	SAIN	Printemps 2008	23.07.2007		

Tableau 2.6.1 - Les 17 lônes échantillonnées pour les invertébrés aquatiques.

A la date du 30 novembre 2007, la moitié des échantillons nécessaires à la caractérisation de l'état post-restauration des sept lônes de Belley a été triée et les déterminations faunistiques correspondantes sont en cours. Les résultats et l'analyse des changements par rapport à l'état initial seront produits à la fin de février 2008.

#### **2.6.4 Bilan multi-sites**

Le bilan multi-site ne concerne actuellement que l'état des lônes étudiées avant restauration, les premiers résultats de suivi post-restauration ne devenant disponibles qu'en 2008.

Les communautés d'invertébrés aquatiques étudiées dans treize lônes du Rhône dans les secteurs de Belley et de Brégnier-Cordon permettent de décrire la diversité des conditions de milieu et des modes de fonctionnement qui y règnent avant restauration (2003 – 2005).

La diversité taxonomique et fonctionnelle des communautés est fortement structurée par le niveau d'influence du cours actif du Rhône sur les sites (connectivité). Cette dernière régit l'organisation en gradient de la composition taxonomique des communautés, entre un pôle de sites stagnants, déconnecté du fleuve (typiquement les sites amont des lônes de la Plaine, des Molottes ou du Ponton), et un pôle plus lotique, connecté au fleuve (dont les lônes de Chantemerle et de Lucey sont les représentants les plus typiques). Certaines mouilles situées à l'amont des lônes peuvent présenter un caractère intermédiaire très marqué entre ces deux pôles, avec des phases d'isolement et des phases de perturbation par les crues. Ces sites renferment souvent une diversité faunistique remarquable (cas des lônes Luisettes, Ponton, Moiroud ou Grange). La connectivité régit également la diversité des deux groupes taxonomiques déterminés le plus finement : les mollusques gastéropodes qui peuvent être utilisés comme indicateurs de qualité au pôle déconnecté, et les insectes éphéméroptères, plécoptères et trichoptères (EPT), indicateurs de qualité au pôle le plus connecté au fleuve. Le gradient de connexion est également reflété par les métriques fonctionnelles basées sur les caractéristiques biologiques des taxons (notamment leur mode d'alimentation).

Les espèces non-indigènes introduites dans le Haut-Rhône (7 espèces répertoriées dans cette étude) répondent également au gradient de connectivité. La plupart d'entre elles sont établies dans les sites les plus connectés au Rhône où leur abondance est maximale. Les plus fréquentes de ce type sont les mollusques *Potamopyrgus antipodarum* et *Corbicula fluminea*. Au pôle le plus déconnecté, la présence - passée inaperçue jusqu'en 2002 (Pellaud, 2004) - d'un autre mollusque, *Gyraulus parvus*, est d'autant plus remarquable que sa fréquence et son abondance peuvent être très élevées. L'incertitude demeure sur la facilitation éventuelle offerte aux espèces invasives lors de la création de milieux neufs par la restauration et à aux conséquences induites sur l'intégrité des communautés indigènes. Ce thème constituera une préoccupation importante du programme de suivi post-restauration.

Au-delà de cette forte structuration apparaissent de nombreuses différences locales dont la plus marquante est constituée par la lône de la Plaine qui associe une communauté taxonomiquement singulière par rapport aux 12 autres lônes étudiées, avec la présence du mollusque *Anisus vorticulus* listé en annexe de la Directive Habitats européenne et des caractéristiques fonctionnelles qui diffèrent également des autres lônes. Même si cette singularité demeure actuellement inexplicée, le statut de cette lône justifie pleinement la décision de ne pas la soumettre à des modifications dans le cadre de l'actuel programme de restauration.

La connectivité est une variable complexe dont les divers aspects sont difficiles à mesurer directement sur le terrain. A la difficulté matérielle de mesurer *in situ* les contraintes s'exerçant sur les habitats lors des phases de connexion hydrologique, s'ajoute la diversité des effets concrets sur les biocénoses. En effet, une même durée de connexion au fleuve n'implique pas nécessairement les mêmes effets biologiques en fonction des conditions morphologiques locales. Notre approche a donc consisté, dans la phase de modélisation, à utiliser des variables qui intègrent l'effet de la connectivité et qui peuvent être facilement mesurées sur le terrain : caractéristiques du sédiment, de la végétation aquatique et de la composition chimique des eaux. Ces variables, potentiellement modifiées par les travaux de restauration, permettent dans une bonne mesure de construire des modèles prédictifs des variations des principales métriques faunistiques et de l'abondance de plus de la moitié des taxons les plus fréquents. Ces modèles pourront permettre de prédire des communautés et leurs caractéristiques attendues en fonction des conditions de milieu post-restauration et de les confronter aux communautés effectivement observées. Les variables associées à la morphologie de la lône et à son environnement immédiat interviennent également dans la construction des modèles.

Les modèles actuellement construits permettent d'estimer qu'environ un tiers des taxons rencontrés dans l'état initial pour les 13 lônes seraient affectés négativement par une augmentation de la connectivité de leur habitat avec le Rhône, alors qu'un autre tiers seraient affectés positivement. Cette estimation très grossière, basée sur environ un quart du pool taxonomique, et qui exclut les taxons les plus rares, invite à un suivi attentif des évolutions post-restauration des communautés et à l'analyse individuelle des lônes qui présentent des états initiaux contrastés. L'attention sera portée sur une évaluation des changements de diversité à l'échelle des secteurs, en incluant autant que possible des sites témoins non directement affectés par les opérations de restauration (hormis l'élévation des débits réservés). Cette incorporation de sites témoins permet d'attendre également une amélioration de la performance des modèles qui bénéficiera de l'augmentation globale du nombre de sites d'observation.

## 2.7 La végétation des lônes

### 2.7.1 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 2006). Les exigences considérées sont la tolérance des espèces à la charge des eaux en phosphates et en ammoniacale, 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.

### 2.7.2 Echantillonnage 2007

Les lônes 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. A Pierre-Bénite, la lône de la Table ronde a été échantillonnée le 24 septembre, et les lônes de Jaricot et Ciselande le 25 septembre 2007 (figure 2.7.1).

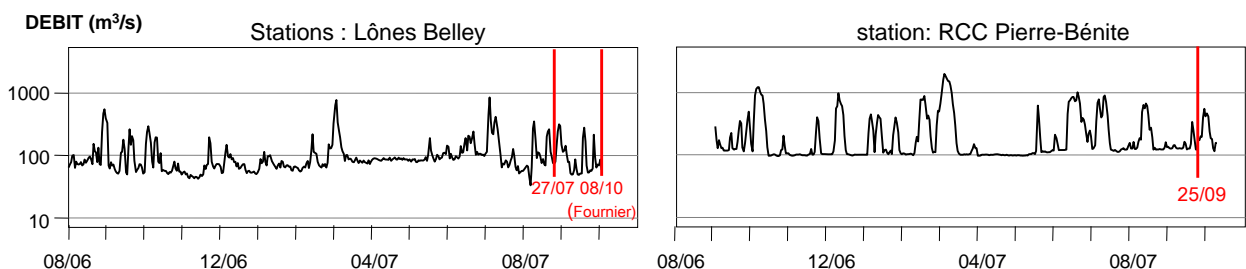


Figure 2.7.1 : Positionnement des dates d'échantillonnage de la végétation aquatique des lônes à Belley et Pierre Bénite en 2007.

### 2.7.3 Résultats

#### *Secteur de Belley*

Quatre lônes ont été échantillonnées dans le secteur de Belley en 2007, la lône de Moiroud, la lône Fournier, la lône des Luisettes et la lône Béard (figure 2.7.2 **Figure 2.7.**).

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.

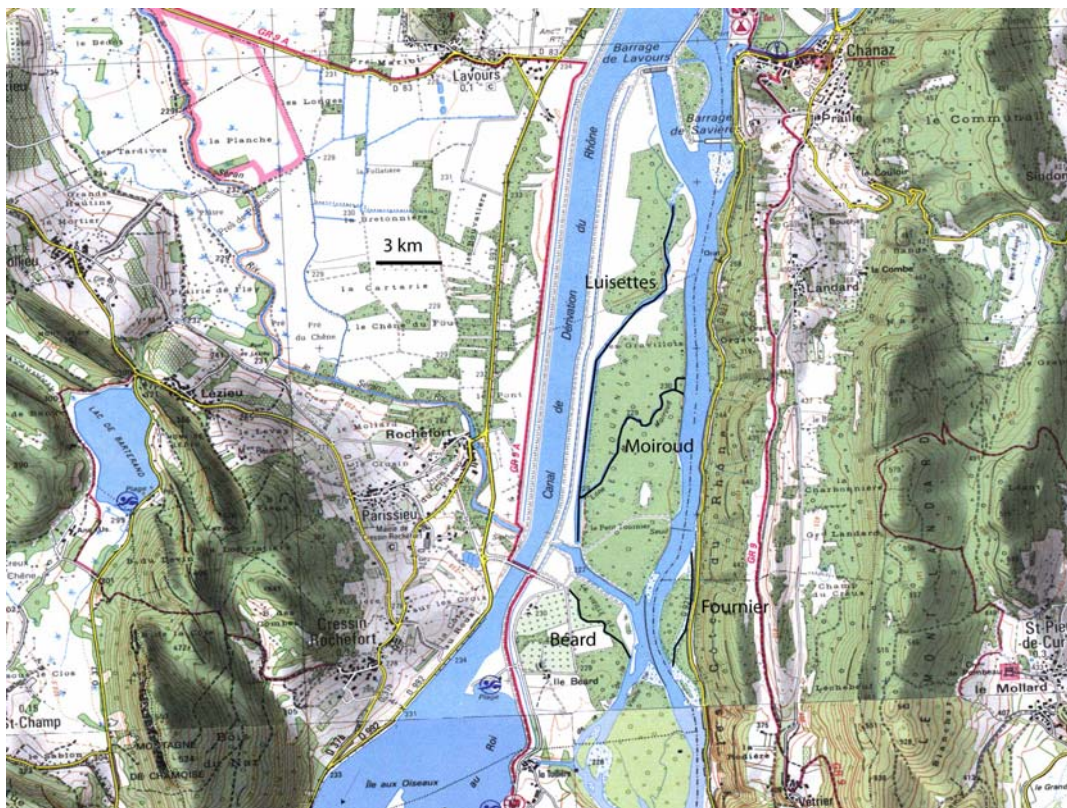


Figure 2.7.2 : Localisation des quatre lônes faisant l'objet d'un suivi de la végétation aquatique (macrophytes).

## 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 2.7.1 : Abondance moyenne des espèces végétales rencontrées dans la partie aval de la lône Béard 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.

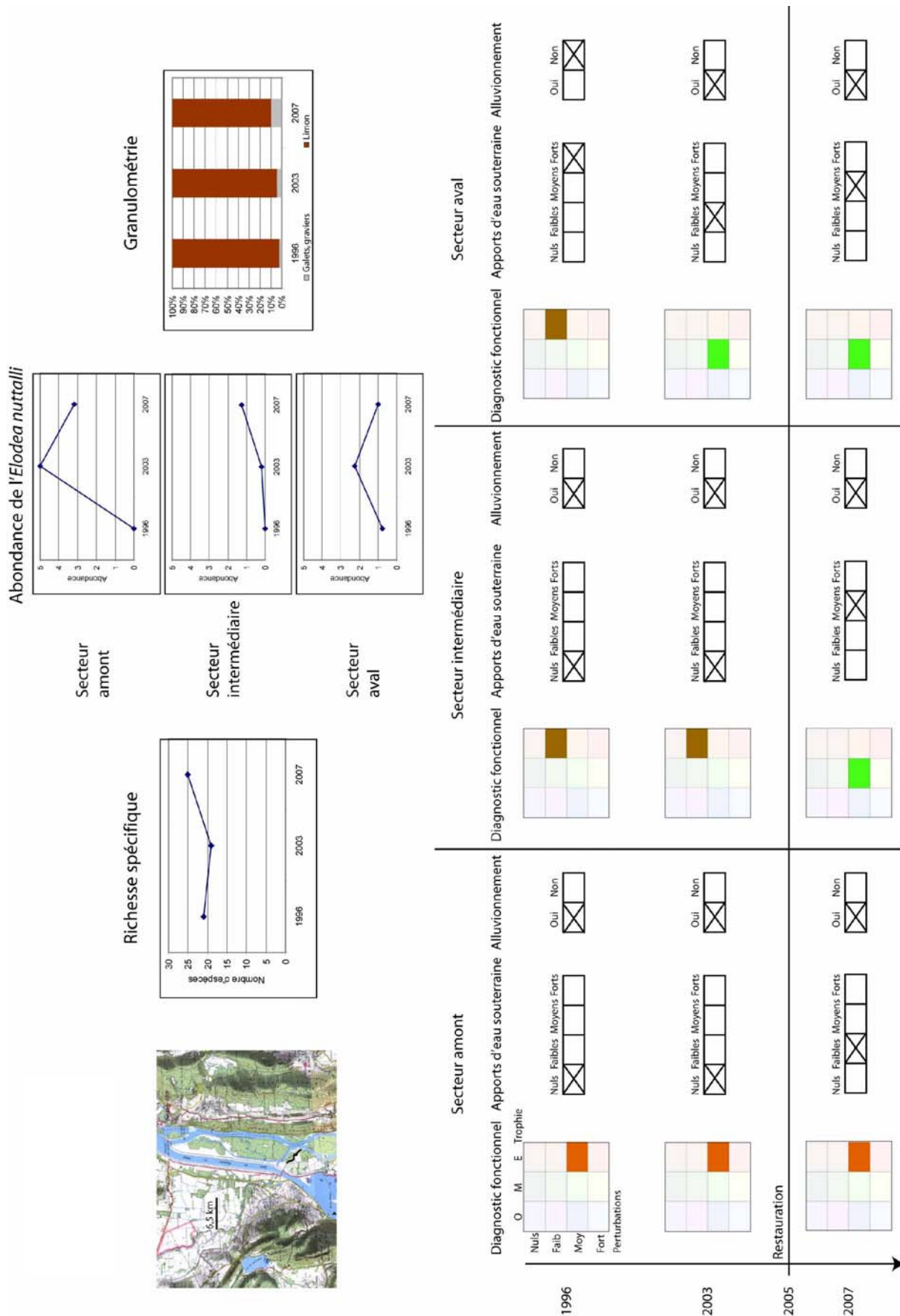


Figure 2.7.3 : Fiche de synthèse rassemblant les diagnostics écologiques, des données de végétation et granulométriques pour la lône Bèard. O : oligotrophe, M : mésotrophe, E : eutrophe.

### 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 7.2.3). Une espèce invasive est désormais dominante (*Elodea nuttallii*, Tableau 2.7.1). Plusieurs espèces témoignant d'eau courante eutrophe disparaissent (*Ranunculus fluitans*, *Potamogeton crispus*). La régression de *Phalaris arundinacea* combinée avec la progression d'*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 2.7.2 : Abondance moyenne des espèces végétales rencontrées dans la partie médiane de la lône Béard en 1998, 2003 et après le curage de 2005, en 2007

#### **En 1998 :**

- richesse spécifique : 13 espèces
- espèce dominante : *Ceratophyllum demersum* (espèce témoignant 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 ). 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 2.7.3 : Abondance moyenne des espèces végétales rencontrées dans la partie amont de la lône Béard 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 7.2.3), 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 Séran, 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.

## 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 2.7.4 : 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 7.2.4). 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 2.7.4). 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.

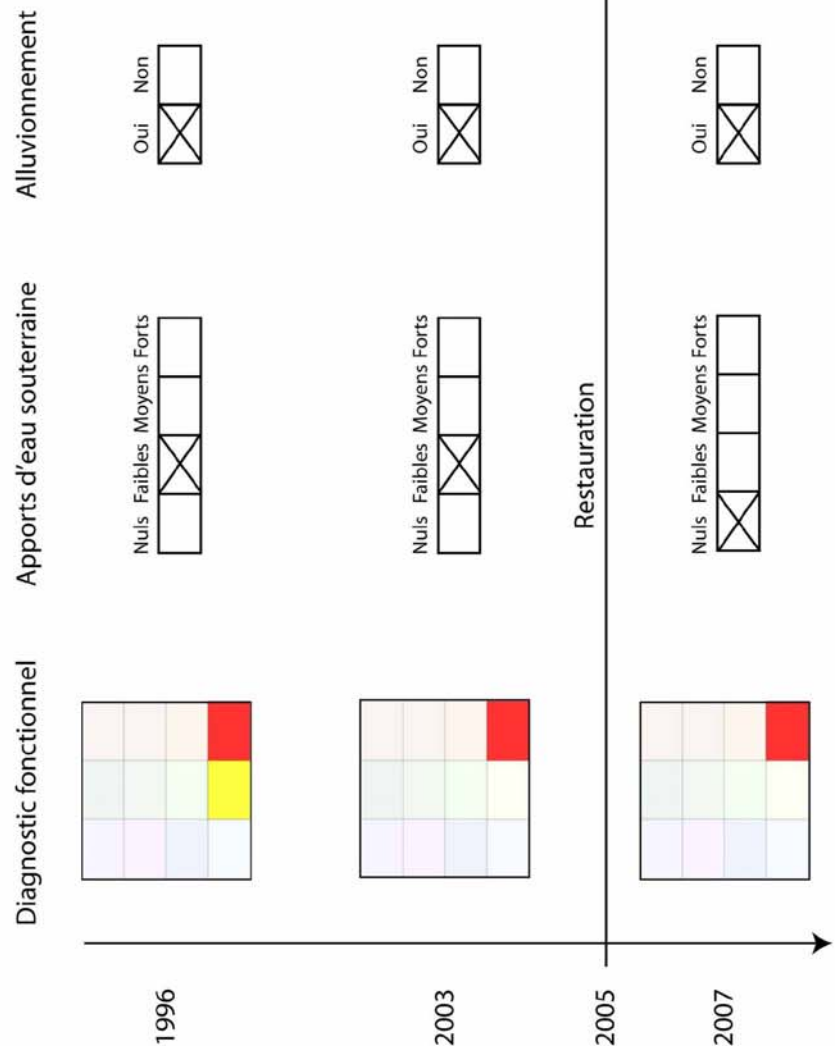
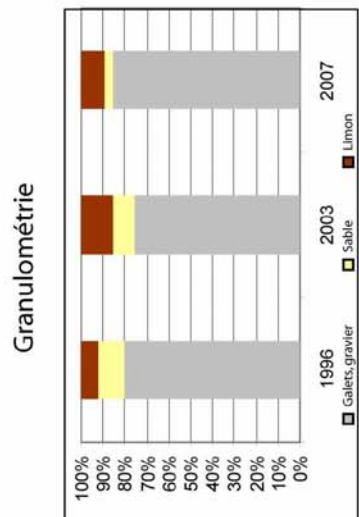
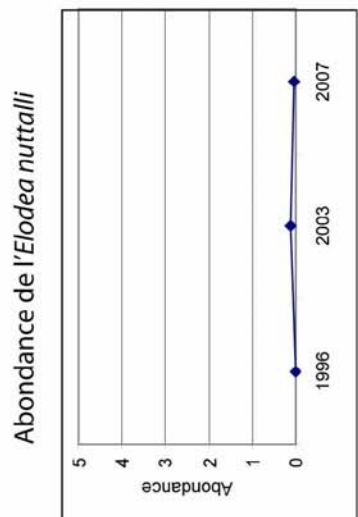
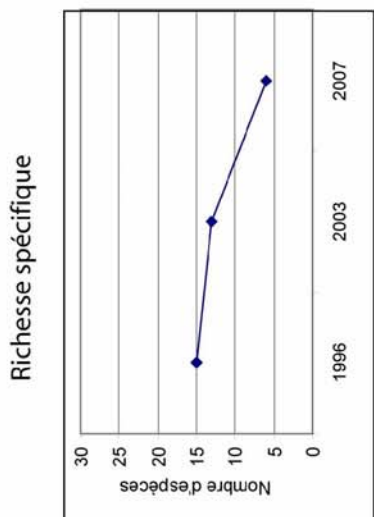
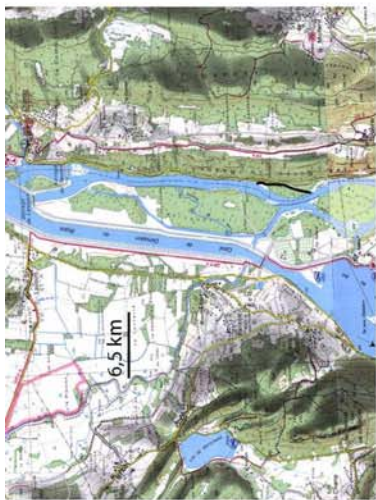


Figure 2.7.4 : Fiche de synthèse rassemblant les diagnostics écologiques, des données de végétation et granulométriques pour la lône Fournier. O : oligotrophe, M : mésotrophe, E : eutrophe.

### 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.

### 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.

## 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 7.2.5 : 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 7.2.5). 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 7.2.5). 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.



## 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 7.2.6 : 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 7.2.6). 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.

### Lône 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 7.2.7 : Abondance moyenne des espèces végétales rencontrées dans la zone amont de la lône Moiroud 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 7.2.7).

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 2.7.6). 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.

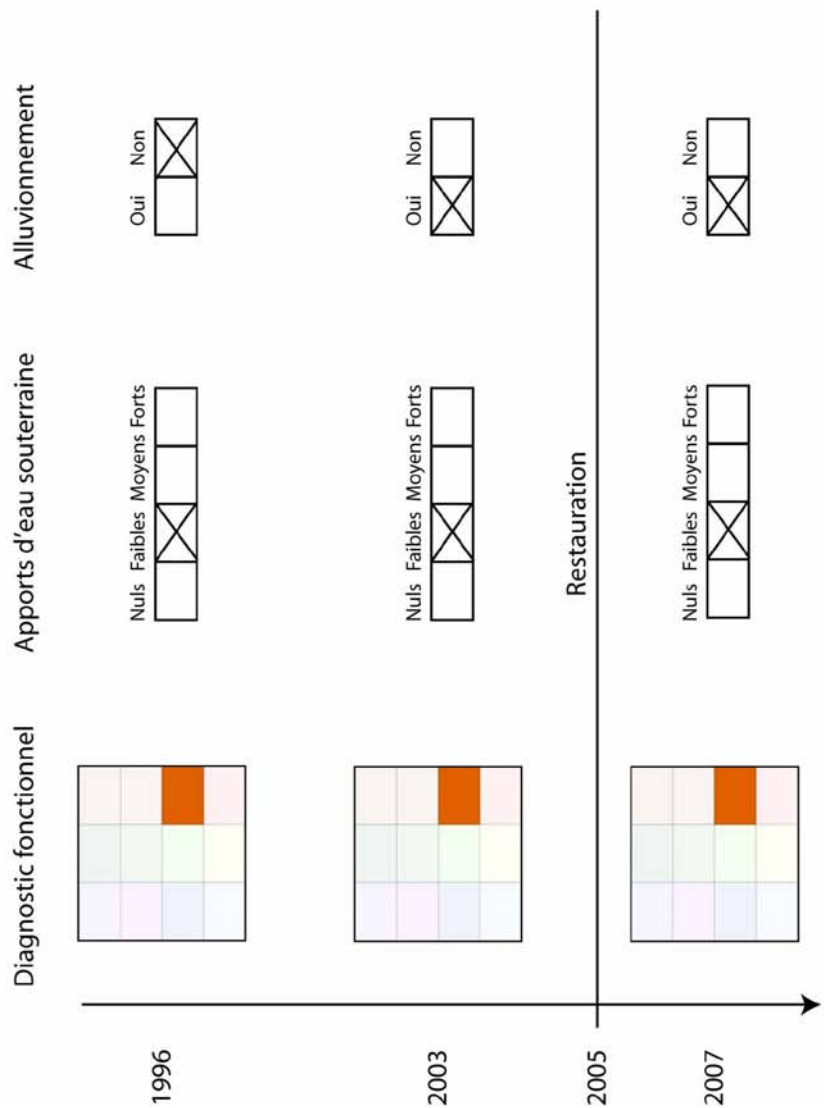
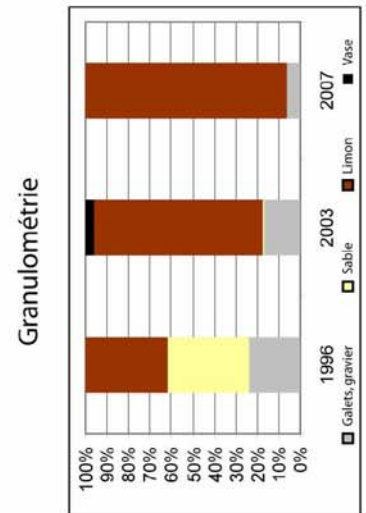
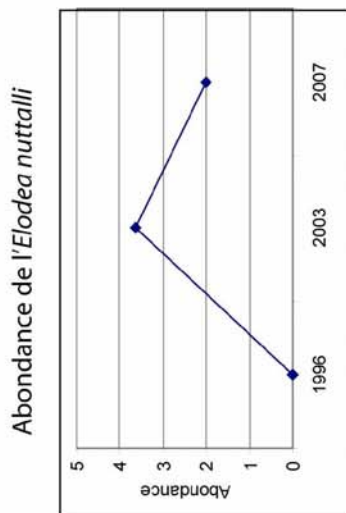
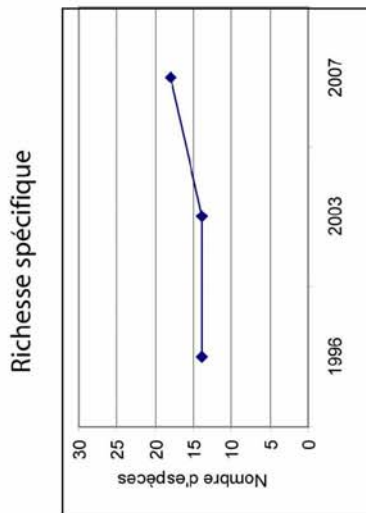


Figure 2.7.6 : Fiche de synthèse rassemblant les diagnostics écologiques, des données de végétation et granulométriques pour la lône Moiroud. O : oligotrophe, M : mésotrophe, E : eutrophe.

## 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.

### ***Secteur de Pierre-Bénite***

Trois lônes (Table ronde, Ciselande et Jaricot), situées dans le secteur de Pierre Bénite en aval de Lyon, ont été restaurées en 1999 dans le cadre d'un programme global de réhabilitation du Vieux Rhône (figure 7.2.7). Ces restaurations avaient une vocation expérimentale, et reposaient sur 3 scénarios de réponse différents. Ce programme visait également à augmenter le débit réservé du Rhône court-circuité de 10 m<sup>3</sup>/s à 100 m<sup>3</sup>/s en 2000 pour permettre la remise en eau de ses milieux annexes. Les trois lônes ont été restaurées durant l'été 1999, par un creusement du fond des lits sur une épaisseur de 2 à 4 m. Des hélrophytes ont également été plantés en 2000 (Phragmites, Carex, Phalaris) pour stabiliser les berges et accélérer la dynamique végétale (diversification des formations, contrôle de l'installation d'espèces invasives).

Une cartographie de la végétation a été réalisée avant les travaux (en 1996) dans les quelques plans d'eau relictuels des lônes de Ciselande et de Jaricot. La lône de la Table Ronde, complètement atterrie, n'a pas pu être échantillonnée.

Par la suite, des relevés de végétation ont été effectués annuellement pendant 5 ans (1999, 2000, 2001, 2002, 2003), puis en 2007. Ces relevés ont pour objectif de mesurer les effets à long –terme de la restauration sur le fonctionnement et la biodiversité des zones humides.

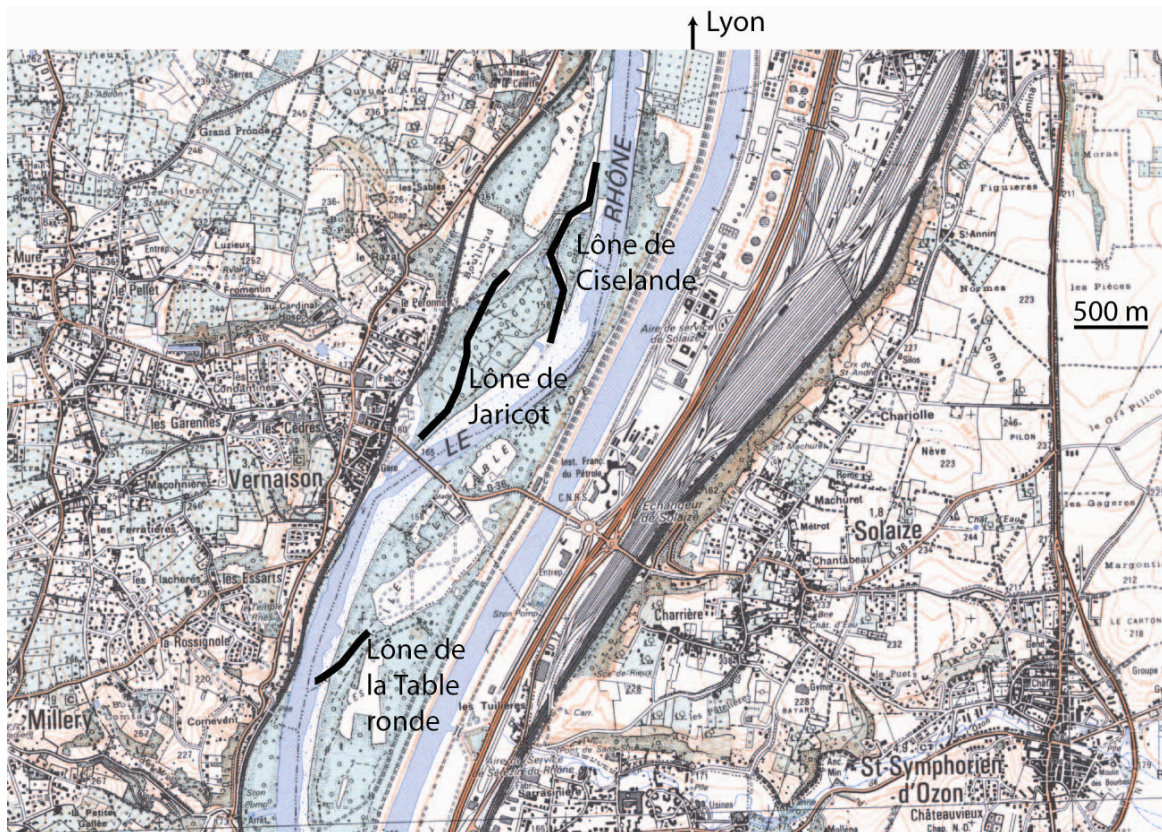


Figure 7.2.7 : Localisation des trois lônes restaurées

### La lône de la Table Ronde

Cette lône, entièrement exondée avant restauration, a été curée et reconnectée au Rhône par son extrémité aval. Elle est alimentée en eau uniquement par les reflux du Rhône. Il s'agit d'une lône plutôt large, composée de plusieurs petites îles, fortement exposée à l'ensoleillement et avec un écoulement quasiment nul (figure 7.2.8).

	1999		2000		2001
Lythrum salicaria	0,06	Ceratophyllum demersum	1	Ceratophyllum demersum	1,29
Phalaris arundinacea	0,06	Myriophyllum spicatum	0,33	Myriophyllum spicatum	0,53
Polygonum hydropiper	0,06	Ranunculus fluitans	0,28	Rorippa amphibia	0,35
Rubus fruticosus	0,06	Chara sp.	0,22	Carex sp.	0,18
Xanthium orientale	0,06	Rorippa amphibia	0,22	Iris pseudacorus	0,18
		Veronica anagallis-aquatica	0,17	Lythrum salicaria	0,18
		Lythrum salicaria	0,11	Solidago sp.	0,12
		Potamogeton nodosus	0,11	Eleocharis acicularis	0,06
		Scirpus lacustris	0,11	Equisetum fluviatile	0,06
		Spirodela polyrrhiza	0,11	Polygonum hydropiper	0,06
		Potamogeton pectinatus	0,06	Scirpus lacustris	0,06
Richesse spécifique	5		11		11
Nombre d'Hélophytes	3		4		9
Nombre d'Hydrophytes			7		2

Tableau 7.2.8 : Abondance moyenne des espèces végétales rencontrées dans la lône de la Table Ronde en 1999 (3 mois après les travaux), en 2000 (après l'augmentation du débit réservé en 2000) et en 2001.

En 1999 :

Près de trois mois après la restauration, on ne trouve que des hélophytes en très faible abondance (tableau 7.2.8).

- richesse spécifique : 5 espèces

- le peuplement dominant est constitué majoritairement d'espèces terrestres ou d'hélophytes, et ne permet pas de conclure sur le niveau de trophie. Il ne renseigne non plus pas sur la présence/absence d'apports phréatiques

- les hélophytes présents pourraient témoigner de **processus d'alluvionnement**

En 2000 :

- richesse spécifique : 11 espèces

- espèce dominante : *Ceratophyllum demersum* (espèce de milieux eutrophes)

- le peuplement dominant témoigne de **conditions eutrophes** et d'une **absence d'apports phréatiques**

- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations élevé** lié probablement aux **processus d'alluvionnement**

La richesse spécifique double entre 1999 et 2000 (passage de 5 à 11 espèces). Cette augmentation est liée majoritairement à la recréation d'une zone aquatique. En effet, plusieurs hydrophytes, habituellement liés aux milieux courants, apparaissent (*Ranunculus fluitans*, *Potamogeton pectinatus*). La colonisation a pu être permise par l'augmentation du débit réservé et la connexion de la lône avec le Rhône. Une espèce s'est bien implantée et domine largement le peuplement, *Ceratophyllum demersum*. Deux espèces d'hélophytes s'étant installées immédiatement après les travaux ont disparues, *Phalaris arundinacea* et *Polygonum hydropiper*. On peut noter la présence sporadique de deux espèces indicatrices d'apports phréatiques (*Chara sp.* et *Veronica anagallis-aquatica*).

En 2001 :

- richesse spécifique : 11 espèces
- espèce dominante : *Ceratophyllum demersum* (espèce de milieux eutrophes)
- le peuplement dominant témoigne de **conditions eutrophes** et d'une **absence d'apports phréatiques**
- le peuplement dominant témoigne de **processus d'alluvionnement**

Si la richesse spécifique globale se maintient, une modification des communautés végétales est néanmoins visible. Les quelques hydrophytes de milieux courants (*Ranunculus fluitans*) ont disparu, de même que les deux espèces indicatrices d'apports phréatiques (*Chara sp.* et *Veronica anagallis-aquatica*). Dans le même temps, *Ceratophyllum demersum* et *Myriophyllum spicatum* voient leur abondance augmenter. Cette évolution milite dans le sens d'une diminution du renouvellement des eaux et une progression du phénomène d'eutrophisation, comme en témoigne également l'apparition d'espèces de milieux moins perturbés par les crues (*Carex sp.*, *Iris pseudacorus*, *Equisetum fluviatile*). Cette évolution peut traduire soit une réponse ponctuelle à de faibles débits en 2001, soit une tendance plus pérenne.

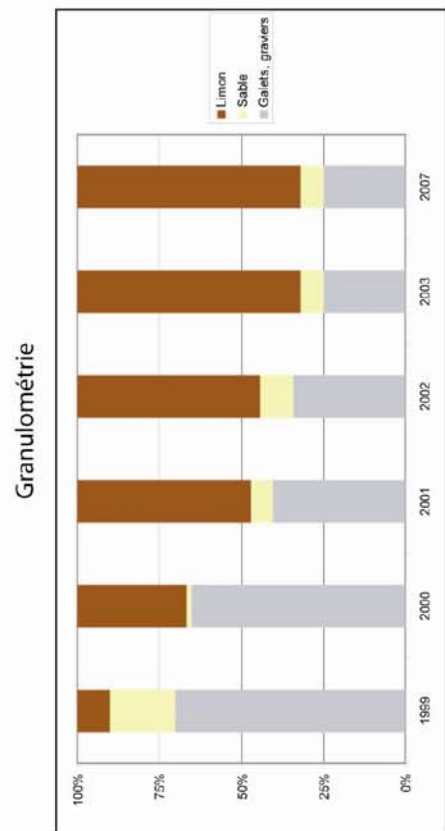
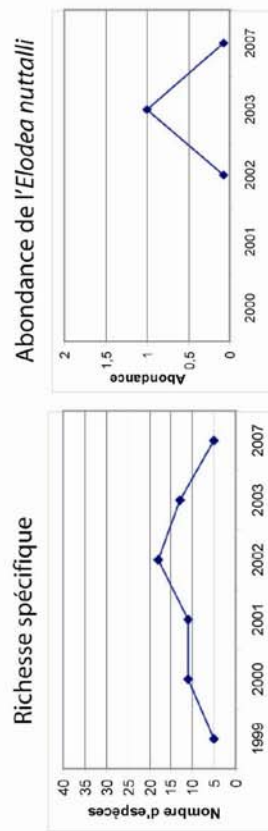
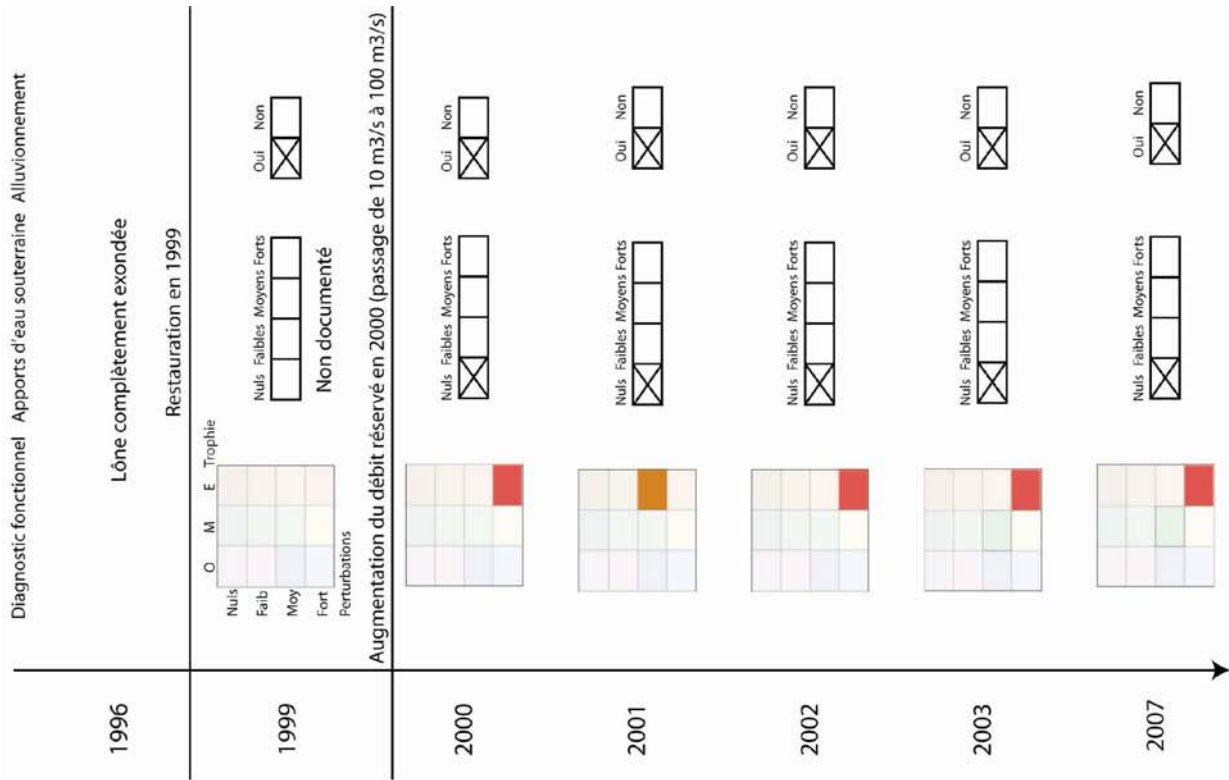


Figure 7.2.8 : Fiche de synthèse rassemblant les diagnostics écologiques, des données de végétation et de granulométrie pour la lône de la Table Ronde. O : oligotrophe, M : mésotrophe, E : eutrophe.

	2002		2003		2007
Ceratophyllum demersum	4,07	Ceratophyllum demersum	4,64	Ceratophyllum demersum	3,79
Myriophyllum spicatum	1,29	algues filamenteuses	3,5	algues filamenteuses*	3,64
Rorippa amphibia	0,64	Elodea nuttallii	1,0	Myriophyllum spicatum	0,5
Spirodela polyrrhiza	0,29	Myriophyllum spicatum	0,93	Elodea nuttallii	0,07
Najas marina	0,21	Lythrum salicaria	0,5	Rorippa amphibia	0,07
Phalaris arundinacea	0,21	Rorippa amphibia	0,43		
Lythrum salicaria	0,14	Spirodela polyrrhiza	0,36		
Potamogeton pectinatus	0,14	Potamogeton nodosus	0,29		
Potamogeton perfoliatus	0,14	Alisma plantago-aquatica	0,14		
Scirpus lacustris	0,14	Bidens tripartita	0,14		
Bidens tripartita	0,07	Phalaris arundinacea	0,14		
Carex sp.	0,07	Potamogeton pectinatus	0,07		
Elodea nuttallii	0,07	Typha latifolia	0,07		
Potamogeton crispus	0,07				
Potamogeton nodosus	0,07				
Potamogeton pusillus	0,07				
Vallisneria spiralis	0,07				
Veronica anagallis-aquatica	0,07				
Richesse spécifique	18		13		5
Nombre d'Hélophytes	7		6		1
Nombre d'Hydrophytes	11		7		4

Tableau 7.2.9 : Abondance moyenne des espèces végétales rencontrées dans la lône de la Table Ronde suite aux travaux en 1999 et à l'augmentation du débit réservé en 2000, en 2002, 2003 et 2007

En 2002 :

- richesse spécifique : 18 espèces
- espèce dominante : *Ceratophyllum demersum*
- le peuplement dominant témoigne de **conditions eutrophes** et d'une **absence d'apports phréatiques**
- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations élevé** et de **processus d'alluvionnement**

La richesse spécifique augmente de nouveau de manière importante entre 2001 et 2002, notamment par l'apparition de 9 espèces d'hydrophytes (tableau 7.2.9). Cependant, deux espèces dominent toujours le peuplement et voient même leur abondance augmenter de manière significative (*Ceratophyllum demersum* et *Myriophyllum spicatum*). Les espèces qui s'implantent sont typiques des milieux fortement perturbés, soumis aux processus d'alluvionnement (*Najas marina*, *Potamogeton pectinatus*, *Vallisneria spiralis*), et sont accompagnées par une invasive, *Elodea nuttallii*.

Plusieurs espèces de milieux moins perturbés, qui s'étaient implantées en très faible abondance en 2001, disparaissent (*Iris pseudacorus*, *Eleocharis acicularis*, *Equisetum fluviatile*). L'apparition d'un grand nombre d'espèces hydrophytes de milieux perturbés entre 2001 et 2002 semble confirmer l'hypothèse d'une plus grande rareté des crues en 2001, qui a permis une colonisation fugace du site par des espèces de milieux moins perturbés.

En 2003 :

- richesse spécifique : 13 espèces
- espèce dominante : *Ceratophyllum demersum*
- le peuplement dominant témoigne de **conditions eutrophes** et d'une **absence d'apports phréatiques**
- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations élevé** lié probablement aux **processus d'alluvionnement**

La richesse spécifique diminue entre 2002 et 2003 et s'accompagne de nouveaux changements dans la communauté végétale en présence. Si *Ceratophyllum demersum* continue de progresser, *Elodea nuttallii* présente également une abondance en progression, tandis que *Myriophyllum spicatum*, *Najas marina*, et *Vallisneria spiralis* tendent à régresser. Les algues filamenteuses sont également en progression. Ces différents éléments militent dans le sens d'une évolution vers un système très eutrophe, dans lequel le renouvellement des eaux devient faible à nul, comme en témoigne la régression des espèces associées. On note l'apparition en faible abondance de deux espèces d'hélophytes de milieux peu perturbés, *Typha latifolia* (très polluo-tolérante) et *Alisma plantago-aquatica*. Il semble donc que la communauté végétale s'uniformise petit à petit en direction d'une prédominance de trois espèces principales, *Ceratophyllum demersum*, *Elodea nuttallii*, voire *Myriophyllum spicatum*.

En 2007 :

- richesse spécifique : 5 espèces

- espèce dominante : *Ceratophyllum demersum*

- le peuplement dominant témoigne de **conditions eutrophes** et d'une **absence d'apports phréatiques**

- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations élevé** lié probablement aux **processus d'alluvionnement**

La richesse spécifique continue de diminuer, avec le passage de 13 espèces en 2003 à 5 espèces en 2007. L'uniformisation de la communauté végétale est effective, avec la dominance de *Ceratophyllum demersum*, de *Myriophyllum spicatum* et des algues filamenteuses. Cependant, on observe une baisse générale de l'abondance de ces espèces, et même une quasi-disparition de l'espèce invasive, *Elodea nuttallii*.

Si l'on s'intéresse à l'évolution générale de la communauté végétale de cette îlône, les successions végétales passent successivement par l'installation d'espèces pionnières immédiatement après la restauration, ce qui contribue à une augmentation fugace de la biodiversité. Ces espèces disparaissent ensuite très rapidement et le peuplement est ensuite constitué par des espèces compétitives d'eaux eutrophes, qui dominent de plus en plus fortement la communauté au cours du temps. Cette évolution s'accompagne d'une diminution progressive de la biodiversité. Cette diminution est probablement liée à la stabilisation des conditions d'habitat et au comblement progressif du milieu, deux facteurs contribuant à favoriser l'exclusion compétitive et la dominance des peuplements par un petit nombre d'espèces. Cette tendance générale s'accompagne de la progression régulière des phénomènes d'alluvionnement dans la zone humide, qui devrait conduire au comblement rapide de la zone en eau. La tendance successionnelle présente, en particulier les premières années après l'intervention, des variations inter-annuelles potentiellement liées aux fluctuations des débits. En ce qui concerne l'impact de l'augmentation des débits réservés, il semble modéré, ou pour le moins fugace, sur le fonctionnement de cette zone humide (augmentation de la richesse spécifique en 2001). Cependant, l'augmentation des débits réservés (non morphogènes) dans une îlône de ce type, dont la durée de vie est contrôlée par les processus d'alluvionnement, augmente probablement l'intensité des reflux et les processus d'alluvionnement.

## La lône Ciselande

Il s'agit d'une lône longue d'un peu plus d'un kilomètre, qui présente des secteurs à écoulement rapide et d'autres à écoulement plus faible, voire nul dans les plans d'eau ponctués d'îles. Ces plans d'eau, isolés auparavant, ont été reliés les uns aux autres par curage et connectés au Rhône à l'amont et à l'aval lors des travaux de restauration en 1999 (figure 7.2.9).

	1996		1999		2000		2001
Myriophyllum spicatum	3,14	Rorippa amphibia	0,51	Ceratophyllum demersum	1,06	Ceratophyllum demersum	1,34
Ceratophyllum demersum	2	Ceratophyllum demersum	0,47	Polygonum hydropiper	0,7	Myriophyllum spicatum	0,92
Lemna minor	1,14	Myriophyllum spicatum	0,29	Rorippa amphibia	0,7	Rorippa amphibia	0,7
Phalaris arundinacea	1	Lythrum salicaria	0,25	Phalaris arundinacea	0,64	Ranunculus fluitans	0,6
Polygonum hydropiper	0,86	Carex sp.	0,18	Myriophyllum spicatum	0,46	Lythrum salicaria	0,34
Potamogeton nodosus	0,86	Phalaris arundinacea	0,16	Leersia oryzoides	0,38	Phalaris arundinacea	0,32
Spirodela polyrrhiza	0,71	Polygonum hydropiper	0,14	Digitaria paspaloides	0,28	Vallisneria spiralis	0,28
Potamogeton pectinatus	0,29	Juncus subnodulosus	0,12	Bidens tripartita	0,24	Najas marina	0,26
Rorippa amphibia	0,29	Veronica beccabunga	0,04	Lythrum salicaria	0,22	Sparganium emersum	0,26
Lythrum salicaria	0,14	Chara sp.	0,02	Datura stramonium	0,18	Potamogeton nodosus	0,22
Sagittaria sagittifolia	0,14	Iris pseudacorus	0,02	Veronica beccabunga	0,16	Polygonum hydropiper	0,18
		Lemna minor	0,02	Ranunculus fluitans	0,14	Carex sp.	0,16
		Myosotis scorpioides	0,02	Sagittaria sagittifolia	0,14	Solidago sp.	0,12
		Najas minor	0,02	Salix sp.	0,14	Leersia oryzoides	0,1
		Potamogeton pectinatus	0,02	Potamogeton nodosus	0,1	Potamogeton pectinatus	0,08
		Spirodela polyrrhiza	0,02	Carex sp.	0,08	Elodea nuttallii	0,06
		Vallisneria spiralis	0,02	Mentha aquatica	0,08	Sagittaria sagittifolia	0,06
		Veronica anagallis-aquatica	0,02	Potamogeton crispus	0,08	Scirpus lacustris	0,06
				Spirodela polyrrhiza	0,08	Datura stramonium	0,04
				Elodea nuttallii	0,06	Iris pseudacorus	0,04
				Najas marina	0,06	Juncus subnodulosus	0,04
				Sparganium emersum	0,06	Potamogeton crispus	0,04
				Fallopia japonica	0,04	Bidens tripartita	0,02
				Potamogeton perfoliatus	0,04	Digitaria paspaloides	0,02
				Potamogeton pusillus	0,04	Lysimachia vulgaris	0,02
				Alisma plantago-aquatica	0,02	Najas minor	0,02
				Echinochloa crus-galli	0,02	Polygonum mite	0,02
				Juncus subnodulosus	0,02	Potamogeton perfoliatus	0,02
				Potamogeton compressus	0,02	Potamogeton pusillus	0,02
				Scirpus lacustris	0,02	Salix sp.	0,02
				Solidago sp.	0,02		
				Typha latifolia	0,02		
				Veronica anagallis-aquatica	0,02		
Richesse spécifique	11		18		33		30
Nombre d'Hélophytes	5		10		21		18
Nombre d'Hydrophytes	6		8		12		12

Tableau 7.2.10: Abondance moyenne des espèces végétales rencontrées dans la lône de la Ciselande en 1996, en 1999 (3 mois après les travaux), en 2000 (suite à l'augmentation du débit réservé en 2000) et en 2001

En 1996 :

- richesse spécifique : 11 espèces
- espèce dominante : *Myriophyllum spicatum* (espèce de milieux eutrophes)
- le peuplement dominant témoigne de **conditions eutrophes** et d'une **absence d'apports phréatiques**
- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations élevé** lié probablement aux **processus d'alluvionnement**

En 1999 :

- richesse spécifique : 18 espèces
- espèce dominante : *Rorippa amphibia* (espèce de milieu méso-eutrophe à eutrophe, associée aux processus d'alluvionnement)
- le peuplement dominant témoigne de **conditions eutrophes** et de la présence **d'apports phréatiques**
- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations élevé** lié probablement aux **processus d'alluvionnement**

La richesse spécifique augmente de manière conséquente entre 1996 et 1999 (tableau 7.2.10). Deux groupes d'espèces apparaissent en très faible abondance, l'un témoignant potentiellement d'apports phréatiques (*Chara sp.*, *Myosotis scorpioides*), et l'autre d'espèces habituellement associées aux milieux très perturbés (*Najas minor*, *Vallisneria spiralis*). *Ceratophyllum demersum* et *Myriophyllum demersum* restent dominants. La restauration a reconnecté la lône avec le cours d'eau, et a probablement reconnecté la lône aux filtrats du fleuve, entraînant une grande augmentation de la diversité des espèces végétales en présence.

En 2000 :

- richesse spécifique : 33 espèces
- espèce dominante : *Ceratophyllum demersum* (espèce vivant dans des milieux eutrophes)
- le peuplement dominant témoigne de **conditions eutrophes** et de la présence **d'apports phréatiques**
- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations élevé** lié probablement aux **processus d'alluvionnement**

Une nouvelle hausse conséquente de la richesse spécifique existe entre 1999 et 2000, avec une poursuite du mouvement amorcé en 2000. De nouvelles espèces indicatrices d'apports phréatiques (*Mentha aquatica*, *Sparganium emersum*) et de conditions perturbées (*Ranunculus fluitans*, *Najas marina*) s'implantent. Dans le même temps, les espèces dominantes se maintiennent voire progressent (*Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*). De plus, deux, (potentiellement trois) espèces invasives s'implantent (*Elodea nuttallii*, *Fallopia japonica*, *Solidago sp.*), favorisées par les processus d'alluvionnement. L'augmentation du débit réservé est probablement associée à une augmentation de la connectivité hydrique avec le cours d'eau et à une augmentation de l'apport de diaspores, qui se traduit par l'apparition dans ce site de nouvelles espèces végétales dont les exigences écologiques sont éloignées de celles que traduisent les peuplements dominants et dont la présence sera probablement fugace. L'évolution de la composition du substrat entre les travaux de restauration en 1999 et l'augmentation du débit réservé en 2000 montre une augmentation de la part de la charge grossière et du sable au détriment du limon, traduisant une exportation des particules fines et une augmentation potentielle de l'exfiltration des eaux souterraines dans la lône.

En 2001 :

- richesse spécifique : 30 espèces
- espèce dominante : *Ceratophyllum demersum* (espèce vivant dans des milieux eutrophes)

- le peuplement dominant témoigne de **conditions eutrophes** et de **l'absence d'apports phréatiques**
- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations élevé** lié probablement aux **processus d'alluvionnement**

Si la richesse spécifique à l'échelle de la lône reste proche de celle de 2000, la composition du peuplement végétal se modifie. Les espèces indicatrices d'apports phréatiques disparaissent au profit des espèces indicatrices de conditions perturbées (augmentation de l'abondance de *Vallisneria spiralis*, *Najas marina* et *Ranunculus fluitans*). En ce qui concerne les espèces invasives, *Solidage sp.* progresse. La disparition des espèces indicatrices d'apports phréatiques milite dans le sens soit d'un recrutement fugace, lié à l'augmentation de la connectivité, mais sans qu'il ait une signification fonctionnelle, soit dans le sens d'un colmatage rapide des sédiments grossiers mis à nu par le curage de la lône, entraînant l'arrêt du drainage de la nappe alluviale par la lône. Une troisième explication réside dans l'augmentation du débit réservé du Rhône court-circuité en 2000. L'augmentation des niveaux d'étiage du Rhône pourrait avoir diminué le drainage de la nappe par la lône. La composition du substrat étant comparable en 2000 et 2001, le colmatage ne semble pas la principale raison de cette baisse de biodiversité.

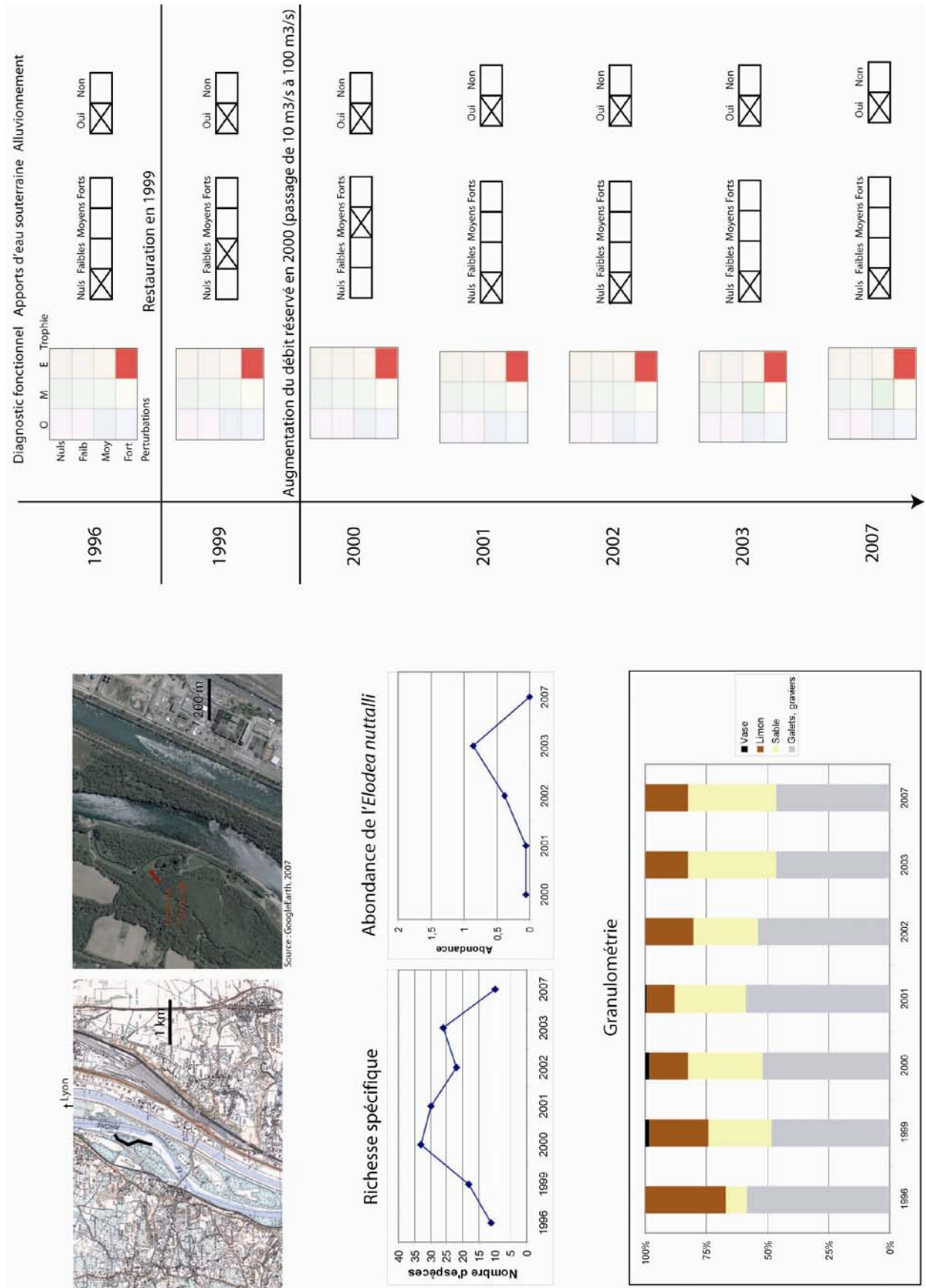


Figure 7.2.9 : Fiche de synthèse rassemblant les diagnostics écologiques, des données de végétation et de granulométrie pour la lône de Cislande. O : oligotrophe, M : mésotrophe, E : eutrophe.

	2002		2003		2007
Ceratophyllum demersum	1,48	Ceratophyllum demersum	1,9	Ceratophyllum demersum	1,08
Myriophyllum spicatum	0,68	Myriophyllum spicatum	1,8	Myriophyllum spicatum	0,28
Phalaris arundinacea	0,48	Spirodela polyrrhiza	0,92	Phalaris arundinacea	0,22
Elodea nuttallii	0,38	Elodea nuttallii	0,86	Ranunculus fluitans	0,16
Vallisneria spiralis	0,34	Vallisneria spiralis	0,8	Vallisneria spiralis	0,12
Rorippa amphibia	0,32	Polygonum hydropiper	0,7	Najas marina	0,1
Ranunculus fluitans	0,28	Najas marina	0,4	Polygonum hydropiper	0,06
Potamogeton nodosus	0,18	Potamogeton nodosus	0,36	Potamogeton nodosus	0,04
Polygonum hydropiper	0,16	Bidens tripartita	0,26	Solidago sp.	0,04
Spirodela polyrrhiza	0,16	Lemna minor	0,24	Myosotis scorpioides	0,02
Najas marina	0,12	Veronica anagallis-aquatica	0,22		
Carex sp.	0,1	Ranunculus fluitans	0,2		
Sparganium emersum	0,1	Glyceria maxima	0,12		
Lythrum salicaria	0,08	Potamogeton pectinatus	0,12		
Potamogeton perfoliatus	0,04	Rorippa amphibia	0,1		
Solidago sp.	0,04	Sparganium emersum	0,1		
Iris pseudacorus	0,02	graminées terrestres	0,08		
Lemna minor	0,02	Lythrum salicaria	0,06		
Phragmites australis	0,02	Nymphoides peltata	0,06		
Potamogeton pectinatus	0,02	Apium nodiflorum	0,04		
Sagittaria sagittifolia	0,02	Lycopus europaeus	0,04		
Typha latifolia	0,02	Nymphaea alba	0,04		
		Potamogeton perfoliatus	0,04		
		Iris pseudacorus	0,02		
		Phalaris arundinacea	0,02		
		Scrophularia auriculata	0,02		
Richesse spécifique	22		26		10
Nombre d'Hélophytes	11		12		4
Nombre d'Hydrophytes	11		14		6

Tableau 7.2.11: Abondance moyenne des espèces végétales rencontrées dans la lône Ciselande suite aux travaux en 1999 et à l'augmentation du débit réservé en 2000, en 2002, 2003 et 2007

En 2002 :

- richesse spécifique : 22 espèces
- espèce dominante : *Ceratophyllum demersum*
- 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**

La richesse spécifique diminue entre 2001 et 2002 avec un maintien des abondances des espèces présentes (*Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*) (tableau 7.2.11). Les espèces qui disparaissent sont celles qui présentaient de très faibles abondances en 2001 et qui étaient caractéristiques de milieux plus mésotrophes (*Juncus subnodulosus*, *Scirpus lacustris*), ce qui milite dans le sens d'une augmentation de biodiversité fugace lié à la perturbation initiale du curage et à l'augmentation de connectivité associée. L'espèce invasive *Elodea nuttallii* progresse (passage de 0,06 à 0,38 en une année).

En 2003 :

- richesse spécifique : 26 espèces
- espèce dominante : *Ceratophyllum demersum* (espèce vivant dans des milieux eutrophes)
- le peuplement dominant témoigne de **conditions eutrophes** et de **l'absence d'apports phréatiques**

- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations élevé** lié probablement aux **processus d'alluvionnement**

La richesse spécifique et la composition du peuplement varient peu de 2002 à 2003. *Ceratophyllum demersum* et *Myriophyllum spicatum* voient leur abondance augmenter au détriment notamment de *Phalaris arundinacea*. L'espèce invasive, *Elodea nuttallii*, continue de progresser.

En 2007 :

- richesse spécifique : 10 espèces

- espèce dominante : *Ceratophyllum demersum* (espèce vivant dans des milieux eutrophes)

- le peuplement dominant témoigne de **conditions eutrophes** et de **l'absence d'apports phréatiques**

- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations élevé** lié probablement aux **processus d'alluvionnement**

La richesse spécifique à l'échelle de la lône a diminué de plus de 50% entre 2003 et 2007 en passant de 26 espèces à 10 espèces. Les espèces qui ont disparues sont celles qui étaient présentes en très faible abondance en 2003, et cette disparition peut être attribuée d'une part à la faible adéquation des conditions d'habitat de la lône avec les exigences écologiques des espèces, d'autre part de leur exclusion du peuplement par les phénomènes de compétition. Les espèces présentes en 2007 témoignent de milieux courants (*Ranunculus fluitans*, *Vallisneria spiralis*). On peut noter que les espèces qui présentaient une augmentation constante de leur abondance depuis les travaux en 1999 (comme *Ceratophyllum demersum*, ou *Myriophyllum spicatum*) voient leur abondance diminuer. *Elodea nuttallii* a même disparu.

De manière globale, le peuplement végétal s'est fortement modifié au fil des années. Un pic de richesse spécifique a été atteint en 2000 après l'opération de restauration et d'augmentation du débit réservé. Puis, la richesse spécifique a régulièrement diminué, au détriment des espèces à faible abondance, et le peuplement tend à évoluer vers une communauté dominée par *Ceratophyllum demersum* et *Myriophyllum spicatum* en 2007.

De même que pour la lône de la Table Ronde, on peut noter la soudaine disparition de l'espèce invasive *Elodea nuttallii* en 2007, qui fait pourtant suite à sa progression rapide dans le site.

Par ailleurs, la composition du substrat reste assez stable depuis les travaux (1999-2003). Cette paupérisation du peuplement, et 1) la diminution de l'abondance de *Ceratophyllum demersum*, et plus généralement des espèces d'eau eutrophe stagnante, ou de milieux soumis aux processus d'alluvionnement, 2) la relative stabilité de *Ranunculus fluitans*, espèce d'eau courante, milite dans le sens d'une stabilisation du fonctionnement de la lône dans une situation très perturbée, les perturbations très fortes limitant la colonisation végétale (le recouvrement global de la végétation est faible en 2007). La lône aurait dans ce cas perdu son statut de zone humide et serait devenue un bras vif du Rhône.

## La lône de Jaricot

La lône de Jaricot est un bras mort d'environ 800 m de long, étroit et ombragé avec un écoulement lent. Elle a été curée avec l'hypothèse que ce curage pouvait augmenter la connectivité avec la nappe de versant. Elle a également été reconnectée au Rhône via le bassin nautique de Vernaison situé en aval (figure 7.2.10). Un déboisement des berges à l'amont de la zone curée a été réalisé pour favoriser le balayage de la lône par les crues et donc son auto-entretien.

	1996		1999		2000		2001
Ceratophyllum demersum	3,5	Ceratophyllum demersum	0,68	Ceratophyllum demersum	1,79	Ceratophyllum demersum	2,88
Spirodela polyrrhiza	3	Rorippa amphibia	0,68	Callitriche sp.	0,91	Ranunculus circinatus	2,29
Potamogeton nodosus	2	Alisma plantago-aquatica	0,26	Rorippa amphibia	0,88	Myriophyllum spicatum	0,97
Hydrocharis morsus-ranae	0,5	Veronica anagallis-aquatica	0,21	Ranunculus circinatus	0,71	Rorippa amphibia	0,85
Myriophyllum verticillatum	0,5	Berula erecta	0,18	Alisma plantago-aquatica	0,47	Callitriche sp.	0,79
Phalaris arundinacea	0,5	Callitriche sp.	0,18	Myriophyllum verticillatum	0,47	Potamogeton pusillus	0,79
		Chara sp.	0,15	Myriophyllum spicatum	0,44	Elodea nuttallii	0,62
		Myosotis scorpioides	0,12	Polygonum hydropiper	0,44	Phalaris arundinacea	0,59
		Myriophyllum spicatum	0,12	Phalaris arundinacea	0,24	Polygonum hydropiper	0,47
		Lythrum salicaria	0,06	Spirodela polyrrhiza	0,24	Potamogeton pectinatus	0,26
		Polygonum hydropiper	0,06	Potamogeton pectinatus	0,21	Sparganium emersum	0,26
		Spirodela polyrrhiza	0,06	Typha latifolia	0,21	Potamogeton compressus	0,21
		Hydrocharis morsus-ranae	0,03	Juncus articulatus	0,18	Myriophyllum verticillatum	0,18
		Juncus articulatus ?	0,03	Veronica anagallis-aquatica	0,18	Lythrum salicaria	0,15
		Phalaris arundinacea	0,03	Bidens tripartita	0,15	Carex sp.	0,12
		Potamogeton crispus	0,03	Chara sp.	0,15	Potamogeton nodosus	0,12
		Potamogeton pectinatus	0,03	Elodea nuttallii	0,15	Solidago sp.	0,12
		Ranunculus circinatus	0,03	Lythrum salicaria	0,15	Veronica anagallis-aquatica	0,12
		Ranunculus trichophyllum	0,03	Carex sp.	0,12	Glyceria maxima	0,09
		Scirpus lacustris	0,03	Leersia oryzoides	0,12	Potamogeton crispus	0,09
				Najas marina	0,12	Alisma plantago-aquatica	0,06
				Scirpus lacustris	0,12	Lycopus europaeus	0,06
				Juncus effusus	0,09	Ranunculus fluitans	0,06
				Phragmites australis	0,09	Scirpus lacustris	0,06
				Potamogeton crispus	0,09	Spirodela polyrrhiza	0,06
				Potamogeton perfoliatus	0,06	Zannichellia palustris	0,06
				Potamogeton pusillus	0,06	Chara sp.	0,03
				Sparganium emersum	0,06	Juncus articulatus	0,03
				Echinochloa crus-galli	0,03	Myosotis scorpioides	0,03
				Mentha aquatica	0,03		
				Myosotis scorpioides	0,03		
				Nasturtium officinale	0,03		
				Nymphaea alba	0,03		
				Potamogeton nodosus	0,03		
				Ranunculus fluitans	0,03		
				Sparganium erectum	0,03		
				Veronica beccabunga	0,03		
Richesse spécifique	6		20		37		29
Nombre d'Hélophytes	1		9		20		13
Nombre d'Hydrophytes	5		11		17		16

Tableau 7.2.12 : Abondance moyenne des espèces végétales rencontrées dans la lône de Jaricot en 1996, en 1999 (3 mois après les travaux), en 2000 (suite à l'augmentation du débit réservé en 2000) et en 2001.

En 1996 :

- richesse spécifique : 6 espèces
- espèce dominante : *Ceratophyllum demersum* (espèce de milieux eutrophes)
- le peuplement dominant témoigne de **conditions eutrophes** et de **l'absence d'apports phréatiques**
- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations élevé** lié probablement aux **processus d'alluvionnement**

En 1999 :

- richesse spécifique : 20 espèces
- espèce dominante : *Ceratophyllum demersum* (espèce de milieux eutrophes)
- le peuplement dominant témoigne de **conditions eutrophes** et de la présence **d'apports phréatiques importants**
- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations élevé** lié probablement aux **processus d'alluvionnement**

La richesse spécifique augmente de manière conséquente suite à l'opération de restauration (tableau 7.2.12).

Les espèces présentes en 1996, si leur abondance a fortement régressée, sont toujours présentes. *Ceratophyllum demersum* reste dominant. Plus de cinq espèces indicatrices d'apports phréatiques apparaissent (*Veronica anagallis-aquatica*, *Berula erecta*, *Chara sp.*). La restauration semble donc avoir eu l'effet escompté, qui était de reconnecter, au moins temporairement, la lône avec la nappe latérale.

En 2000 :

- richesse spécifique : 37 espèces
- espèce dominante : *Ceratophyllum demersum* (espèce vivant dans des milieux eutrophes)
- le peuplement dominant témoigne de **conditions eutrophes** et de la présence **d'apports phréatiques importants**
- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations élevé** lié probablement aux **processus d'alluvionnement**

La richesse spécifique continue d'augmenter entre 1999 et 2000. De nouvelles espèces indicatrices d'apports phréatiques apparaissent (*Mentha aquatica*, *Nasturtium officinale*). *Ceratophyllum demersum* est toujours dominant et voit son abondance augmenter. Une espèce invasive, *Elodea nuttallii*, apparaît. Plusieurs espèces de milieux courants perturbés font leur apparition en très faible abondance (*Ranunculus fluitans*, *Potamogeton nodosus*) ainsi que des espèces de milieux non perturbés (*Nymphaea alba*, *Sparganium erectum*).

En 2001 :

- richesse spécifique : 29 espèces
- espèce dominante : *Ceratophyllum demersum*
- le peuplement dominant témoigne de **conditions eutrophes** et de la présence **d'apports phréatiques importants**
- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations élevé** lié probablement aux **processus d'alluvionnement**

La composition du peuplement dominant est similaire à celle de 2000. La baisse de la richesse spécifique est liée à la disparition d'espèces qui s'étaient implantées en très faible abondance. *Ceratophyllum demersum* reste dominant et continue de progresser. L'espèce

invasive, *Elodea nuttallii*, progresse également. La dynamique de la richesse spécifique dans cette lône est très proche de celle que l'on observe dans la lône de Ciselande, malgré les objectifs de restauration très différents, et peut être expliquée de la même manière : une perturbation initiale et une augmentation de la connectivité favorise le recrutement fugace de nombreuses espèces, dont les exigences écologiques, ou l'aptitude compétitive, sont incompatibles avec le maintien à long terme dans la lône. Les données collectées les premières années ne permettent, ni dans un cas ni dans l'autre, de conclure sur la validation des attendus de la restauration.

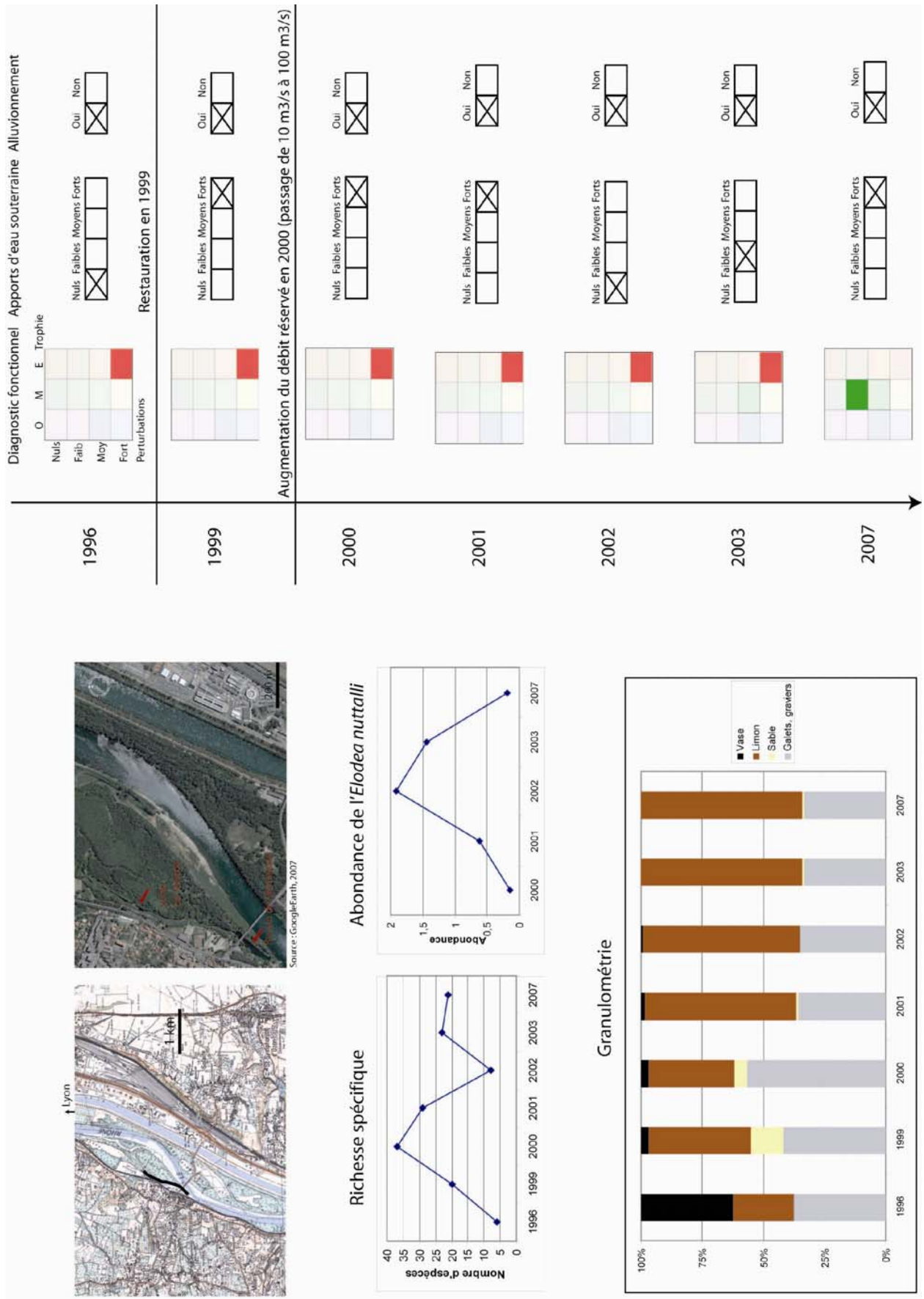


Figure 7.2.10 : Fiche de synthèse rassemblant les diagnostics écologiques, des données de végétation et de granulométrie pour la lône de Jaricot. O : oligotrophe, M : mésotrophe, E : eutrophe.

	2002		2003		2007
Ceratophyllum demersum	2,26	Myriophyllum spicatum	2,68	Myriophyllum verticillatum	2,82
Myriophyllum spicatum	1,97	Ceratophyllum demersum	1,53	Sparganium emersum	1,41
Elodea nuttallii	1,91	Elodea nuttallii	1,44	Callitriche obtusangula	0,85
Callitriche sp.	1,47	Sparganium emersum	1,29	algues filamenteuses	0,5
Sparganium emersum	0,68	Polygonum hydropiper	0,74	Lemna minor	0,24
Rorippa amphibia	0,59	Callitriche sp.	0,65	Elodea nuttallii	0,18
Phalaris arundinacea	0,53	Phalaris arundinacea	0,53	Ceratophyllum demersum	0,15
Potamogeton pectinatus	0,50	Ranunculus circinatus	0,47	Myosotis scorpioides	0,15
		Potamogeton nodosus	0,35	Potamogeton crispus	0,15
		Potamogeton pectinatus	0,32	Polygonum hydropiper	0,12
		Rorippa amphibia	0,29	Potamogeton nodosus	0,12
		Spirodela polyrhiza	0,29	Ranunculus circinatus	0,12
		Bidens tripartita	0,26	Potamogeton pusillus	0,09
		algues filamenteuses	0,24	Potamogeton pectinatus	0,06
		Lemna minor	0,24	Veronica anagallis-aquatica	0,06
		Potamogeton crispus	0,24	Alisma plantago-aquatica	0,03
		Potamogeton pusillus	0,18	Lemna trisulca	0,03
		Alisma plantago-aquatica	0,15	Lythrum salicaria	0,03
		Lythrum salicaria	0,09	Spirodela polyrhiza	0,03
		Glyceria maxima	0,03	Veronica beccabunga	0,03
		Mentha aquatica	0,03	Zannichellia palustris	0,03
		Potamogeton perfoliatus	0,03		
		Ranunculus trichophyllus	0,03		
Richesse spécifique	8		23		21
Nombre d'Hélophytes	3		9		5
Nombre d'Hydrophytes	5		14		16

Tableau 7.2.13 : Abondance moyenne des espèces végétales rencontrées dans la lône de Jaricot suite aux travaux en 1999 et à l'augmentation du débit réservé en 2000, en 2002, 2003 et 2007

En 2002 :

- richesse spécifique : 8 espèces
- espèce dominante : *Ceratophyllum demersum* (espèce vivant dans des milieux eutrophes)
- le peuplement dominant témoigne de **conditions eutrophes** et de **l'absence d'apports phréatiques**
- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations élevé** lié probablement aux **processus d'alluvionnement**

La richesse spécifique chute de manière drastique entre 2001 et 2002 (tableau 7.2.13). La quasi-totalité des espèces indicatrices d'apports phréatiques ont disparues (seul *Sparganium emersum* subsiste). *Ceratophyllum demersum* et *Myriophyllum spicatum* restent dominants, *Elodea nuttallii* continue sa progression. *Ranunculus circinatus*, en assez forte abondance en 2001, a disparu en 2002. La réponse ne serait pas à chercher vers une quelconque modification du substrat, ce dernier étant stable entre les deux dates.

En 2003 :

- richesse spécifique : 23 espèces
- espèce dominante : *Myriophyllum spicatum* (espèce vivant dans des milieux eutrophes)
- le peuplement dominant témoigne de **conditions eutrophes** et de la présence **d'apports phréatiques**
- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations élevé** lié probablement aux **processus d'alluvionnement**

La richesse spécifique, qui avait fortement chuté en 2002, redevient assez importante. Des espèces indicatrices d'apports phréatiques, disparues en 2002, réapparaissent en très faible abondance (*Mentha aquatica*, *Ranunculus trichophyllus*). *Ceratophyllum demersum* et *Elodea nuttallii* régressent au profit de *Myriophyllum spicatum*. Des algues filamenteuses apparaissent.

En 2007 :

- richesse spécifique : 21 espèces
- espèce dominante : *Myriophyllum verticillatum* (espèce vivant dans des milieux peu perturbés avec un processus d'alluvionnement et indicatrice d'apports phréatiques)
- le peuplement dominant témoigne de **conditions mésotrophes** et de la présence **d'apports phréatiques importants**
- le peuplement dominant témoigne d'un niveau de **perturbations faible** et de la présence d'un **processus d'alluvionnement**

#### **2.7.4 Bilan multi-sites**

En ce qui concerne le secteur de Belley, les prévisions formulées dans le rapport de 2003 ont été validées. Suite au curage et à la reconnexion avec le cours d'eau, on observe une régénération des communautés liées aux apports d'eau phréatiques dans la lône Béart, qui s'accompagne d'un maintien d'*Elodea nuttallii*. Les apports phréatiques ne semblent pas être suffisants pour limiter l'alluvionnement (le recouvrement relatif de limon reste à plus de 90% du substrat en 2007). Pour la lône Fournier, le curage qui visait à augmenter les apports phréatiques, semble avoir eu l'effet inverse, avec la disparition des espèces indicatrices d'apports phréatiques. Pour la lône des Luisettes, le curage ne semble pas avoir modifié de manière significative le fonctionnement et la biodiversité de la zone humide. Les espèces indicatrices d'apports phréatiques ont régressé au profit d'*Elodea nuttallii*, qui est devenue dominante en 2007. Pour la lône de Moiroud, le curage n'a également pas modifié le fonctionnement de la zone humide. *Elodea nuttallii* reste dominante et 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).

La remise en eau par connexion avec le Rhône des lônes de Table Ronde et de Ciselande du secteur de Pierre Bénite s'accompagne d'une uniformisation des communautés végétales autour de quelques espèces compétitives et tolérantes à l'eutrophisation (notamment *Ceratophyllum demersum* et *Myriophyllum spicatum*). Pour la lône de Jaricot, la restauration présentait deux objectifs : 1) augmentation de la connectivité avec la nappe de versant, 2) connexion avec le Rhône à l'aval via le bassin de Vernaison et à l'amont par les crues pour l'auto-entretien de la lône. Il semble que ces objectifs soient atteints puisque le peuplement de la lône tend à évoluer vers des communautés mésotrophes, liées aux apports phréatiques, et que la tendance à l'alluvionnement qui se dessinait les premières années tend à s'être arrêtée. L'espèce invasive, *Elodea nuttallii*, a fortement régressé entre 2003 et 2007 sur les trois sites. Son évolution future est à examiner avec beaucoup d'attention, mais ces retours d'expériences militent dans le sens d'une espèce rudérale, favorisée par l'alluvionnement, et peu compétitive sur le long terme, ce qui pourrait éventuellement en diminuer la menace dans le cadre d'opérations de restauration.

Face au constat mitigé de ces différentes opérations, il est nécessaire de souligner l'importance de prendre en compte dans le choix des sites à restaurer le fonctionnement des écosystèmes aquatiques, et en particulier l'évaluation du bénéfice écologique et fonctionnel potentiel de l'opération de restauration. Face à l'importance des processus d'alluvionnement, une réflexion sur la mise en œuvre de procédés destinés à les réduire (élimination des différents goulets d'étranglements constituant potentiellement des freins à l'évacuation des fines, augmentation de la fréquence des débordements par exemple) devrait être menée en amont des opérations de restauration.

A Brégner-Cordon, le premier échantillonnage post-restauration sera réalisé en 2008.

A Péage de Roussillon, une synthèse des données collectées par la Réserve de l'Île de la Platière sera réalisée avant une campagne d'échantillonnage en fin d'été.

### 3) Approche géographique

#### 3.1 Chautagne



Figure 3.1.1 Le Vieux-Rhône de Chautagne

#### **Le site, l'état initial**

Le Vieux-Rhône de Chautagne présente quelques particularités par rapport à ceux de Belley et de Brégnier-Cordon : il est relativement court (environ 8km), sa pente est relativement forte, il ne reçoit aucun affluent, les valeurs de débit réservé avant restauration étaient relativement faible (10-20 m<sup>3</sup>/s en fonction de la saison). La description de l'état initial a fait l'objet d'un rapport détaillé (Olivier et al., 2004a). Le peuplement de poissons montrait une évolution progressive depuis la mise en service de l'aménagement de Chautagne avec une régression notable des populations de hotus et vandoises, des populations affaiblies de truites et d'ombres commun et une très forte progression des populations de vairons, barbeaux fluviatiles et loches franches, espèces plus caractéristiques des cours d'eau de plus petites dimensions. En ce qui concerne les invertébrés du chenal, les résultats présentés ici sont issus des trois campagnes d'échantillonnage pré-restauration réalisées en 2002 et 2003 :

- Un total de 111 taxons ont été échantillonnés au cours de ces campagnes pré- et post-restauration.
- Le peuplement typique d'un épiptamon présente une faune mixte de taxons spécifiques des grandes rivières (e.g. *Potamanthus luteus*) et de taxons rencontrés sur de plus petit cours d'eau (e.g. *Leuctra*, *Baetis*).
- La plupart des taxons rencontrés dans ce secteur sont eurymorphes et donc capables de supporter des variations importantes de température de l'eau.
- Pour l'essentiel, les taxons sont oligotrophes ou mésotrophes témoignant d'une assez bonne qualité biologique du secteur.
- Les taxons dominants présentent une forte affinité pour des habitats à substrat grossier recouvert d'algues filamenteuses largement rencontrés dans le secteur de Chautagne étudié.
- On peut souligner la présence de quatre espèces invasives *Dugesia tigrina*, *Dreissena polymorpha*, *Potamopyrgus antipodarum* et *Physella acuta* avant restauration et l'apparition de deux nouvelles espèces invasives (*Corbicula fluminea* et *Dikerogammarus villosus*) après restauration.

- Nos résultats montrent que la plupart des taxons échantillonnés ne se répartissent pas au hasard dans le milieu mais présentent des préférences marquées pour des contraintes hydrauliques particulières exercées au fond du cours d'eau.

### **La restauration (2003-2004)**

Le débit réservé a été modifié (50 m<sup>3</sup>/s de septembre à avril et 70 m<sup>3</sup>/s de mai à août), deux bras ont été ré-ouverts en amont du Vieux-Rhône au droit des deux seuils édifiés en 1996 et les lônes de Malourdie (figure 3.1.2, partiellement alimentée par les eaux du contre-canal de rive gauche) et du Brotalet (figure 3.1.3) ont été réhabilitées.

### **Les effets prédits et observés**

Le suivi post-restauration du Vieux-Rhône et des lônes a débuté en automne 2004 (Olivier et al., 2005a, 2006, 2007).

Les modélisations de qualité de l'habitat indiquent que l'augmentation du débit devrait favoriser les espèces de poissons 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 m<sup>3</sup>/s. Les résultats obtenus (proportions d'espèces d'eaux courantes) depuis 2004 sont très variables et ceux de 2006 sont très voisins de ceux de la période 1996-2003 et contrastés par rapport à ceux de 2005. L'effet du changement de débit réservé doit être révélé par une augmentation des effectifs de certaines espèces. On ne pourra conclure sur cet effet que lorsqu'il sera possible de montrer que les juvéniles de l'année des espèces « d'eaux courantes », qui constituent aujourd'hui la plus grosse part des effectifs échantillonnés, auront intégré les classes d'âges supérieures de la population et seront donc en mesure d'augmenter ultérieurement les effectifs de géniteurs. Il devrait en découler un renforcement des populations avec des structures d'âges plus équilibrées. Les 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.

Concernant les macro-invertébrés du chenal, les prédictions issues de la modélisation prévoient une augmentation de la densité des taxons rhéophiles. Cependant à Chautagne, cette augmentation sera probablement moins forte que dans les deux autres secteurs les conditions hydrauliques pré-restauration étant déjà propices aux taxons rhéophiles. Les prédictions issues de la modélisation prévoient également une diminution de la densité des taxons limnophiles dans le chenal.

Les données post-restauration de Chautagne peuvent paraître décevantes. Ces résultats montrent en effet que seuls les taxons limnophiles répondent dans le sens des prédictions du modèle FSTress. Cependant, il faut noter que la validation du modèle FSTress ne se fera que sur du long terme et il n'est pas étonnant que la première campagne post-restauration ne nous révèle pas immédiatement les attendus. De plus, des paramètres indépendants à la restauration viennent troubler ces résultats. En effet, les variations des débits journaliers dues à la gestion des barrages notamment les semaines précédant l'échantillonnage de la campagne de 2006 ont probablement eu des effets sur les peuplements faunistiques en place. De plus, l'implantation de l'espèce invasive *Dikerogammarus villosus* pendant les travaux de restauration du Haut Rhône pose en effet un réel problème.

D'un point de vue sédimentaire, 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. Dans la lône du Brotalet, la sédimentation est plutôt sableuse et le taux de sédimentation est très hétérogène au sein de la lône, le fait que la lône devienne courante lorsqu'elle est connectée par l'amont (en crue) devrait limiter le processus de sédimentation. La sédimentation dans la Lône de la Malourdie est de type limono-argileuse (30/40 microns). Il est encore trop tôt pour calibrer un modèle de sédimentation sur les données post-restauration.



*Figure 3.1.2 Lône de la Malourdie après restauration*



*Figure 3.1.3 Lône du Brotalet après restauration*

### **3.2 Belley**



*Figure 3.2.1 Le Vieux-Rhône de Belley*

#### **Le site, l'état initial**

Le Vieux-Rhône de Belley renferme une grande diversité d'habitats tant dans le Vieux-Rhône lui-même que dans ses annexes. Il est connecté au Lac du Bourget par le Canal de Savières et reçoit le Sérans, affluent de rive droite. Trois seuils importants ont été édifiés dans le Vieux-Rhône (Fournier, Lucey et Yenne), ce qui induit la présence en amont de ces ouvrages de secteurs plus lenticulaires. Les mesures réalisées pour la définition de l'état initial avant restauration concernaient les poissons et les invertébrés benthiques du chenal, les invertébrés benthiques de 7 îlots (Béard, Fournier, Luisettes, Moiroud, Îlot d'En l'île, Lucey), les poissons dans 5 îlots (Béard, Fournier, Luisettes, Moiroud, Anse de Yenne - Îlot d'En l'île), la végétation aquatique de 4 îlots (Luisettes, Moiroud, Béard et Fournier) et le suivi sédimentologique de 6 îlots (Luisettes, Moiroud, Fournier, Béard, Lucey, Anse de Yenne).

Le Vieux-Rhône 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 coexistence de bras latéraux plus ou moins actifs ; de zones protégées du courant, de basses de convexité et de chenaux très courants permettent d'expliquer la richesse faunistique de ce secteur. Le Vieux-Rhône abrite des espèces très exigeantes vis-à-vis des conditions hydrauliques et physico-chimiques comme l'ombre commun, la truite fario et quelques cyprinidés rhéophiles et des espèces plus caractéristiques des milieux stagnants comme la tanche ou le gardon. On retrouve dans ce Vieux-Rhône une faune caractéristique du Rhône. L'examen des structures de tailles des poissons capturés a montré que pour les espèces pour lesquelles les effectifs échantillonnés étaient suffisants, les poissons appartenaient à plusieurs classes d'âge, ce qui témoigne du bon fonctionnement des populations. 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.

En ce qui concerne les invertébrés du chenal, les résultats présentés ici sont issus des trois campagnes d'échantillonnage pré-restauration réalisées en 2002 et 2003 :

- Au cours de ces campagnes, 98 taxons ont été échantillonnés.
- Le peuplement typique d'un épipotamon présente une faune mixte de taxons spécifiques des grandes rivières (e.g. *Potamanthus luteus*) et de taxons rencontrés sur de plus petits cours d'eau (e.g. *Leuctra*, *Baetis*) très fortement dominée par les espèces ubiquistes du genre *Gammarus*.
- La plupart des taxons rencontrés dans ce secteur sont eurythermes et donc capables de supporter des variations importantes de température de l'eau.
- Pour l'essentiel, les taxons sont oligotrophes ou mésotrophes témoignant d'une assez bonne qualité biologique du secteur.
- On peut souligner la présence de 4 espèces invasives *Dugesia tigrina*, *Dreissena polymorpha*, *Potamopyrgus antipodarum* et *Physella acuta*.
- Les taxons dominants présentent une forte affinité pour des habitats à substrat grossier recouvert d'algues filamenteuses ou une forte affinité pour des habitats avec accumulation de matière organique.
- La plupart des taxons échantillonnés ne se répartissent pas au hasard dans le milieu mais présentent des préférences marquées pour des contraintes hydrauliques particulières exercées au fond du cours d'eau.

Les communautés d'invertébrés aquatiques étudiées dans les lônes du secteur de Belley dans le cadre de l'établissement de l'état initial traduisaient, par les variations de leur composition taxonomique, une organisation le long d'un gradient d'influence par le fleuve. Sur ce gradient, les lônes de l'île Béard et Moiroud sont relativement peu influencées par le chenal principal. A l'intérieur de chaque lône, une diversification s'opère entre l'amont, généralement caractérisé par des "mouilles" plus ou moins isolées (Fournier, Luisettes, Moiroud, Béard) et pouvant accueillir des taxons typiques de petits milieux stagnants, et l'aval, ouvert sur le fleuve et présentant classiquement une affinité faunistique plus forte avec lui (Fournier, Moiroud, Béard).

Les métriques calculées à partir des données faunistiques tendent à décrire un ensemble relativement homogène de lônes. Cette observation est à mettre en relation avec le fait que ces milieux - à l'échelle de l'ensemble des anciens chenaux fluviaux rhodaniens - peuvent être considérés comme assez homogènes du point de vue géomorphologique et hydrologique (parapotamons globalement très influencés par le Rhône). D'un point de vue fonctionnel, les communautés échantillonnées étaient composées en moyenne d'un tiers d'individus appartenant à des taxons à affinité potamique. Elles étaient dominées par des invertébrés utilisant de la matière organique benthique fine et pouvant accomplir plus d'un cycle de développement annuel. Le contrôle prédateurs / proies y était équilibré.

Les métriques basées sur les richesses taxonomiques et le statut des espèces ont permis de singulariser certaines lônes. Les lônes Béard (coléoptères aquatiques de milieux stagnants) et Fournier (forte richesse en espèces potentiellement "patrimoniales" et en trichoptères et d'éphéméroptères) sont ainsi mises en évidence par plusieurs métriques pour leur richesse taxonomique élevée.

Les espèces exogènes, essentiellement des mollusques, étaient présentes dans toutes les lônes et atteignaient leur abondance relative maximale dans les lônes les plus influencées par le fleuve (Chantemerle, Fournier). Elles étaient absentes de la Lône Béard.

Le diagnostic floristique (macrophytes) établi sur les 4 lînes échantillonnées en 2003 avant restauration était le suivant :

1. la lîne Béard était fortement soumise aux processus d'alluvionnement. Les communautés végétales rencontrées étaient caractéristiques des milieux eutrophes (riches en éléments nutritifs). Les apports en eaux souterraines étaient nuls dans la partie amont de la lîne et très faibles en aval.
2. La lîne Fournier présentait également des caractéristiques de milieu eutrophe, avec des processus d'érosion élevée (chenal de crue) et de forts apports en eaux souterraines.
3. La lîne des Luisettes avait été découpée en 2 zones floristiques :
  - a. une zone aval possédant des conditions d'habitat méso-eutrophes à eutrophes, avec des processus d'érosion élevés et des apports d'eaux souterraines significatifs ;
  - b. une zone amont de type méso-eutrophe subissant des épisodes d'érosion importants et recevant des apports d'eaux souterraines très significatifs.
4. La lîne Moiroud était colonisée par des espèces de milieux eutrophes, elle était dominée par une espèce invasive (*Elodea nuttallii*). Cette lîne se comblait progressivement (fort alluvionnement) et son alimentation par des eaux souterraines était très réduite.

### La restauration (2004-2005)

Le débit réservé a été modifié en juillet 2005 selon les modalités suivantes :

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
60 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	60	90	100	90	80	80	80	60	60	60	60

Parmi les neuf lînes faisant l'objet d'un projet de réhabilitation (Anse de Chanaz, Lîne d'Orgeval, Lîne des Luisettes, Lîne Moiroud, Lîne de l'Île Béard, Lîne Fournier, Lîne de Lucey, Anse de Yenne Lîne d'en l'île, Lîne de Virignin) cinq sont intégrées au suivi écologique du programme de restauration (Lîne des Luisettes, Lîne Moiroud, Lîne de l'Île Béard, Lîne Fournier, Anse de Yenne Lîne d'En l'Île). La description de l'état initial porte donc sur le Vieux-Rhône *sensu-stricto* (chenal actif) et les 5 annexes retenues. Les thématiques retenues dans le Vieux Rhône concernent les poissons et les macro-invertébrés ; dans les lînes, elles concernent la géomorphologie, la végétation aquatique et les macro-invertébrés.

### Les effets prédits et observés

Le suivi post-restauration du Vieux-Rhône et des lînes a débuté en automne 2005 (Olivier et al., 2005a, 2006, 2007).

Dans le Vieux-Rhône, les résultats de l'échantillonnage de la faune piscicole réalisé en septembre 2006 et 2007 confirment les connaissances acquises en 2004 et 2005. 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 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...). 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). La proportion « d'espèces d'eaux courantes » est relativement stable sur la période considérée (2004-2007), ceci est dû à la diminution des effectifs de hotus, de vandoises et d'ombres communs échantillonnés en 2006 et 2007. Les observations futures permettront de statuer sur la réponse effective des communautés de poissons suite à l'augmentation de débit réservé.

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. Elle est 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) mais les densités sont faibles, 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 peu d'espèces 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 traduisant sa connexion avec le chenal principal.

Concernant les macro-invertébrés du chenal, Le modèle hydraulique utilisé prévoit une augmentation des proportions de contraintes hydrauliques fortes avec une augmentation des débits et donc une augmentation potentielle d'habitats favorables aux espèces rhéophiles. Les prédictions issues de la modélisation prévoient en effet une augmentation de la densité des taxons rhéophiles et cette augmentation serait plus importante pour ce secteur que pour Chautagne, les conditions hydrauliques propices aux rhéophiles deviendraient à Belley largement plus importantes après qu'avant restauration. Les prédictions issues de la modélisation prévoient également une diminution de la densité des taxons limnophiles dans le chenal et cette diminution serait plus importante dans ce secteur. Ces prédictions seront validées par les campagnes post-restauration en cours.

La première campagne post-restauration de suivi de la végétation aquatique a été réalisée en 2007.

### *Lône Béard*

La communauté végétale aquatique de la Lône Béard montre une hétérogénéité amont-aval.

La richesse spécifique ayant augmenté entre 2003 et 2007 à l'amont avec l'apparition d'espèces indicatrices d'apports phréatiques. Le peuplement dominant témoigne de **conditions eutrophes** et de la présence **d'apports phréatiques** et de **processus d'alluvionnement**.

Dans la partie médiane, le curage réalisé en 2005 a entraîné de grandes modifications du peuplement végétal. La richesse spécifique a fortement augmenté (passage de 11 espèces à 21 espèces), 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. Le peuplement dominant témoigne de **conditions mésotrophes** et de la **présence d'apports phréatiques** (*Sparganium emersum*, *Potamogeton natans*, *Berula erecta*), d'un niveau de **perturbations moyen** et de la présence de **processus d'alluvionnement** (*Phalaris arundinacea*, *Ranunculus fluitans*, *Glyceria fluitans*, *Potamogeton crispus*).

Dans la partie aval, *Elodea nuttallii*, espèce invasive, est toujours dominante, même si son abondance a légèrement diminué. Le curage de cet espace e réalisé en 2005 ne modifie pas significativement le peuplement végétal présent. Les mêmes espèces sont présentes, avec des abondances similaires. Le peuplement dominant témoigne de **conditions méso-eutrophes** avec des **apports phréatiques moyens** (*Sparganium emersum*, *Potamogeton natans* et *Berula erecta*), d'un niveau de **perturbation moyen** et de l'existence de **processus d'alluvionnement** (*Elodea nuttallii*, *Phalaris arundinacea*).

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

### *Lône Fournier*

Dans la Lône Fournier, une forte diminution de la richesse spécifique est visible (passage de 13 espèces à 6 espèces) entre 2003 et 2007. 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. 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.

### *Lône des Luisettes*

La richesse spécifique a fortement diminuée dans la partie amont 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 du 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. Le peuplement dominant témoigne de **conditions mésotrophes**,

**d'apports phréatiques faibles, d'un niveau de perturbations moyen et de la présence de processus d'alluvionnement.**

Dans la partie aval de la Lône des Luisettes, une diminution de la richesse spécifique est visible entre 2003 et 2007. 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. Le peuplement dominant témoigne de **conditions mésotrophes, d'apports phréatiques faibles, d'un niveau de perturbations moyen et de la présence de processus d'alluvionnement.**

#### *Lône Moiroud*

Entre 2003 et 2007, la richesse spécifique a augmenté 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. Le peuplement dominant témoigne de **conditions eutrophes, d'apports phréatiques faibles, d'un niveau de perturbations moyen et de la présence de processus d'alluvionnement.**

D'un point de vue sédimentaire, le suivi a pour objectif d'apprécier le type de fonctionnement des lônes restaurées : chenaux secondaires à écoulement vif sans sédimentation fine (Fournier Luisettes, Lucey, Anse de Yenne) ou bras morts enregistrant une sédimentation fine (Moiroud par exemple). Les mesures post-restauration sont encore trop insuffisantes pour conclure quant à la durée de vie potentielle des bras restaurés.

### **3.3 Brégnier-Cordon**



*Figure 3.3.1 Le Vieux-Rhône de Brégnier-Cordon*

#### **Le site, l'état initial**

Le site de Brégnier-Cordon se distingue des deux secteurs de Chautagne et Belley par une richesse en bras secondaires et lônes plus importante ainsi qu'un débit réservé plus élevé

quelle que soit la saison. Il reçoit le Guiers, affluent savoyard. Une passe à poissons édifée à la confluence permet la circulation des poissons entre le Rhône et cet affluent.

L'état initial du Vieux-Rhône avant réhabilitation a été réalisé entre 2002 et 2005 (Olivier *et al.*, 2005b).

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, le barbeau fluviatile, le spiralin et le hotu. Le chevaine est l'espèce qui présente la plus forte fréquence d'occurrence dans tous les milieux prospectés. Les espèces limnophiles (bouvière, épinoche, tanche) sont également présentes en amont et en aval du seuil mais avec des effectifs très faibles. 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)).

En ce qui concerne les invertébrés du chenal, les résultats présentés ici sont issus des trois campagnes d'échantillonnage pré-restauration réalisées en 2002 et 2003 :

- Au cours de ces campagnes, 108 taxons ont été échantillonnés avec un effort d'échantillonnage deux fois supérieur à celui des campagnes pré-restauration des secteurs de Chautagne et de Belley.
- Le peuplement typique d'un épiptamon présente une faune mixte de taxons spécifiques des grandes rivières (e.g. *Potamanthus luteus*) et de taxons rencontrés sur de plus petits cours d'eau (e.g. *Leuctra*, *Baetis*) très fortement dominée par les espèces ubiquistes du genre *Gammarus*.
- On peut souligner la présence de 6 espèces invasives *Dugesia tigrina*, *Corbicula fluminea*, *Dreissena polymorpha*, *Potamopyrgus antipodarum*, *Physella acuta* et *Orconectes limosus*. Les deux espèces *Corbicula fluminea* et *Orconectes limosus* sont rencontrées uniquement à Brégnier-Cordon. Les corbicules sont bien implantées dans ce secteur alors que l'écrevisse américaine n'est rencontrée qu'une fois dans nos échantillons.
- Les taxons dominants présentent une forte affinité pour des habitats à substrat grossier recouvert d'algues filamenteuses ou une forte affinité pour des habitats avec accumulation de matière organique.
- La plupart des taxons rencontrés dans ce secteur sont eurythermes et donc capables de supporter des variations importantes de température de l'eau.
- Pour l'essentiel, les taxons sont oligotrophes ou mésotrophes témoignant d'une assez bonne qualité biologique du secteur.
- La composition du peuplement des invertébrés de Brégnier-Cordon présente des similitudes avec celui de Belley, mais diffère fortement avec celui de Chautagne avec notamment une proportion de taxons rhéophiles plus faibles à Brégnier-Cordon.
- Nos résultats montrent que la plupart des taxons échantillonnés ne se répartissent pas au hasard dans le milieu mais présentent des préférences marquées pour des contraintes hydrauliques particulières exercées au fond du cours d'eau.

- Le modèle hydraulique utilisé prévoit une augmentation des proportions de contraintes hydrauliques fortes avec une augmentation des débits et donc une augmentation potentielle d'habitats favorables aux espèces rhéophiles.

Quel que soit le débit, le pourcentage de contraintes fortes est toujours moins important dans le secteur de Brégnier-Cordon que dans le secteur de Chautagne.

Six lînes ont été sélectionnées pour le suivi des macro-invertébrés : Ganges, Molottes, Plaine, Ponton, Mathan, Vachon. Elles constituent un ensemble diversifié du point de vue de la composition des communautés d'invertébrés. Cette composition est en grande partie déterminée par le degré de permanence des plans d'eau et leur connexion éventuelle avec le fleuve. Les lînes de la Plaine et du Ponton sont les plus riches et les plus diversifiées. Les petites "mouilles" présentes à l'amont de ces lînes sont particulièrement remarquables à ce titre et constituent des sites préférentiels pour le maintien de la diversité biologique aquatique. La lîne de la Plaine héberge de plus un mollusque (*Anisus vorticulus*) incorporé en 2004 dans l'annexe de la Directive Habitats de l'Union Européenne. Elle nécessite donc surveillance et protection de son habitat. Cette découverte confirme l'importance du secteur alluvial de Brégnier-Cordon à l'échelle européenne. Il est recommandé de ne pas intervenir sur le site de la lîne de la Plaine et de limiter les interventions sur l'amont de la lîne du Ponton.

Le diagnostic floristique (macrophytes) établi sur les 4 lînes échantillonnées en 2004 avant restauration était le suivant :

1. La lîne de Chantemerle était fortement soumise à la dynamique fluviale et aux processus d'alluvionnement (substrat limoneux). Les communautés végétales rencontrées étaient caractéristiques des milieux mésotrophes et eutrophes (riches en éléments nutritifs, qualité physico-chimique de l'eau similaire à celle du Rhône). Cette lîne a été ouverte à l'amont en 1993 Les apports en eaux souterraines sont nuls.
2. La lîne des Molottes a été découpée en trois zones : amont, intermédiaire et aval.
  - a. La zone amont était un milieu eutrophe qui présentait la plus forte diversité floristique, depuis 1996 cette partie subit un processus d'alluvionnement, dans cette zone les apports en eaux souterraines sont nuls.
  - b. La partie intermédiaire était colonisée par des héliophytes de grande taille (*Phragmites* et *Impatiens*) traduisant l'atterrissement de la zone, la richesse spécifique était très faible. Il n'y avait pas d'alimentation en eaux souterraines et les exondations étaient fréquentes.
  - c. La zone aval était également une zone eutrophe, subissant des processus d'alluvionnement en progression depuis 1996, et de rares exondations.
3. La lîne des Granges était entrecoupée de nombreux bouchons alluviaux. Le peuplement floristique des mouilles était assez homogène et les espèces traduisaient des conditions méso-eutrophes et n'indiquaient pas d'apports en eaux souterraines. Cette lîne subissait des processus d'érosion importants (substrat grossier).
4. Le peuplement de la lîne Ponton était constitué d'une seule zone floristique peu diversifiée (3 à 6 espèces par transect). Il était dominé par *Phalaris*

*arundinacea*, *Phragmites australis* et *Polygonum hydropiper*. Le milieu était eutrophe, des apports en eaux souterraines existaient, les exondations étaient très fréquentes.

5. La lône de la Plaine présentait un niveau de trophie méso-eutrophe, les perturbations (hydrologiques) étaient peu fréquentes et les apports en eaux souterraines existaient et leur intensité était faible, cette lône ne contenait pas l'espèce exotique *Elodea nuttallii*.

### La restauration (2005-2006)

Le site de Brégnier-Cordon a fait l'objet de travaux de réhabilitation de lônes 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.

Neuf lônes ont été réhabilitées selon des modalités diverses (ouverture à l'amont et à l'aval – Vachon, Mattant, Ilon, Cerisiers –, ouverture à l'aval – Molottes, Ponton).

### Les effets prédits et observés

Le suivi post-restauration a débuté à l'automne 2006 et les résultats des mesures sont encore trop succincts pour permettre une analyse pertinente des effets de la restauration (Olivier *et al.*, 2007a).

L'échantillonnage des poissons du chenal n'a pas donné de résultats très différents de ceux recueillis pour l'état initial. 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)) montre une augmentation de la proportion d'espèces d'eaux courantes après restauration. Ceci tient principalement à l'augmentation des effectifs d'ablettes et de barbeaux fluviatiles, ces deux espèces étant majoritairement représentées par des juvéniles de l'année. En conséquence, ce résultat doit être interprété dans ce contexte et relativisé en regard de l'évolution à moyen terme du peuplement piscicole du Vieux-Rhône de Brégnier-Cordon.

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

Il est encore trop tôt pour statuer sur le fonctionnement des ces lînes et leur rôle effectif pour les populations de poissons mais certaines d'entre elles comme la Lîne des Molottes ou du Ponton semblent constituer d'ores et déjà des zones de fraie et de croissance pour plusieurs espèces.

Pour les invertébrés du chenal, les prédictions issues de la modélisation prévoient en effet une augmentation de la densité des taxons rhéophiles et cette augmentation serait plus importante pour ce secteur que pour Chautagne, les conditions hydrauliques propices aux rhéophiles deviendraient à Brégnier-Cordon largement plus importantes après qu'avant restauration. Les prédictions issues de la modélisation prévoient également une diminution de la densité des taxons limnophiles dans le chenal. Ces prédictions seront validées par les campagnes post-restauration prévues en 2008.

Le suivi post-restauration des macro-invertébrés et de la végétation des lînes débutera en 2008.

### **3.4 Miribel-Jonage**



L'étude pré-restauration du secteur de Miribel-Jonage a débutée en automne 2007 par une première campagne d'échantillonnage des poissons. Les échantillonnages seront poursuivis en 2008 et 2009.

### **3.5 Pierre-Bénite**



*Figure 3.5.1 Le chenal de Pierre-Bénite après augmentation du débit*

#### **Le site, l'état initial**

Le vieux Rhône de Pierre-Bénite et sa plaine alluviale, parcourue par quelques anciens bras secondaires, ne sont situés qu'à quelques kilomètres à l'aval de la ville de Lyon. Le chenal du vieux Rhône, long de 10 km, n'est pas très pentu mais comporte cependant deux zones rapides bien marquées. Le chenal est peuplé par des assemblages typiques du bas Rhône : une trentaine d'espèces de poissons dominés par le chevesne et le gardon. Les anciens bras secondaires sont peu nombreux et en partie aménagés, avec en particulier la base de loisirs de Vernaison construite à l'aval du bras de Jaricot.



lône de Jaricot avant restauration

#### **La restauration (1999-2000)**

Le vieux Rhône de Pierre-Bénite a été le premier site restauré au cours du programme, avec comme objectif de retrouver un fleuve courant et des bras secondaires diversifiés. Le débit minimum dans le vieux Rhône était de  $20 \text{ m}^3/\text{s}$  du 1er avril au 31 août et de  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  du 1er septembre au 31 mars. Ce débit a été augmenté à  $100 \text{ m}^3/\text{s}$  après la mise en service (en août 2000) d'une centrale hydro-électrique au niveau du barrage de Pierre-Bénite. Parallèlement, trois anciens bras latéraux (Ciselande, Jaricot, Table ronde) ont été restaurés

dès 1999. Ces milieux ont été recreusés, et l'un deux (Ciselande) a été reconnecté au vieux Rhône par l'amont. Le suivi de l'incidence des opérations de restauration a débuté en 1995.



lône de Jaricot après restauration

### Les effets prédits et observés

Au sein du chenal principal, la hauteur d'eau moyenne au débit minimum a doublé et la vitesse moyenne a été multipliée par cinq après augmentation du débit minimum. La structure des communautés de poissons a été fortement modifiée, conformément aux prédictions scientifiques réalisées sur le site : la proportion des poissons typiques des eaux courantes (barbeau fluviatile, hotu, ablette, vandoise) est passée de 14% à 46%. Ce changement est dynamique et a concerné en priorité les jeunes stades, via une amélioration des conditions de reproduction. On note également un changement significatif de la structure des communautés de macroinvertébrés du chenal, avec une plus large répartition des taxons potamiques et/ou rhéophiles (ex : *P. pusilla*, *B. fuscatus*, *A. fluviatilis*), antérieurement présents mais localisés. Certains invertébrés typiques de grands fleuves sont apparus, ainsi que quelques espèces invasives pour lesquelles le phénomène se produit à l'échelle du fleuve. Seul un prolongement du suivi indiquera la pérennité de ces changements biologiques.

#### Ont augmenté

Vandoise	X4
Hotu	X4
Ablette	X5
Spirilin	+50%



#### Ont diminué

Pseudorasbora	/6
Loche franche	/6
Chabot	/2
Perche soleil	/2

Au sein des trois anciens bras réhabilités, des comportements hydro-morphologiques moyens bien tranchés et des patrons spatiaux différents ont été observés : une sédimentation faible et grossière dans Ciselande (bras secondaire courant), une sédimentation fine et importante sur Table Ronde (bras connecté à l'aval par retour d'eau) et une situation

intermédiaire sur Jaricot (bras passant en fortes crues). Les taux de sédimentation et la granulométrie indiquent également une diversité intra-bras restaurée par les travaux. Le suivi des macrophytes aquatiques dans les bras reflète cette diversité d'habitat et révèle une recolonisation spontanée des bras restaurés résultant de leur connectivité. Malgré une diminution des nombres d'espèces dans Jaricot et Ciselande entre 2000 et 2002, ceux-ci restent supérieurs en moyenne à ceux observés dans les bras latéraux du Haut-Rhône et de la Saône. La sédimentation rapide observée dans les bras restaurés (ainsi que des problèmes d'eutrophisation localisés) pose toutefois la question de la pérennité de la restauration physique de ces milieux et a conduit à un entretien régulier.

### **3.6 Péage-de-Roussillon**

Quelques sites échantillonnés sont présentés ci-dessous (figures 3.6.1, 3.6.2, 3.6.3, 3.6.4).



*Figure 3.6.1 Vieux Rhône de Péage-de-Roussillon juste en aval du seuil d'Arcoules.*



*Figure 3.6.2 Lône de la Platière (secteur amont)*



*Figure 3.6.3 Lône du Noyé Nord*



*Figure 3.6.4 Lône de l'Ilon*

La date de restauration du secteur de Péage-de-Roussillon est encore incertaine. Néanmoins les scénarii de modification de régie de débit réservé et de réhabilitation des lônes et des casiers Girardon sont en discussion. Des données biologiques et écologiques existent sur ce secteur, elles proviennent du suivi hydrobiologique de la centrale nucléaire de production électrique de Saint-Alban-Saint-Maurice l'Exil et de la Réserve naturelle de l'Île de la Platière. Ces données n'ont pas été collectées avec les protocoles définis pour le suivi du programme de restauration du Rhône mais elles apportent des informations intéressantes sur l'état du site.

L'échantillonnage réalisé en 2007 concerne la faune piscicole, les invertébrés du chenal et des lônes et l'analyse sédimentologique dans les annexes fluviales.

Dans le cadre du suivi hydrobiologique de la centrale de Saint-Alban-Saint-Maurice, 20 points d'échantillonnage (E.P.A.) sont réalisés à l'aval du seuil d'Arcoules 4 fois par an (figure 3.6.1). L'effort d'échantillonnage est très modeste en regard de celui préconisé dans le cadre du suivi du programme de restauration du Rhône (100 E.P.A). Néanmoins la richesse de ce jeu de données réside dans la durée de l'échantillonnage (1985-2007). Depuis 1985, 29 espèces ont été capturées (figure 3.6.5), le gardon est de loin l'espèce dominante dans ce jeu

de données (41% des effectifs capturés), suivi de l'ablette (19%), de la brème bordelière (10%), du chevaîne et du goujon (7%), de la perche-soleil (5%), du hotu (3%) et de la bouvière (2%). L'anguille est régulièrement capturée et parmi les espèces introduites, le silure devient de plus en plus abondant.

Seulement 16 espèces ont été recensées en octobre 2007 dans le cadre de l'échantillonnage réalisé pour la description de l'état initial avant restauration (100 E.P.A.) (figure 3.6.6). Les trois espèces dominantes sont le gardon (29%), l'ablette (26%), le chevaîne (9%), viennent ensuite la loche franche (8%), le goujon (7%), la perche-soleil (5%), la bouvière (4%), le poisson-chat (7%) et la perche commune (4%).

L'échantillonnage des invertébrés du chenal et des lônes se poursuivra au printemps 2008.

Une analyse détaillée des données collectées (macrophytes) par la Réserve de l'Île de la Platière au cours des dernières années sera pratiquée en 2008 avant un échantillonnage des sites suivis. De même, une analyse synthétique des données collectées par la CNR dans les casiers et dans le cadre de l'avant projet est également programmée pour 2008, elle servira à établir une typologie des casiers afin de sélectionner lesquels seront suivis ultérieurement.

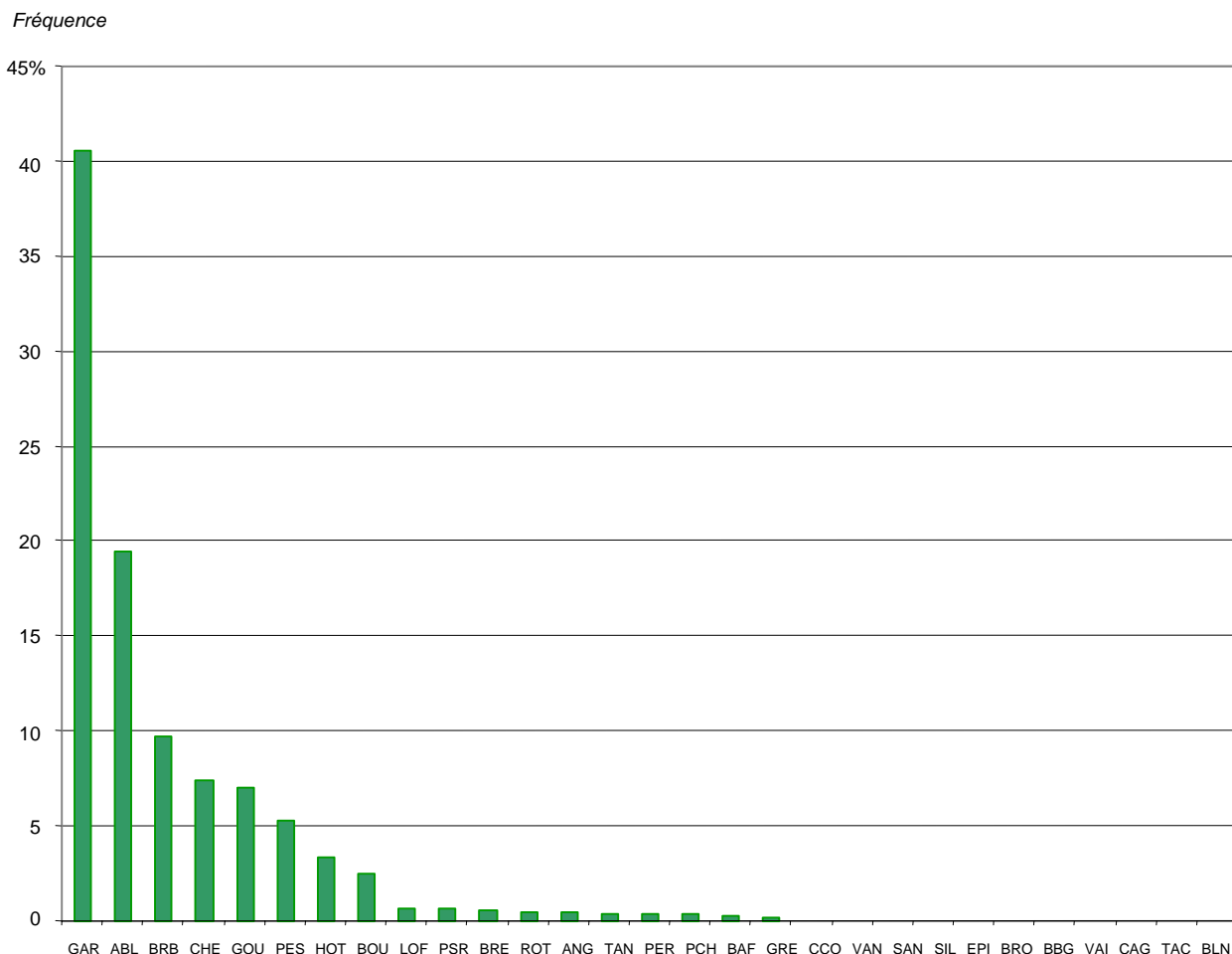


Figure 3.6.5 Abondance relative des différentes espèces de poissons échantillonnées entre 1985 et 2006 dans le Vieux Rhône de Péage de Roussillon (données issues du suivi de la centrale de Saint-Alban/Saint Maurice l'Exil – EDF).

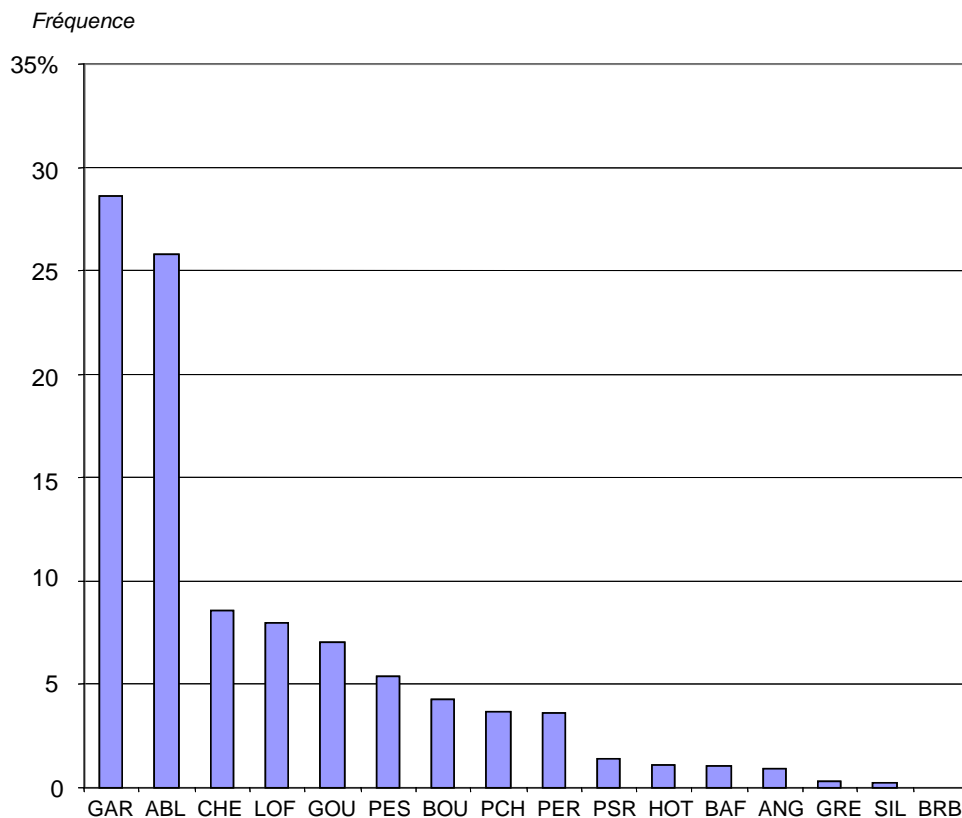


Figure 3.6.5 Abondance relative des différentes espèces de poissons échantillonnées en 2007 dans le Vieux Rhône de Péage de Roussillon.

### 3.7 Montélimar



Figure 3.7.1 Vieux Rhône de Montélimar en octobre 2007.

Le Vieux-Rhône de Montélimar est caractérisé par un lit mineur constitué majoritairement de gros galets ou de blocs très stables, le débit réservé y est relativement faible en regard de la taille du lit. Les faciès courant et très peu profonds couvrent des surfaces très importantes (figure 3.7.1), ils sont colonisés par des végétaux aquatiques très denses (*Ranunculus fluitans* par exemple). Les pêches réalisées en 2006 et 2007 montrent un très fort taux de point d'échantillonnage vides. Les zones courantes et peu profondes sont

propices aux juvéniles des espèces rhéophiles (hotu, ablette) et les habitats plus profonds et courant abritent une population de hotu importante.

Ces résultats devront être approfondis dans les années à venir. L'échantillonnage de macro-invertébrés du chenal planifié en 2008 devrait apporter des informations complémentaires sur les caractéristiques écologiques de ce Vieux-Rhône.

### **3.8 Donzère-Mondragon**

Les premières mesures sont prévues pour 2009.

#### 4) Synthèse

Le suivi scientifique du programme de restauration hydraulique et écologique du Rhône a débuté avec le suivi du secteur de Pierre-Bénite réhabilité en 2000. Depuis 2003 les trois sites du Haut-Rhône (Chautagne, Belley et Brégnier-Cordon) ont été réhabilités et les secteurs de Miribel-Jonage, de Péage-de-Roussillon, de Montélimar et de Donzère-Mondragon devraient à leur tour être restaurés dans les années à venir.

L'ensemble des paramètres mesurés, pour évaluer les effets des augmentations de débits réservés dans le Vieux-Rhône et les changements engendrés par la réhabilitation des annexes fluviales montrent que l'impact du relèvement des débits réservés sur les communautés animales et en particulier les poissons, commence à être mesurable à Pierre-Bénite et que le délai depuis l'augmentation des débits réservés dans les 3 secteurs du Haut-Rhône est encore trop faible pour conclure à un impact effectif dans ces secteurs. Les mesures réalisées à partir des communautés de macro-invertébrés devraient fournir des résultats complémentaires à ceux obtenus avec les poissons.

À l'heure actuelle, les lînes restaurées constituent d'ores et déjà un ensemble diversifié de cas de figures, l'ensemble des mesures réalisées dans ces milieux montre en effet que des « types » différents de lînes sont maintenant présents le long du corridor fluvial. Cet ensemble sera complété par les actions de restauration à venir. Le challenge est aujourd'hui de mesurer les changements fonctionnels engendrés par la restauration de ces milieux, tant à l'échelle des sites qu'à une échelle plus petite (ensembles Haut-Rhône et Bas-Rhône par exemple).

La poursuite du suivi sur les 8 sites candidats à la restauration devrait fournir des données de qualité afin d'apprécier de manière efficace les bienfaits des actions de la restauration fluviale.

## **Annexes thématiques**

## A.1 Les poissons du chenal

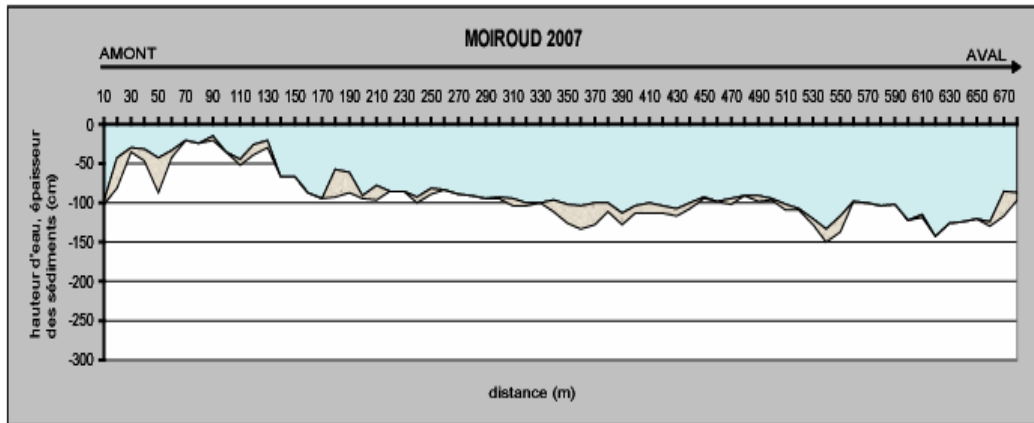
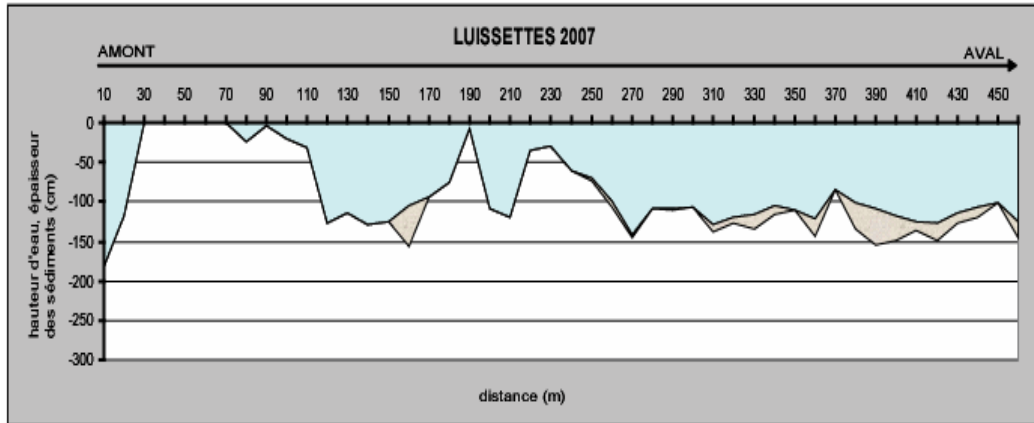
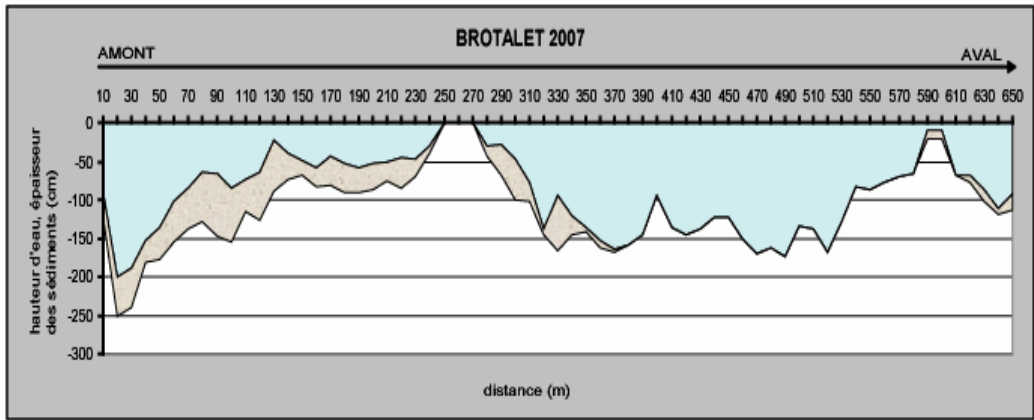
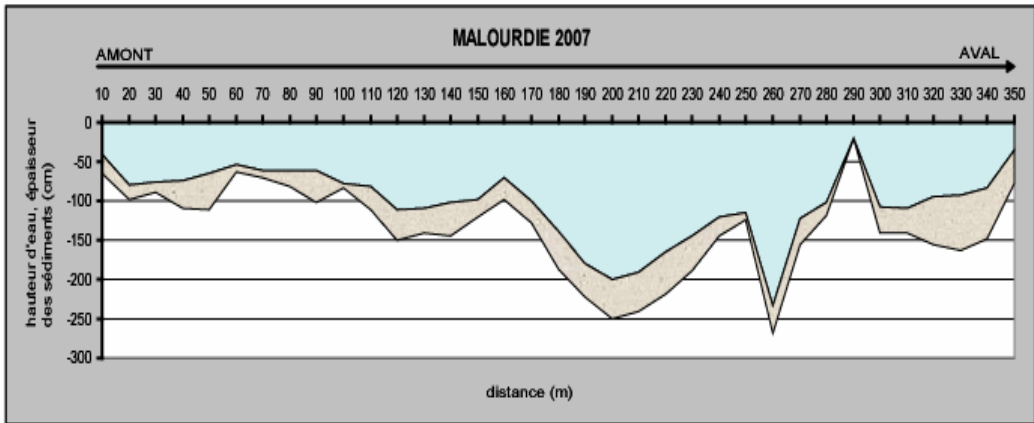
code - Vieux Rhône	Station	Position	groupes_pêches	an_début	an_fin	
CE - Chautagne	CHAUC	aval barrage	CHAUC_b	1999	2003	
			CHAUC_c	2004	2007	
	CHAUD	Malourdie	CHAUD_a	1989	1995	
			CHAUD_b	1996	2003	
			CHAUD_c	2004	2007	
	CHAUE	aval RCC	CHAUE_a	1989	1995	
			CHAUE_b	1996	2003	
			CHAUE_c	2004	2007	
	CHAUI	Mathy	CHAUI_b	1999	2003	
			CHAUI_c	2004	2007	
	BY - Belley	BELLD	amont Lucey 1	BELLD_a	1985	1997
		BELLM	aval Lucey 1	BELLM_a	1985	1997
BELLO		amont Lucey 2	BELLO_b	2003	2004	
			BELLO_c	2005	2007	
BELLP		aval Lucey 2	BELLP_b	2003	2004	
		BELLP_c	2005	2007		
BC - Brégnier-Cordon	BREGD	amont Molottes 1	BREGD_a	1985	1996	
			BREGJ_a	1985	1997	
	BREGV	amont Molottes 2	BREGV_b	2004	2005	
			BREGV_c	2006	2007	
	BREGW	aval Molottes 2	BREGW_b	2004	2005	
		BREGW_c	2006	2007		
MI - Miribel-Jonage	JONS	ensemble de 4 sites	JONS_a	1995	1995	
			JONS_b	2007	2007	
PB - Pierre Bénite	PBE	ensemble	PBE_b	1995	1999	
			PBE_c	2001	2007	
PR - Péage de Roussillon	PEAGD	amont	PEAGD_a	1985	1995	
			PEAGD_b	1997	2007	
	PEAGH	ensemble	PEAGH_b	2007	2007	
MO - Montélimar	RHO	ensemble	RHO_b	2006	2007	

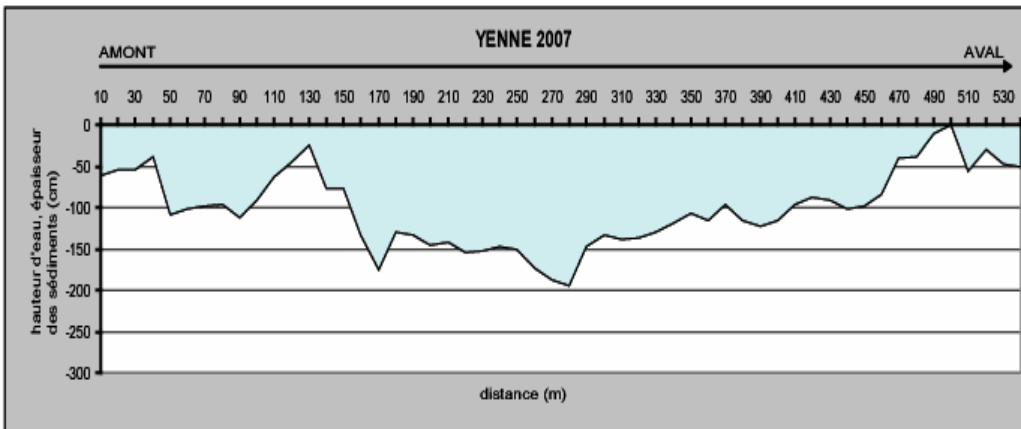
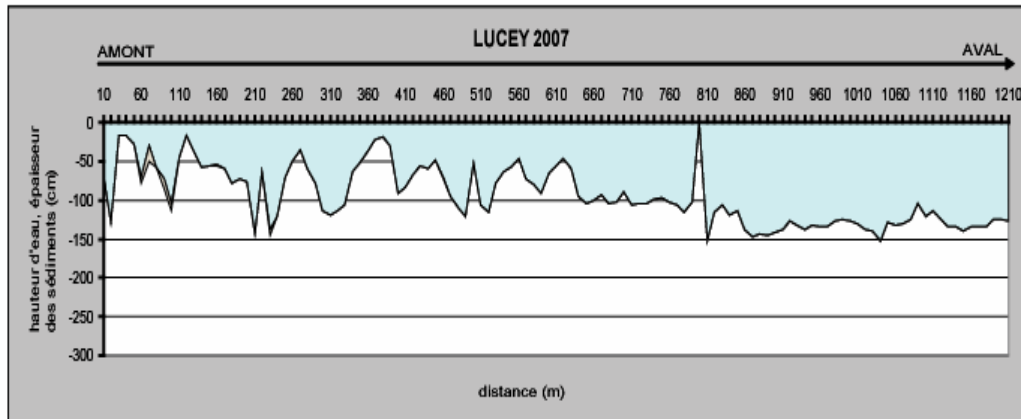
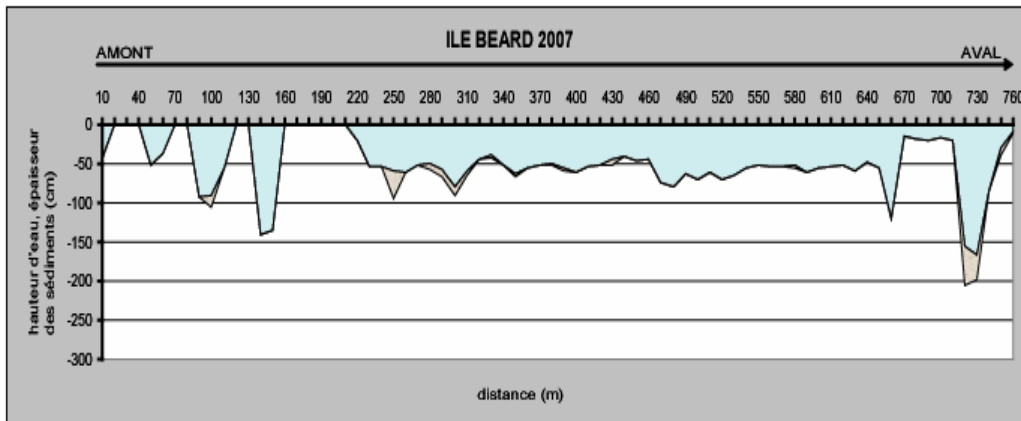
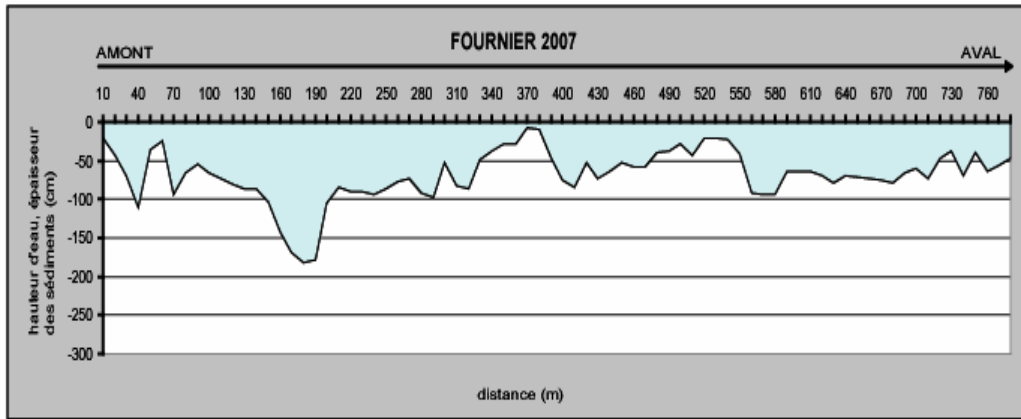
### **A.1.1** Vieux Rhône, codes associés (CNR) et stations de pêches associées.

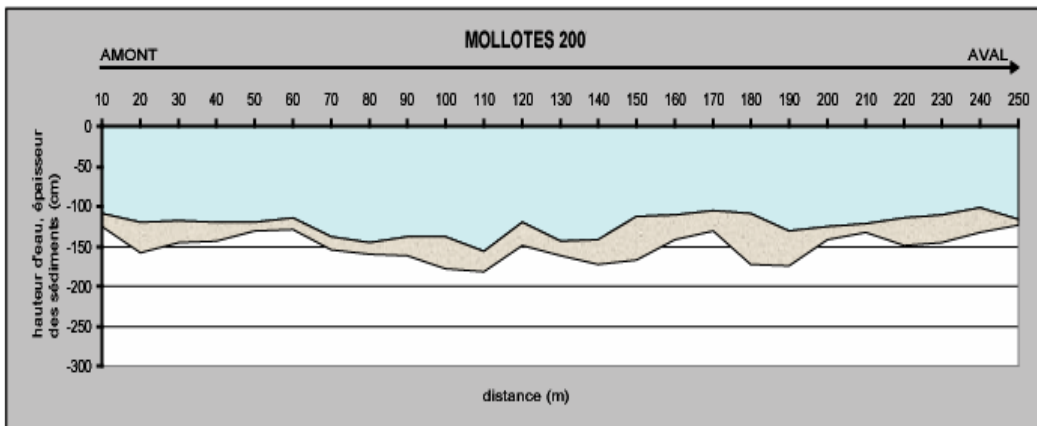
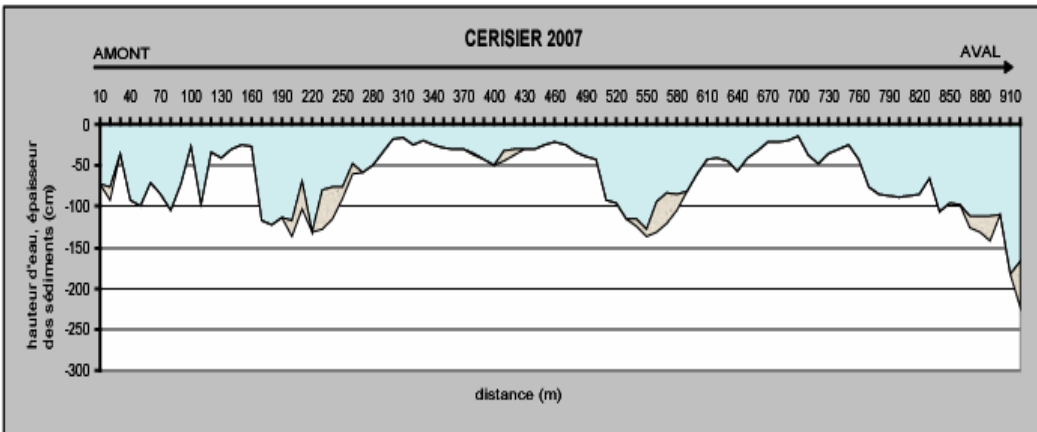
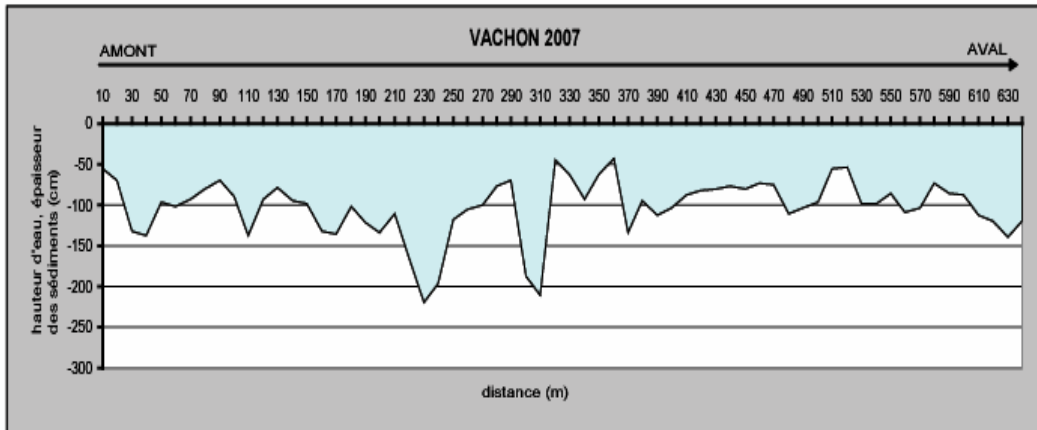
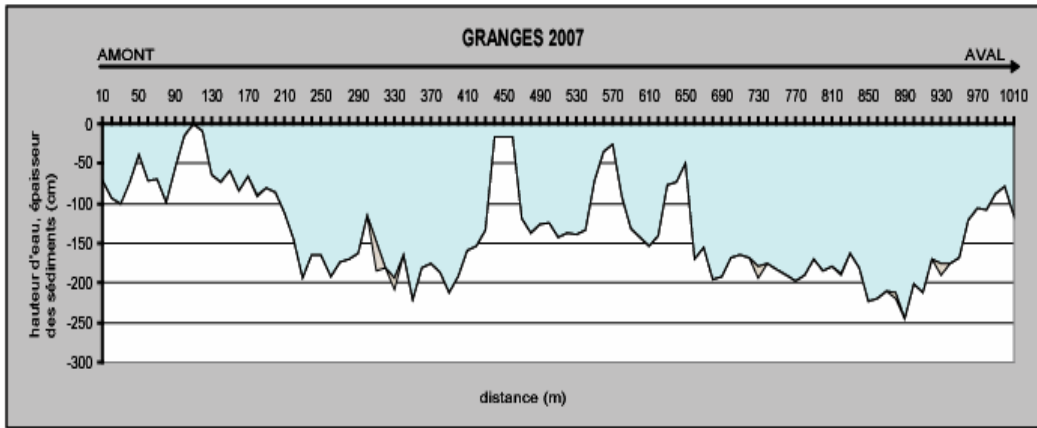
Des groupes de pêches (stations X périodes) sont également définis dans chaque vieux Rhône, les suffixes \_a, \_b, et \_c revoyant à trois périodes : avant l'état initial (a), l'état initial (b) et le post-augmentation de débit (c). Les acronymes de types CE1 ou CE2 utilisés dans le rapport désignent les périodes pré et post-restauration sur un aménagement, soit respectivement l'ensemble des pêches de suffixe \_b et l'ensemble des pêches de suffixe \_c.

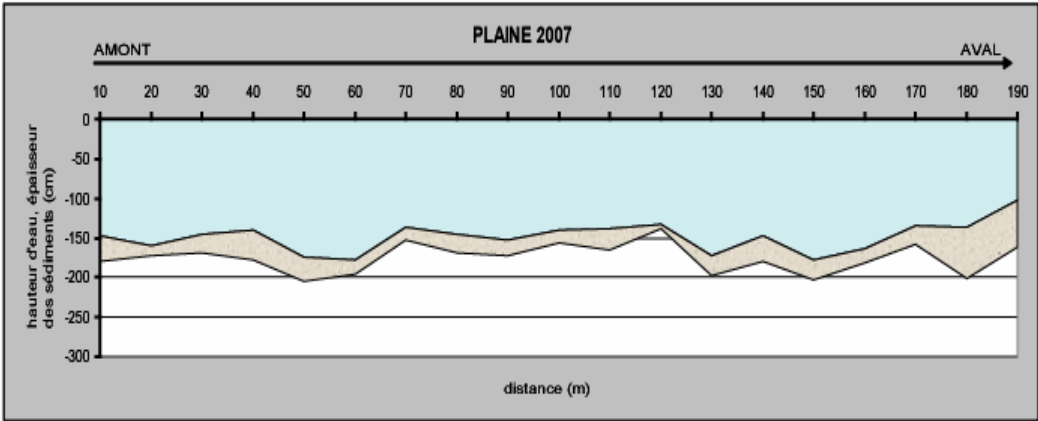
## **A.2 Sédimentation des lônes**

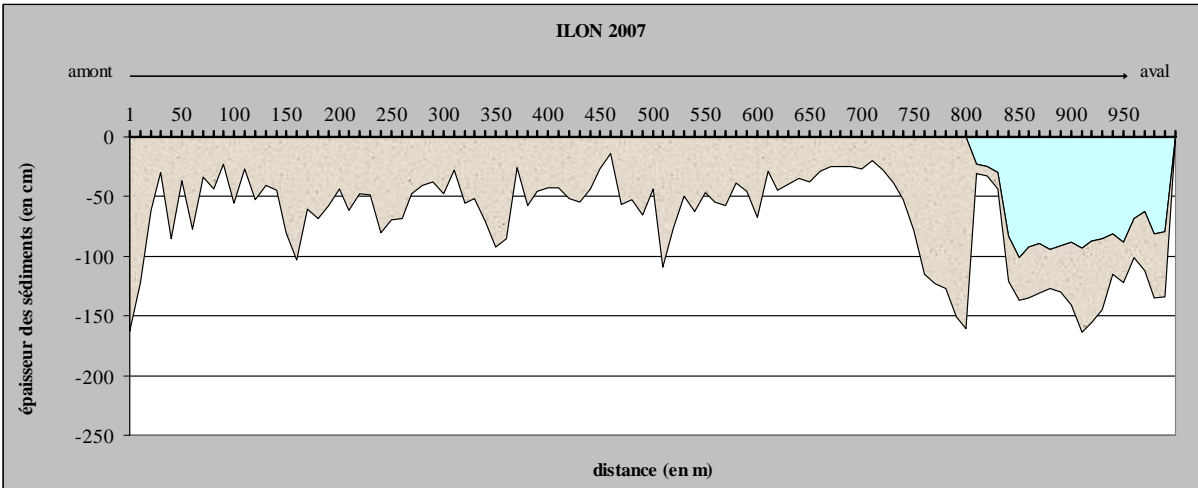
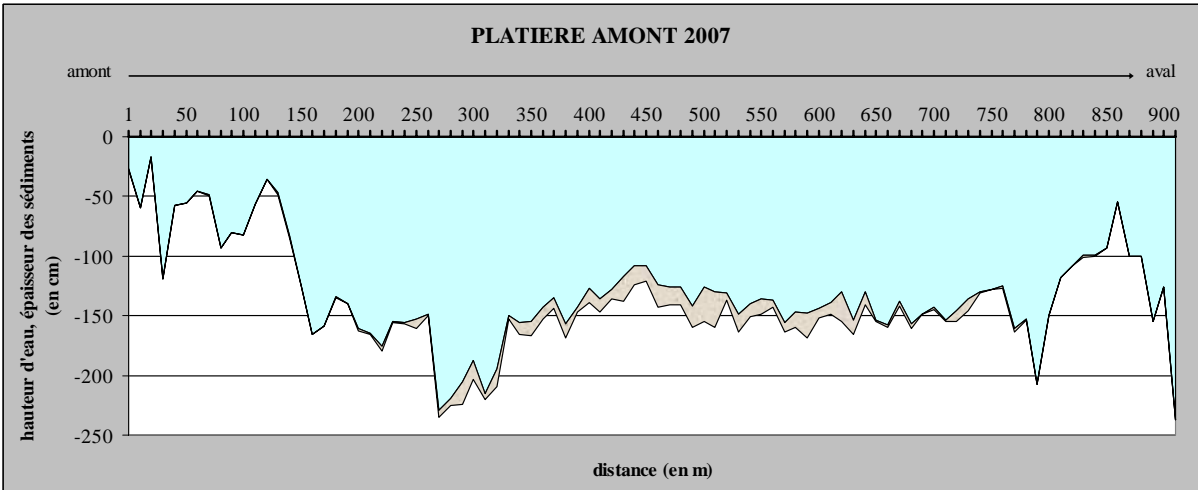
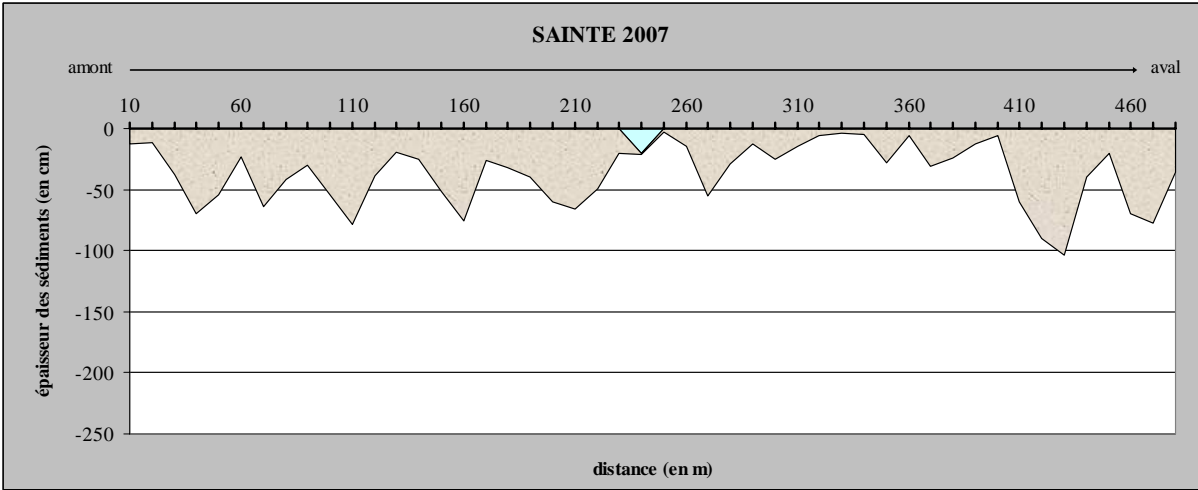
Répartition longitudinale de la hauteur d'eau et de l'épaisseur des sédiments fins  
des lônes du Rhône en 2007

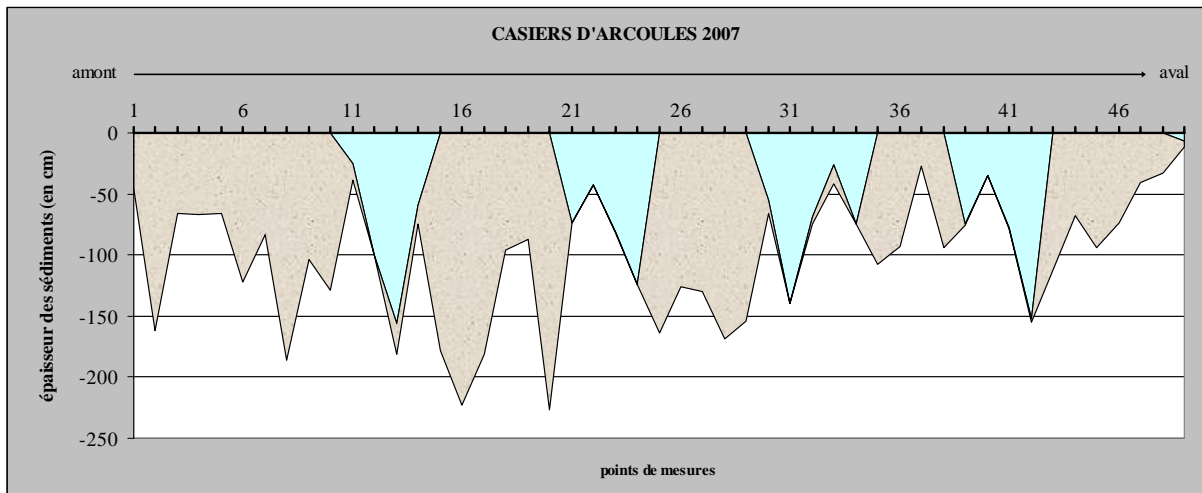
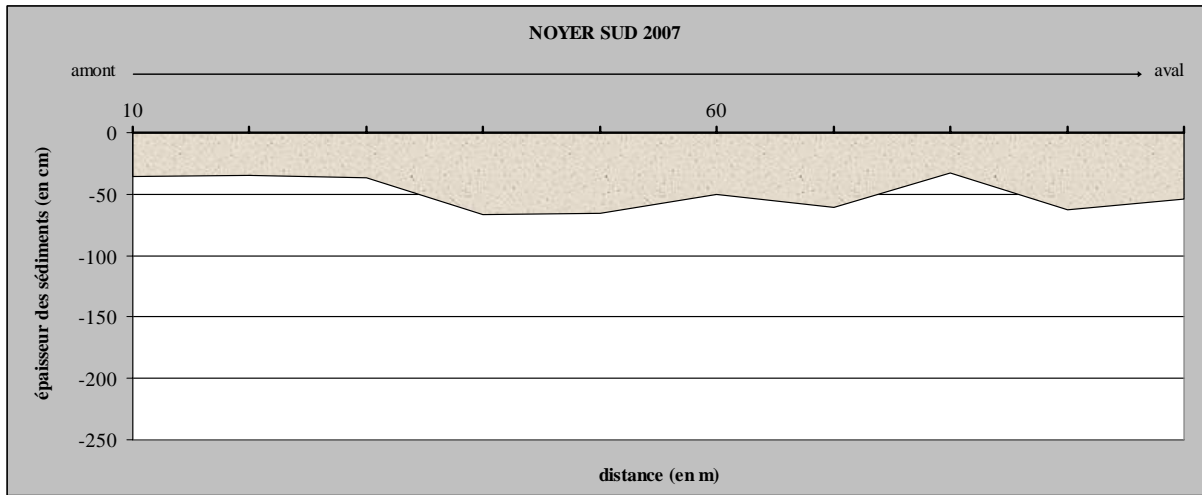


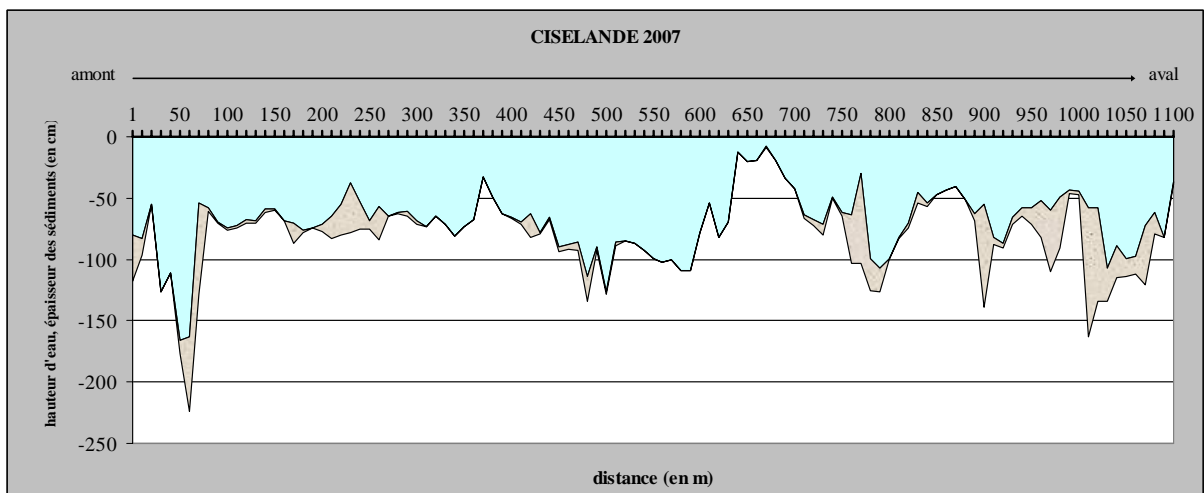
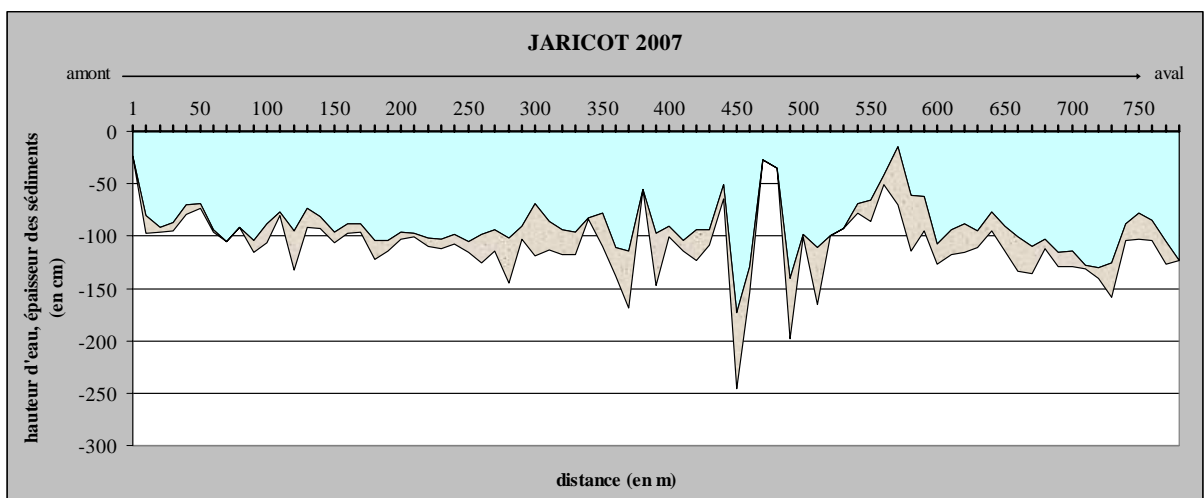
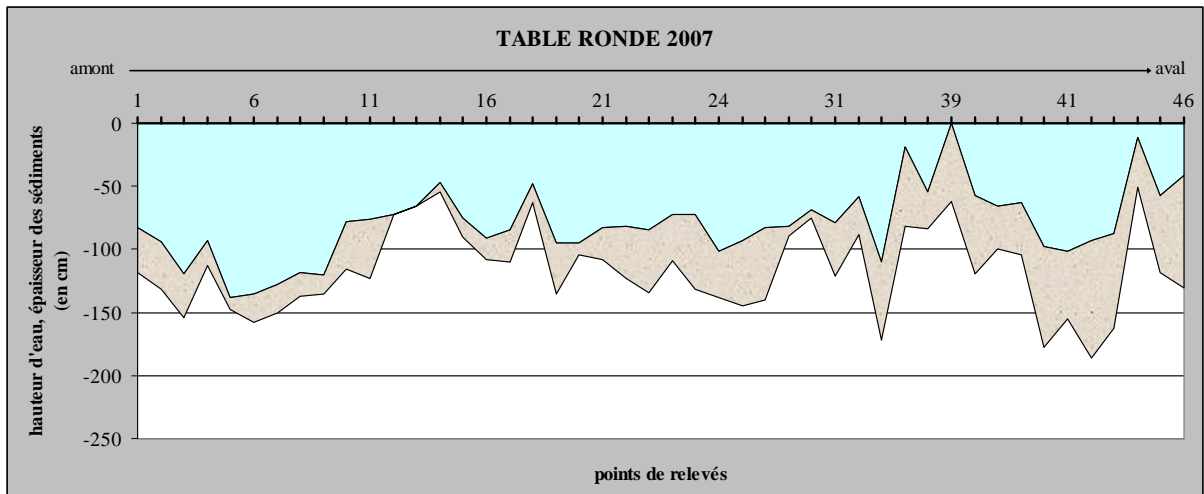






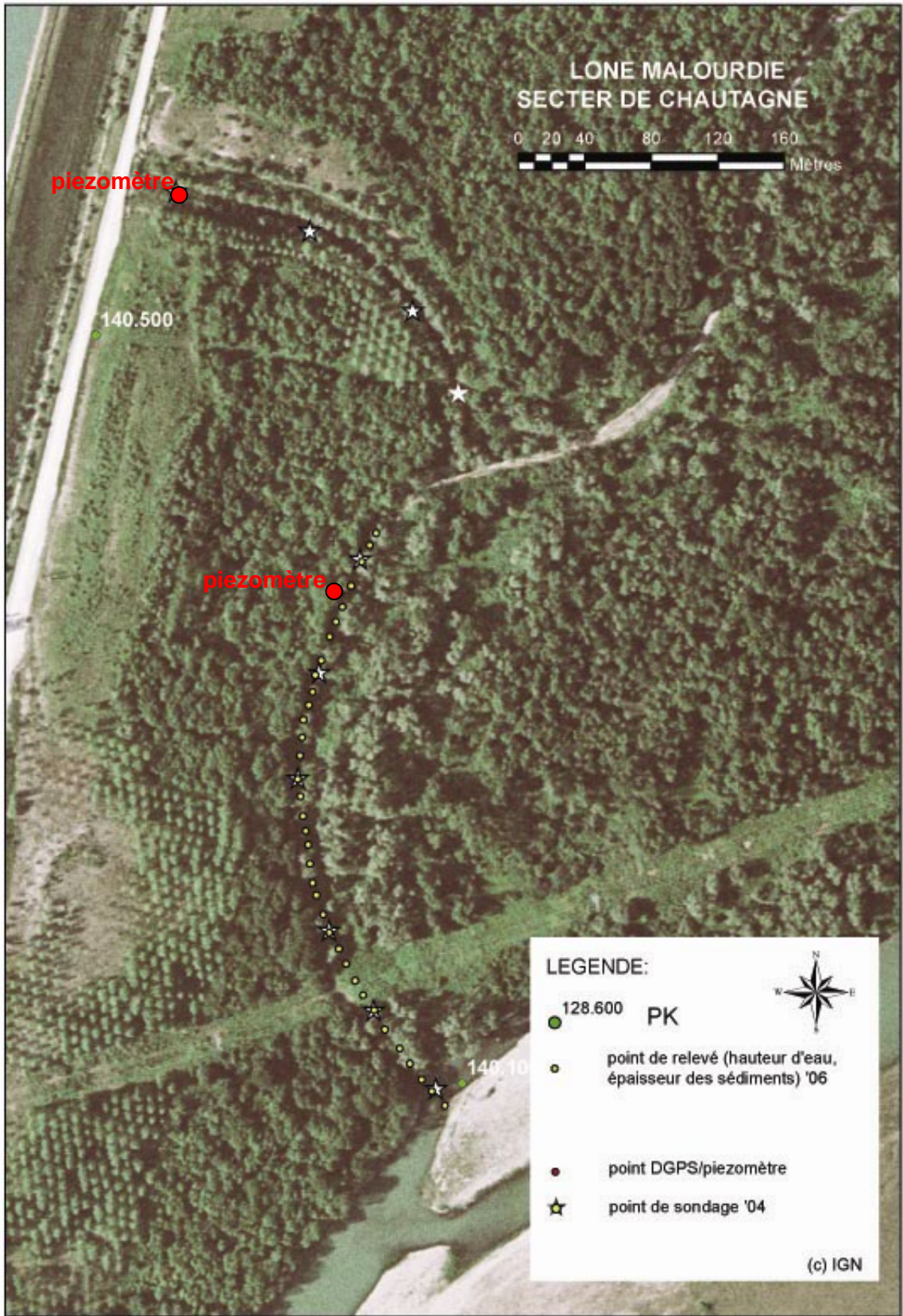






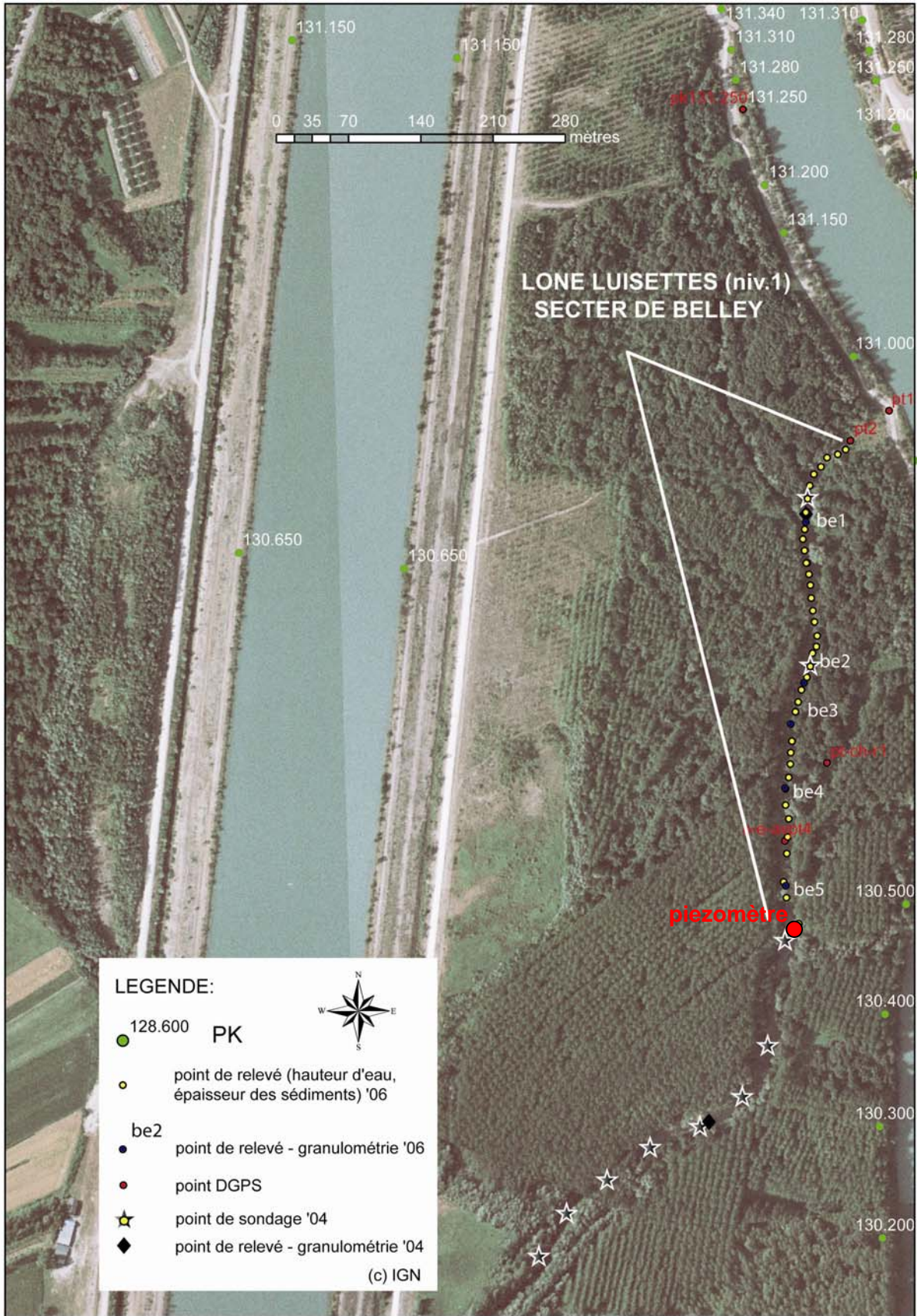
Localisation des points de mesures sur les lînes du Rhône en 2007

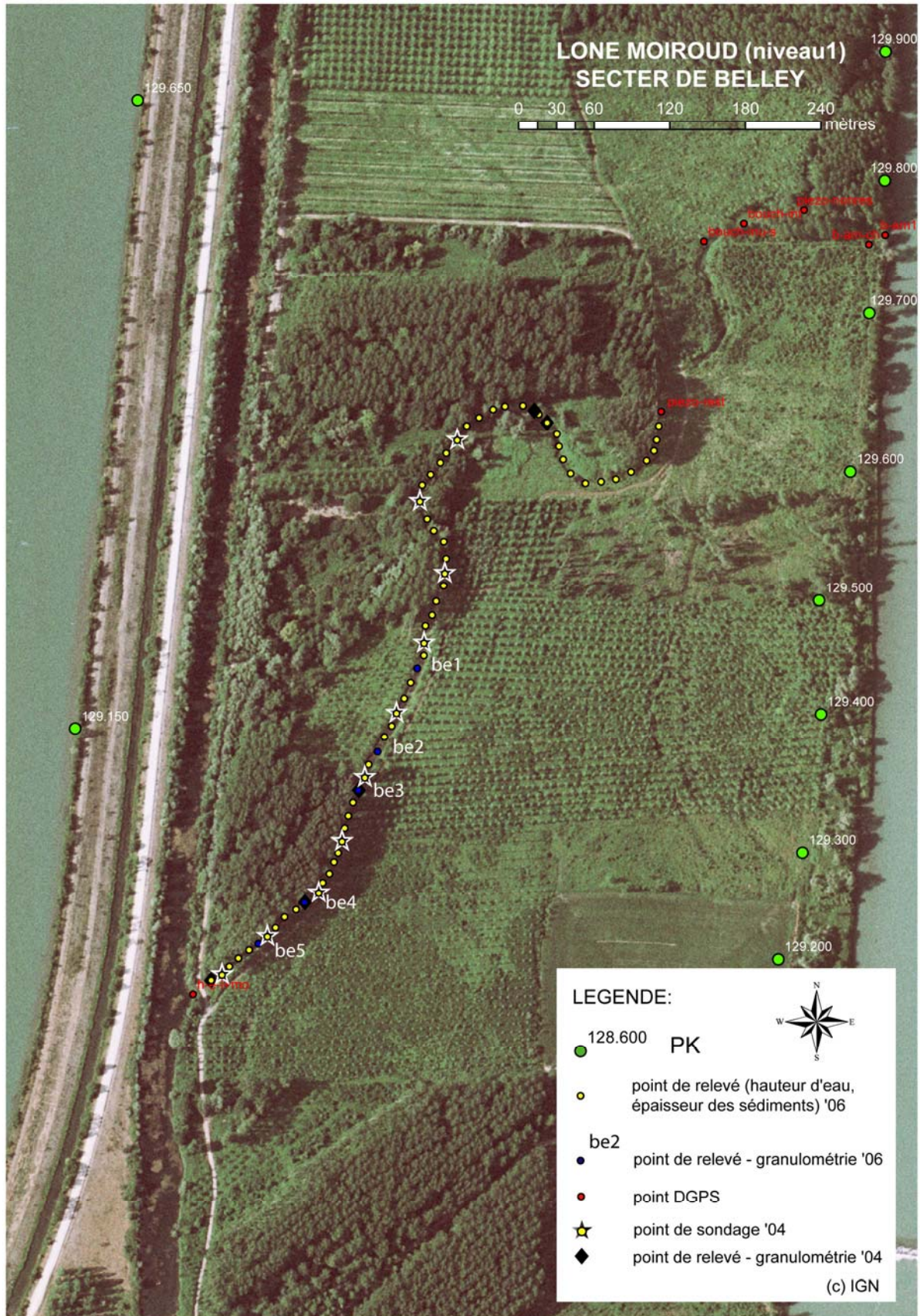
# CHAUTAGNE

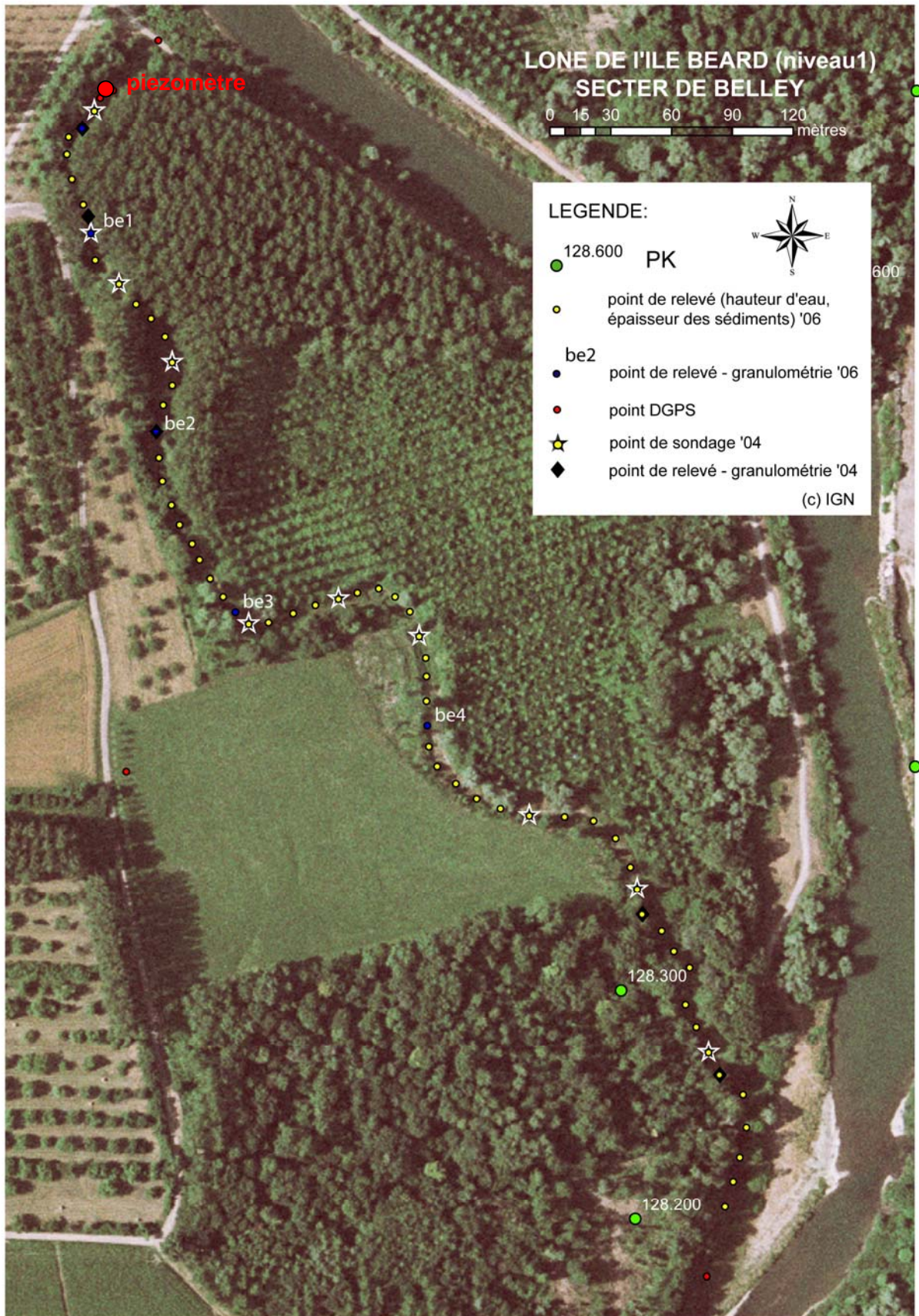


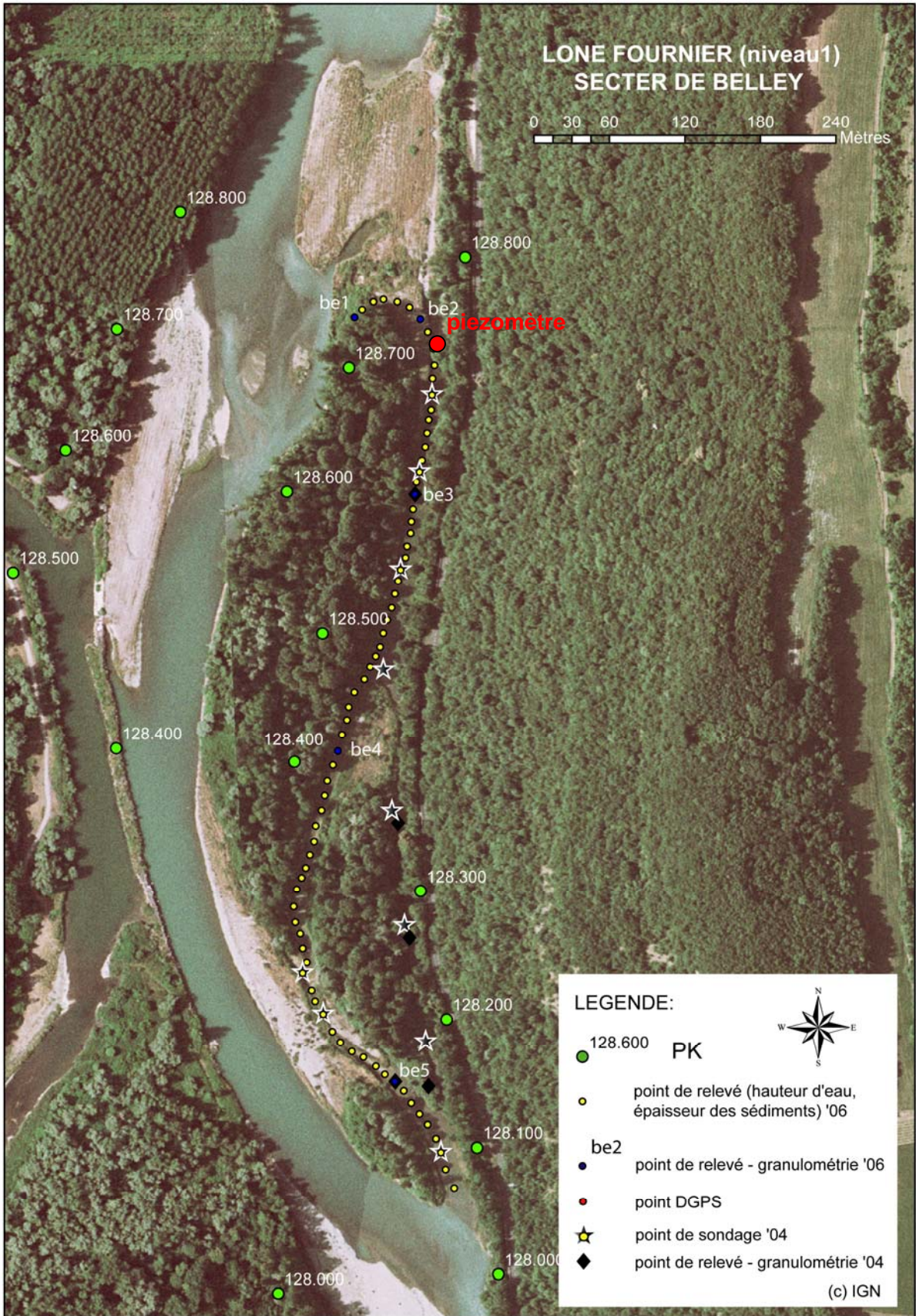


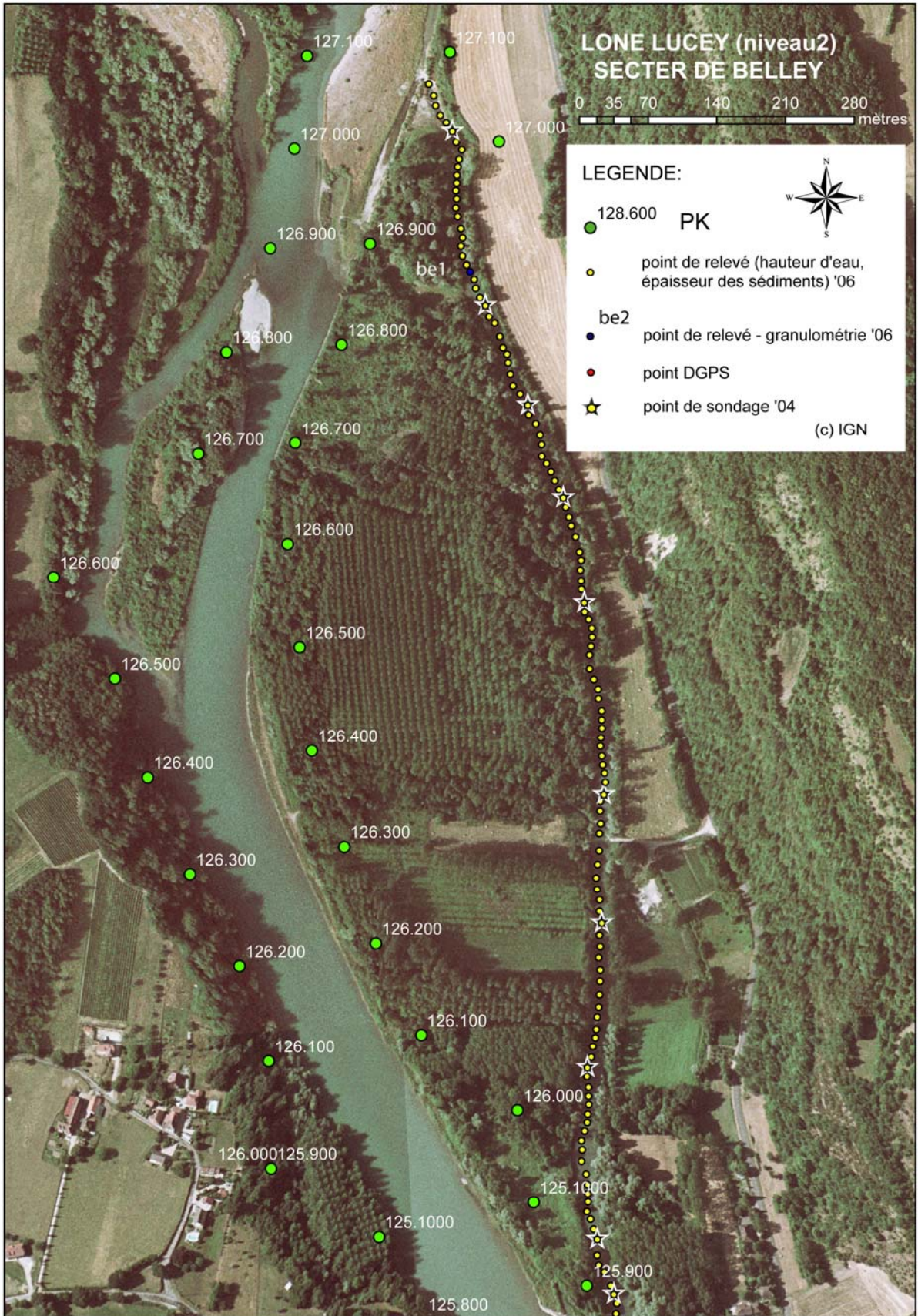
**BELLEY**

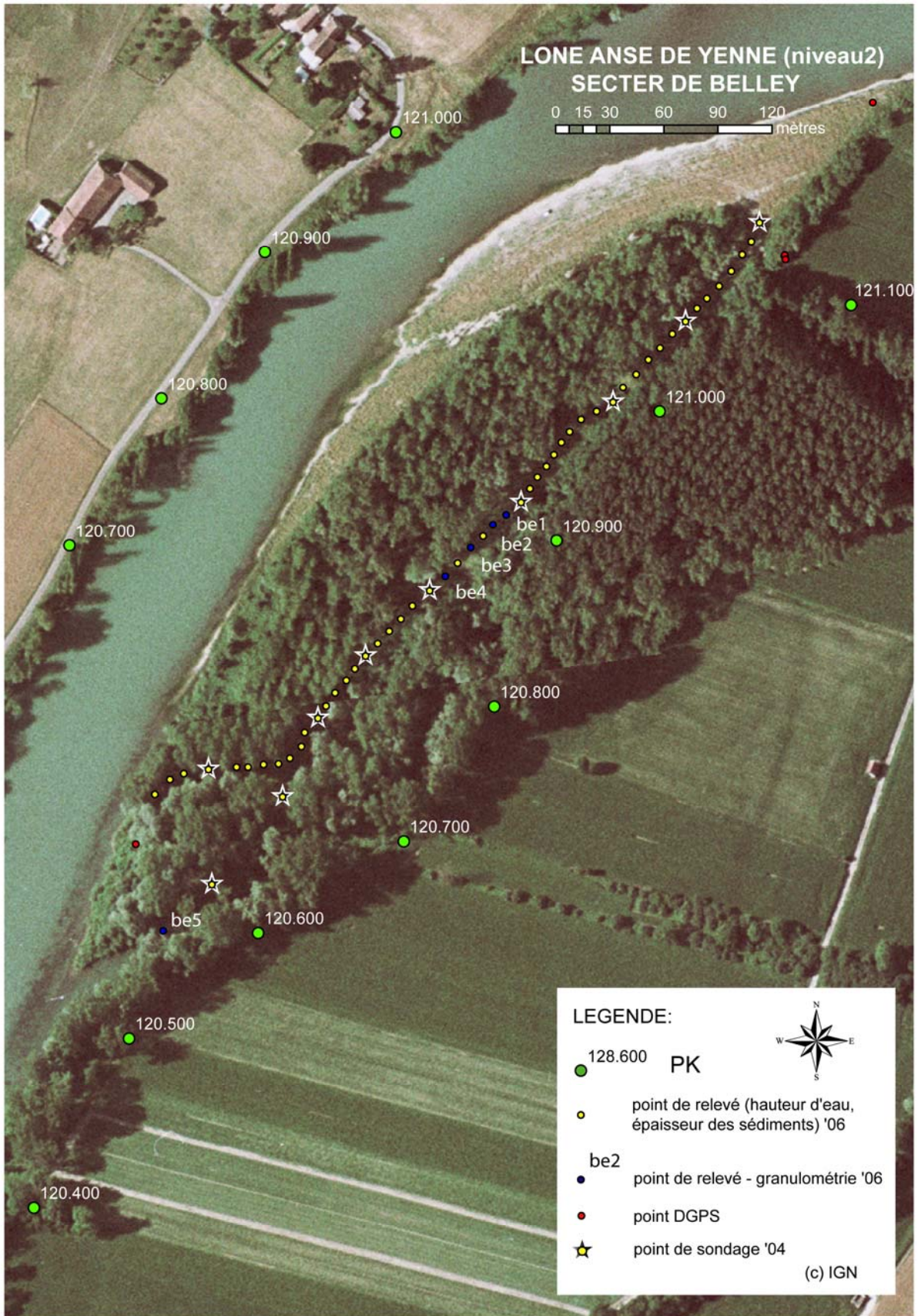




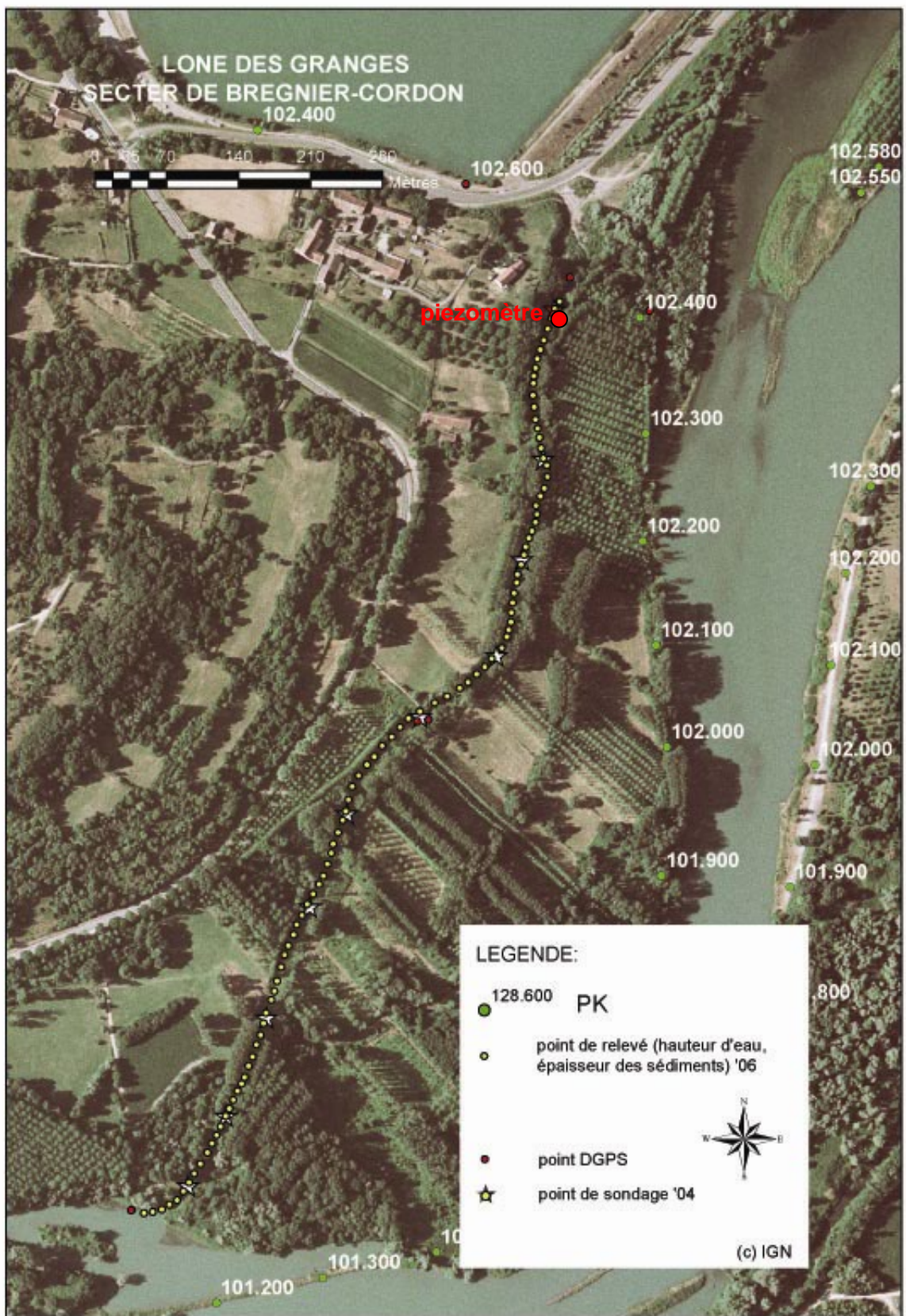


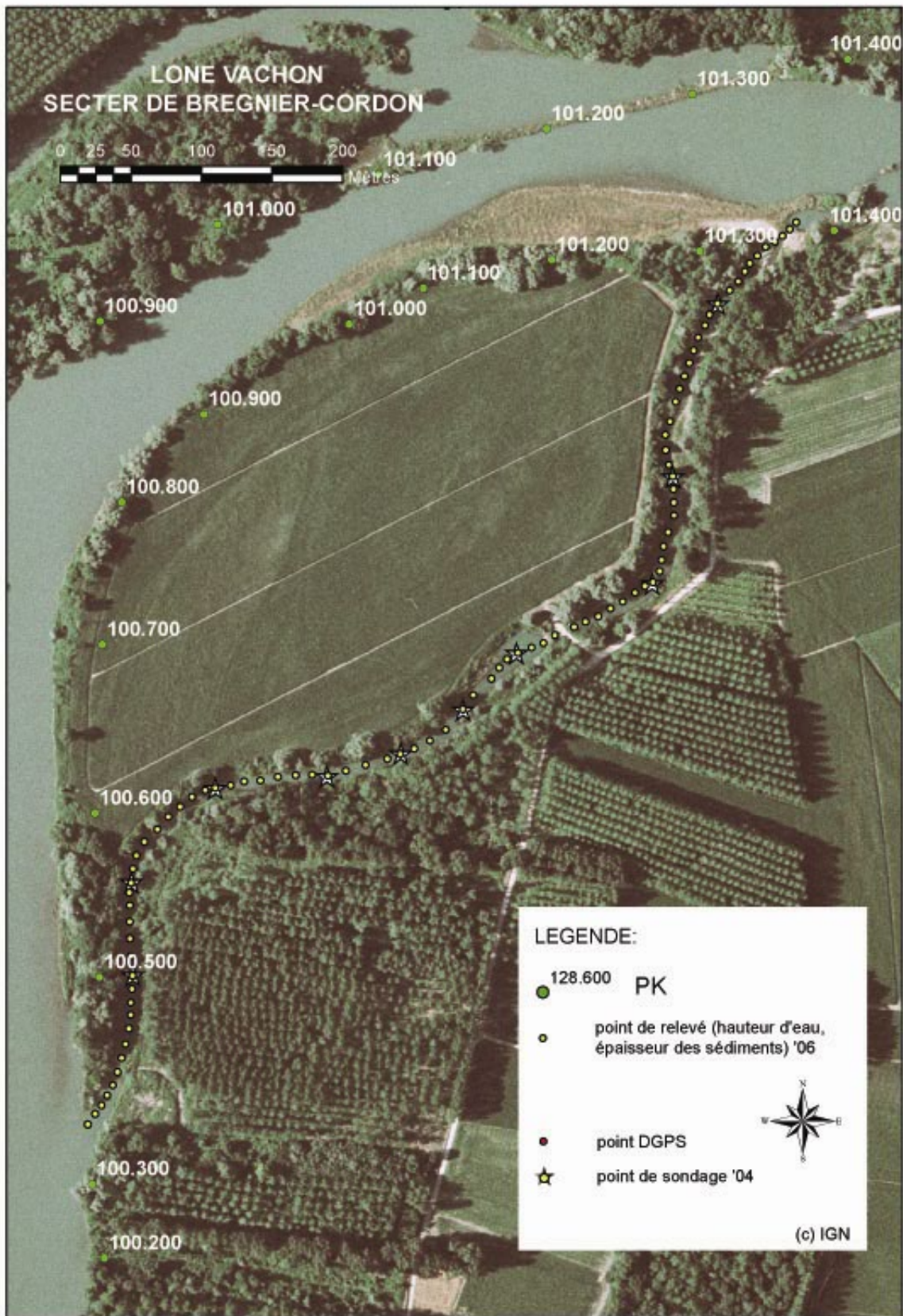


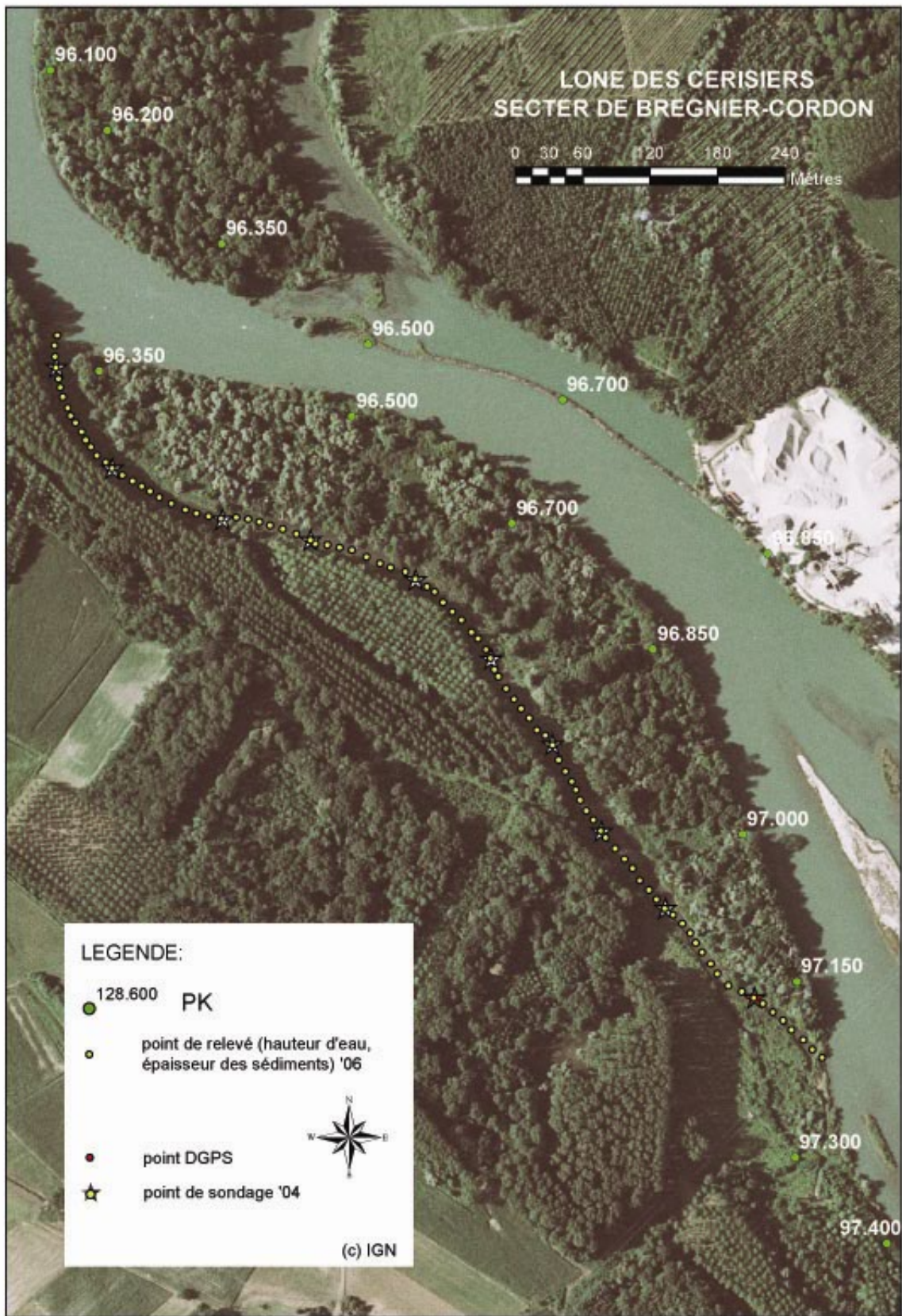


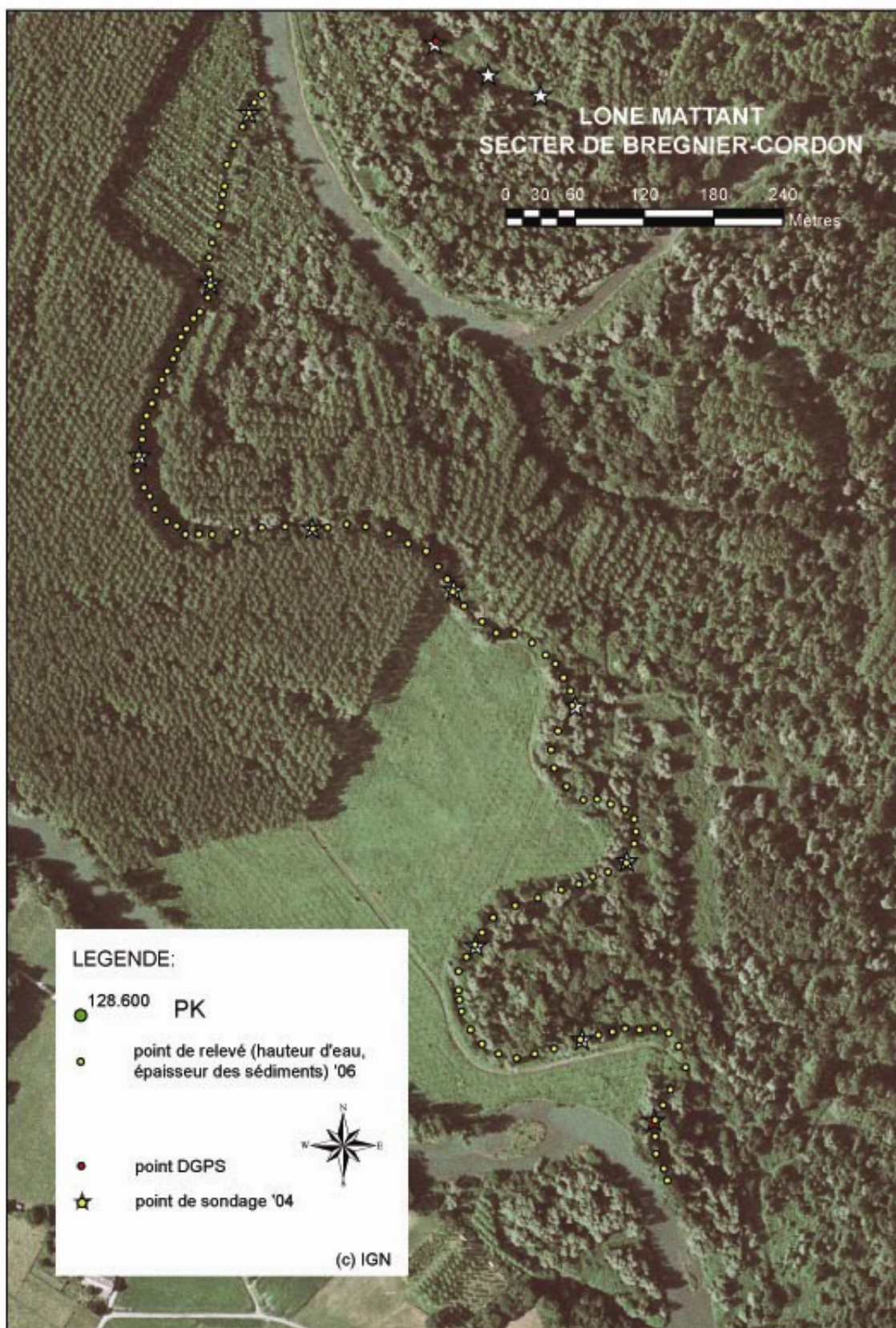


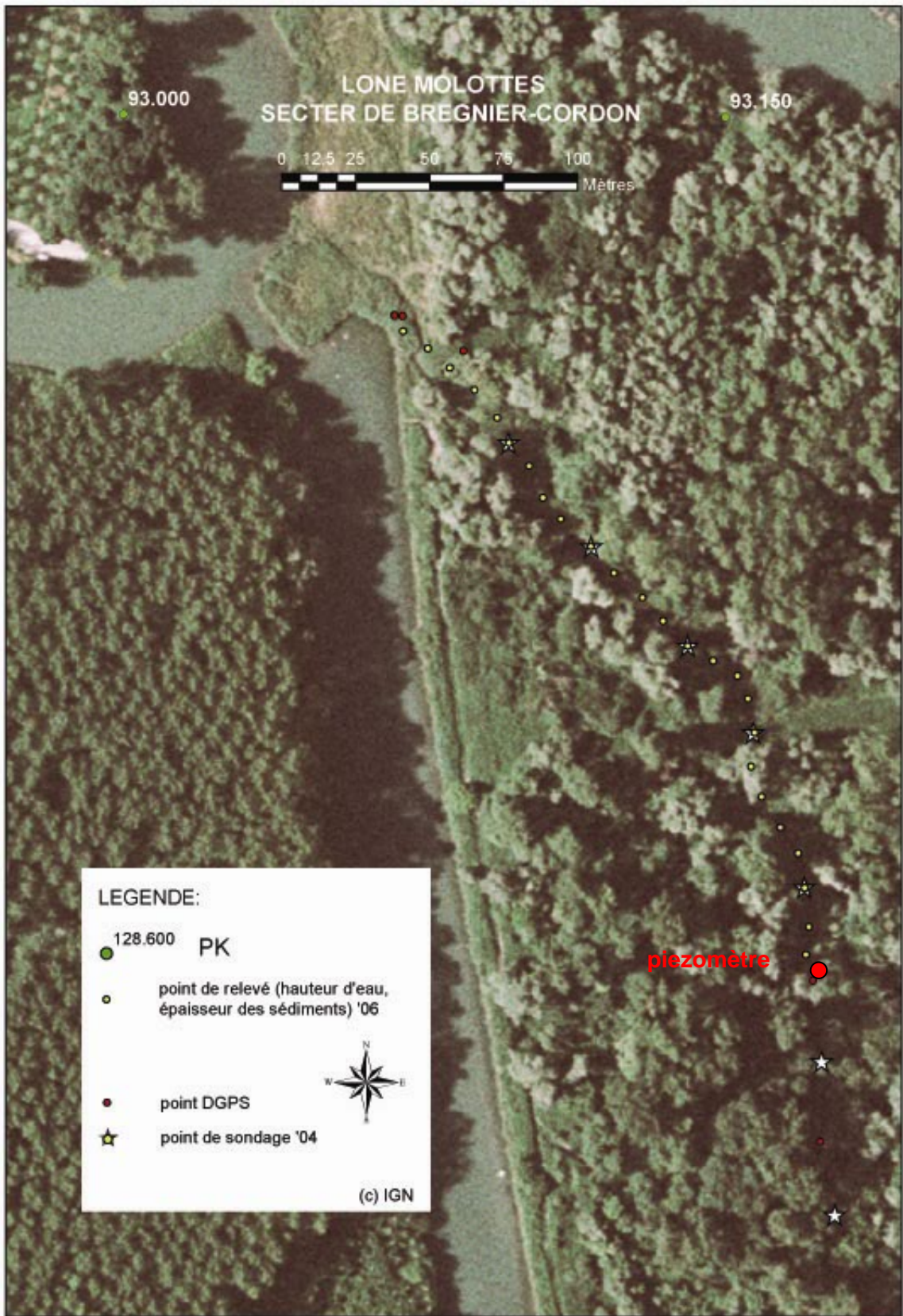
# BREGNIER-CORDON



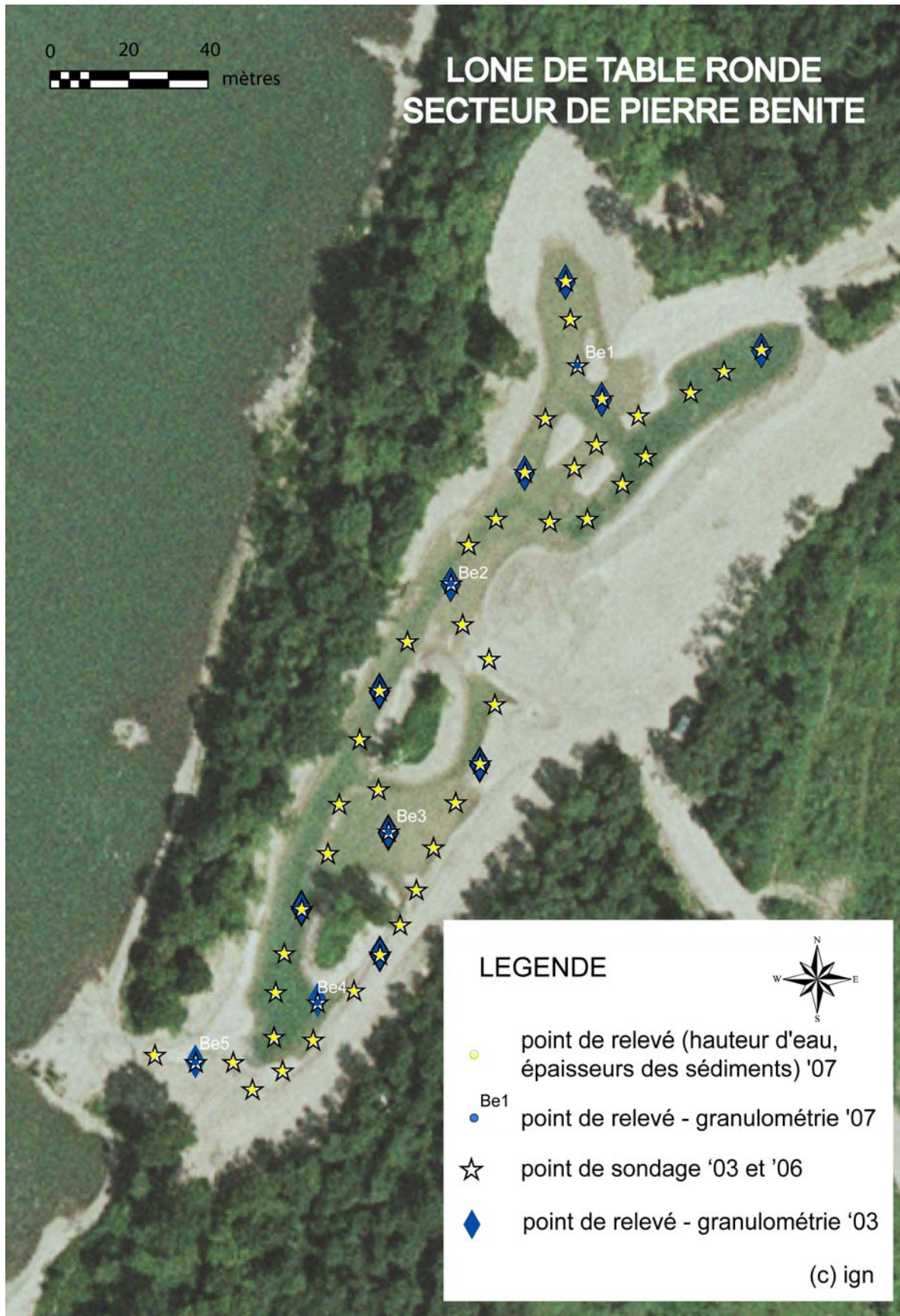








# PIERRE BENITE










# LONE DE CISELANDE SECTEUR DE PIERRE BENITE

0 15 30 60 90 120  
Mètres

## LEGENDE

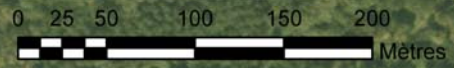


-  point de relevé (hauteur d'eau, épaisseurs des sédiments) '07
-  Be1 point de relevé - granulométrie '07
-  point de sondage '03
-  point de sondage '04
-  point de relevé - granulométrie '03

(c) ign

# PEAGE DE ROUSSILLON

# LONE DE LA PLATIERE AMONT SECTEUR DE PEAGE DE ROUSSILLON



## LEGENDE

● 54.500 PK

● point de relevé (hauteur d'eau, épaisseurs des sédiments) '07

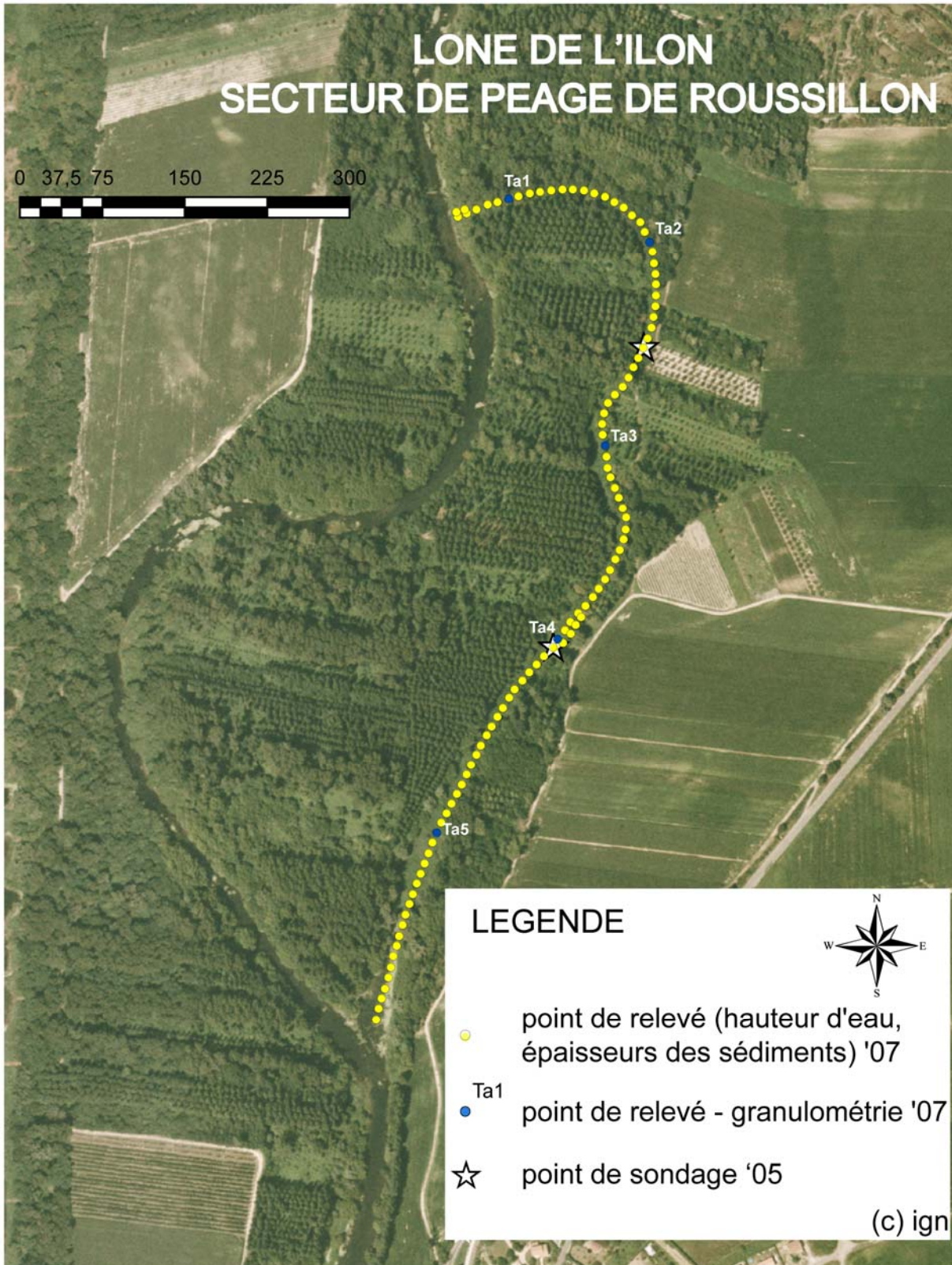
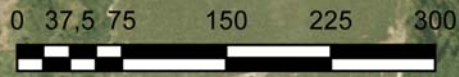
● Be1 point de relevé - granulométrie '07

☆ point de sondage '05



(c) ign

# LONE DE L'ILON SECTEUR DE PEAGE DE ROUSSILLON



## LEGENDE



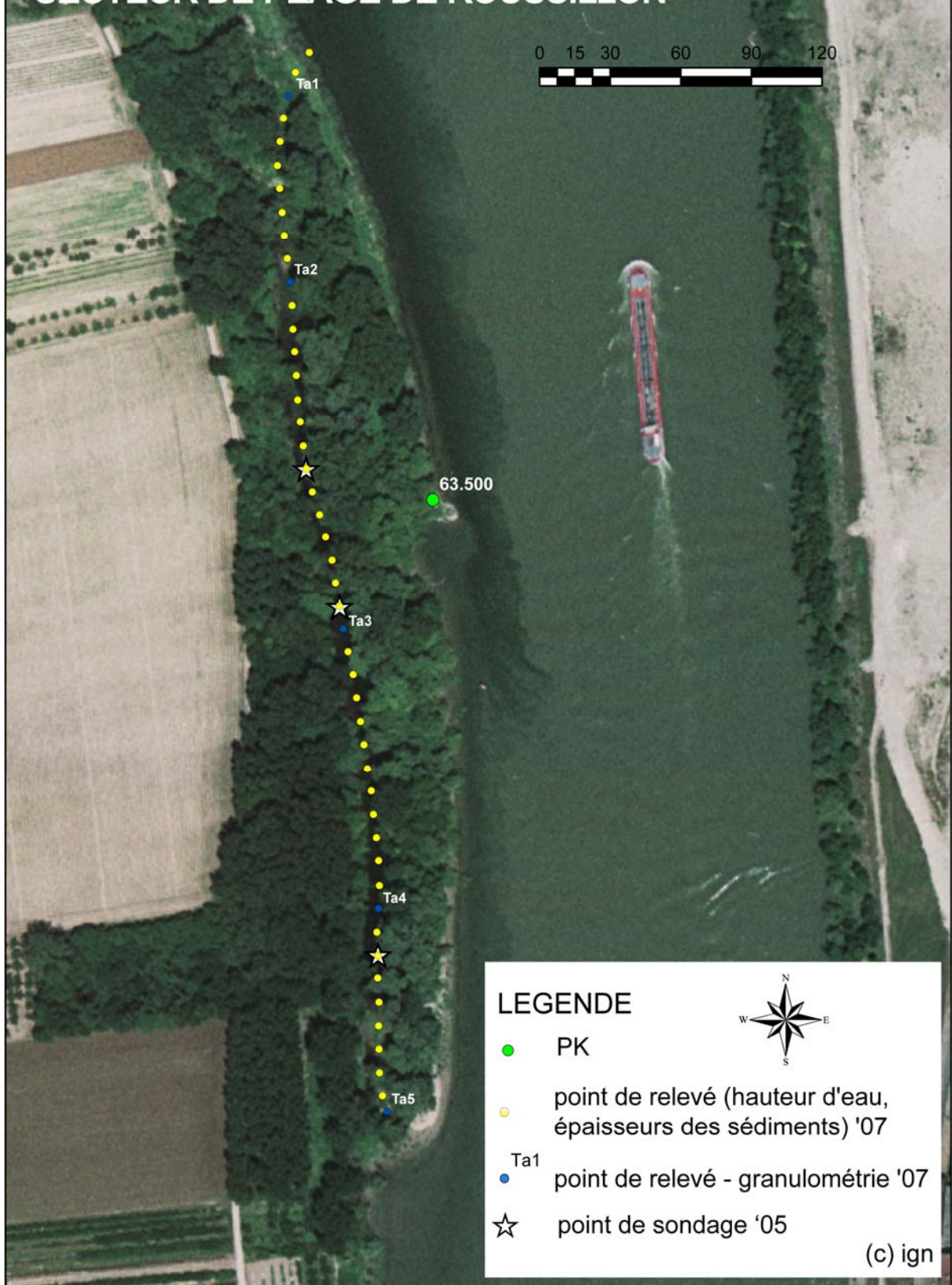
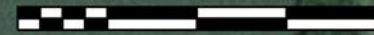
- point de relevé (hauteur d'eau, épaisseurs des sédiments) '07
- Ta1 point de relevé - granulométrie '07
- ☆ point de sondage '05

(c) ign







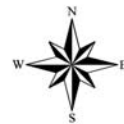
# LONE DE LA SAINTE SECTEUR DE PEAGE DE ROUSSILLON

0 15 30 60 90 120



## LEGENDE

-  PK
-  point de relevé (hauteur d'eau, épaisseurs des sédiments) '07
-  Ta1 point de relevé - granulométrie '07
-  point de sondage '05



(c) ign

# CASIERS D'ARCOULES SECTEUR DE PEAGE DE ROUSSILLON

0 45 90 180 270 360  
Metres

## LEGENDE

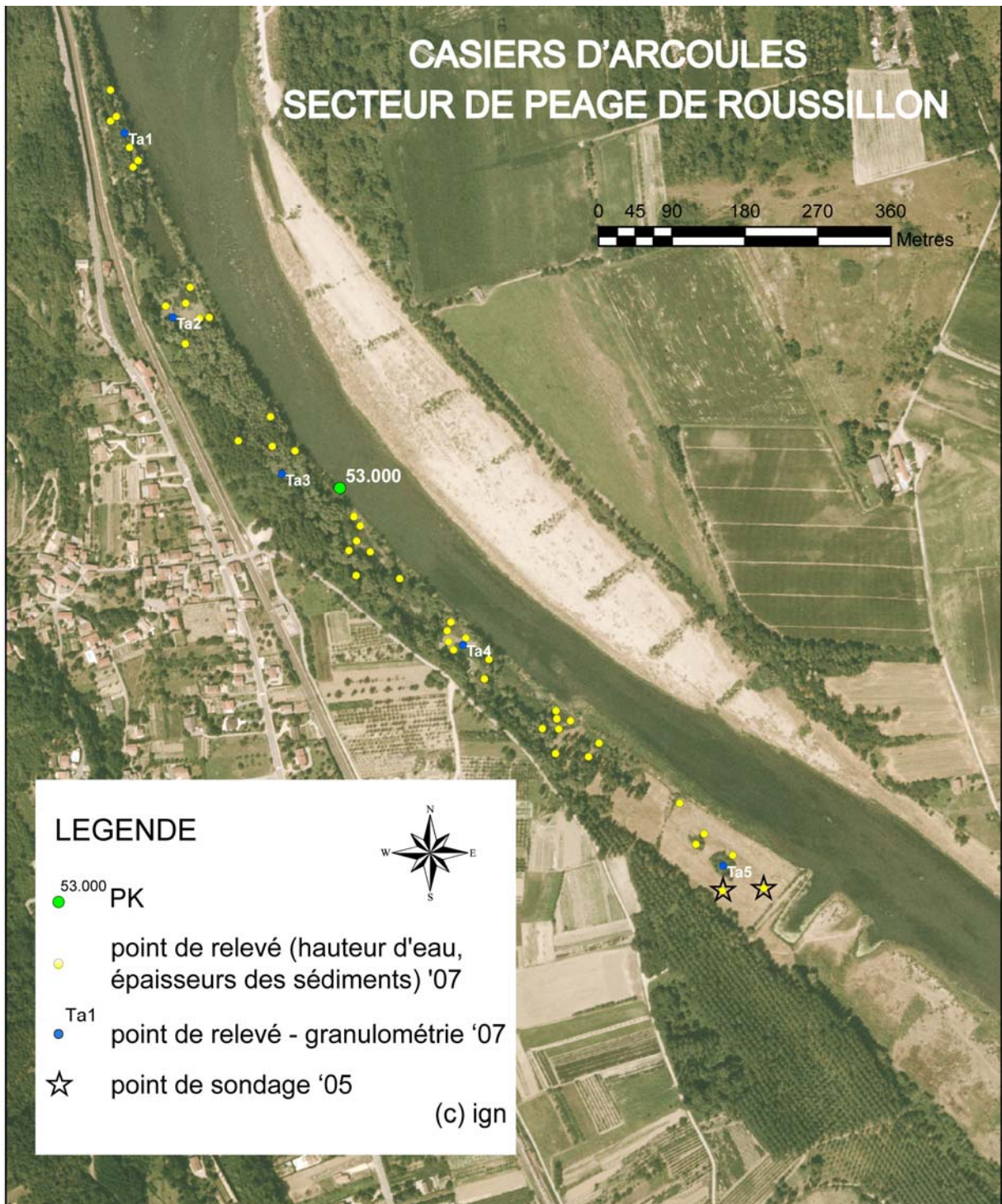
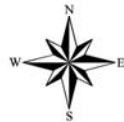
53.000 PK

● point de relevé (hauteur d'eau, épaisseurs des sédiments) '07

● Ta1 point de relevé - granulométrie '07

☆ point de sondage '05

(c) ign



### **A.3 Les poissons des l nes**

Famille	Espèce Nom vernaculaire	Code	Guilde 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	<b>0.05</b>	<b>3</b>	<b>0.01</b>
Cyprinidés	Gardon	GAR	phyto-lithophile									3.00	0.60			14	<b>0.67</b>		
	Vandoise	VAN	lithophile													4	<b>0.19</b>		
	Chevaîne	CHE	lithophile	36	0.62	4	0.06	59	0.59	<b>29</b>	<b>0.24</b>	262.00	0.52	59.00	0.37	31	<b>1.48</b>	<b>79</b>	<b>0.30</b>
	Vairon	VAI	lithophile	8	0.14	21	0.29	235	0.07	<b>24</b>	<b>0.20</b>	6.00	0.12	12.00	0.75	5	<b>0.00</b>	<b>25</b>	<b>0.10</b>
	Rotengle	ROT	phytophile															<b>2</b>	<b>0.01</b>
	Tanche	TAN	phytophile			2	0.03	27	0.00	<b>1</b>	<b>0.01</b>	23.00	0.46	35.00	0.22	2	<b>0.10</b>	<b>11</b>	<b>0.04</b>
	Ablette	ABL	phyto-lithophile					1	0.00			3.00	0.60	3.00	0.19			<b>1</b>	<b>0.00</b>
	Brème bordelière	BRB	phytophile											2.00	0.13				
	Brème commune	BRB	phyto-lithophile													7	<b>0.33</b>	<b>1</b>	<b>0.00</b>
	Bouvière	BOU	ostracophile					1	0.04			15.00	0.30	29.00	0.18	16	<b>0.76</b>	<b>106</b>	<b>0.40</b>
	Goujon	GOU	psammophile					16	0.01	<b>2</b>	<b>0.02</b>	167.00	0.33	16.00	0.10	114	<b>5.43</b>	<b>15</b>	<b>0.06</b>
	Pseudorasbora	PSR	phyto-lithophile					5	0.00			2.00	0.40	2.00	0.13	7	<b>0.33</b>	<b>14</b>	<b>0.05</b>
	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	<b>38</b>	<b>0.31</b>	6.00	0.12						
Gastérostéidés	Epinoche	EPI	nest-guarder	5	0.09	26	0.36	32	0.36	<b>28</b>	<b>0.23</b>			2.00	0.13				
Centrarchidés	Perche-soleil	PES	nest-guarder									8.00	0.16			5	<b>0.24</b>	<b>5</b>	<b>0.02</b>
Percidés	Perche fluviatile	PER	phytophile													4	<b>0.19</b>		
Effectif total				58		72		401		<b>122</b>		5		16		210		<b>262</b>	
Nombre d'espèces				4		5		10		6		13		9		12		<b>11</b>	

A.3.1 : Abondances absolues et relatives des espèces échantillonnées dans les lônes de la Malourdie et de Brotalet entre 2004 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).

Famille	Espèce	Code	Guilde de reproduction	Luisettes						Moiroud						Béard					
				2005		2006		2007		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.	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		0.00												
Effectif total				58		156		68		10		195		32		178		13		4	
Nombre d'espèces				13		14		10		5		13		8		11		4		3	

A.3.2 : Abondances absolues et relatives des espèces échantillonnées dans les îlons de Belley entre 2005 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).

Famille	Espèce Nom vernaculaire	Code	Guilde de reproduction	Fourmier						Anse de Yenne					
				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.
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	

A.3.2 (suite) : Abondances absolues et relatives des espèces échantillonnées dans les lônes de Belley entre 2005 et 2007.

A.3.3 : Abondances absolues et relatives des espèces échantillonnées dans les lônes de Brégnier-Cordon en 2006 et 2007. 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).

Famille	Espèce	Code	Guilde de reproduction	Granges		Granges		Vachon		Vachon		Cerisiers		Cerisiers		Mattant		Mattant	
				2006		2007		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.	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
	Chevaine	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	

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					2	0.01						
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		201		421		192		56	
Nombre d'espèces				8		16		12		12		6		13	

Famille	Espèce	Code	Guilde de reproduction	Platière		Noyé nord		Ilon	
	Nom vernaculaire			2007		2007		2007	
				Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.	Ab. abs.	Ab. Rel.
Esocidés	Brochet	BRO	phytophile	1	0.01			1	0.20
Cyprinidés	Gardon	GAR	phyto-lithophile	56	0.51	86	0.65	2	0.40
	Vandoise	VAN	lithophile	3	0.03				
	Chevaine	CHE	lithophile	7	0.06	2	0.02	1	0.20
	Ablette	ABL	phyto-lithophile	10	0.09	3	0.02		
	Brème commune	BRE	phyto-lithophile	3	0.03	1	0.01		
	Hotu	HOT	lithophile	6	0.05	30	0.23		
	Bouvière	BOU	ostracophile	1	0.01		0.00		
	Goujon	GOU	psammophile	12	0.11	5	0.04		
	Barbeau fluviatile	BAF	lithophile	2	0.02	3	0.02		
Balitoridés	Loche franche	LOF	lithophile	2	0.02				
Ictaluridés	Poisson-chat	PCH	nest-guarder	1	0.01			1	0.20
Anguillidés	Anguille	ANG		2	0.02				
Centrarchidés	Perche-soleil	PES	nest-guarder	1	0.01				
Percidés	Perche fluviatile	PER	phytophile	3	0.03	2	0.02		
Effectif total				110		132		5	
Nombre d'espèces				15		8		4	

**A.3.4 : Abondances absolues et relatives des espèces échantillonnées dans les lônes de Péage de Roussillon en 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).**

## Références

Amoros C., Bornette G., Henry C. (2000) A vegetation-based method for ecological diagnosis of riverine wetlands. *Environmental Management*, 25, 211,227.

Amoros C., 2004. Aménagement hydroélectrique de Pierre-Bénite. Suivi de l'incidence de la réhabilitation du Vieux-Rhône. Restauration des îlons de Ciselande, de Jaricot et de la Table Ronde. Rapport final de synthèse : 1999-2003. Mars 2004, 44 pages de texte + annexes.

Armitage P.D., Pardo I., Brown A. (1995) Temporal constancy of faunal assemblages in "mesohabitats" – Application to management ? *Archiv für Hydrobiology*, 133 (3), 367-387.

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.

Bournaud M., Cogérino L. (1986) Les microhabitats aquatiques des rives d'un grand cours d'eau : approche faunistique. *Annales de Limnologie*, 22 (3), 285-294.

Cogérino L. (1989) Les rives aquatiques des grands cours d'eau : caractérisation mésologique et faunistique. Thèse de Doctorat, Université Lyon1, 329 p.

Lamouroux N., Olivier J.M., Capra H., Zylberblat M., Chandesris A., Roger P. (2006) Fish community changes after minimum flow increase: testing quantitative predictions in the Rhône River at Pierre-Bénite, France. *Freshwater Biology*, 51, 1730-1743.

Lamouroux N., Capra H. (2002) Simple predictions of instream habitat model outputs for target fish populations. *Freshwater Biology*, 47, 1543-1556.

Lamouroux N., Olivier J.M., Persat H., Pouilly M., Souchon Y., Statzner B. (1999) Predicting community characteristics from habitat conditions: fluvial fish and hydraulics. *Freshwater Biology*, 42, 275-299.

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. (2005a) Suivi scientifique du programme décennal de restauration hydraulique et écologique du Rhône. RCC de Chautagne (2004). Contrat de prestation n°DPE-F 03-0093. CNR/ EZUS – Université Lyon 1.

Olivier J.M., Bornette G., Carron G., Castella E., Dolédec S., Lamouroux N., Levrat J., MacCrae D., Malet E., Massé C., Mérigoux S, Michalkova M., Paillex A., Piégay H., Rivoire E., Terrier A. (2005b) 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., Mérigoux S., Piégay H. (2007) : analyse fonctionnelle des systèmes restaurés, développement de modèles prédictifs utilisables en restauration fluviale. Suivi scientifique du Programme décennal de restauration hydraulique et écologique du Rhône, période 2003-2006. Rapport à l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée & Corse, la Compagnie Nationale du Rhône, la Délégation de Bassin Rhône Méditerranée & Corse, la Région Rhône-Alpes.

Paillex A., Castella E., Carron G. (2007) Aquatic macroinvertebrate response along a gradient of lateral connectivity in river floodplain channels. *Journal of the North American Benthological Society*. 26 (4): 779-796.

Pellaud, M. (2004) Diversité des macroinvertébrés aquatiques dans la plaine alluviale du Haut-Rhône (Brégnier-Cordon, France). Diplôme en Sciences Naturelles de l'Environnement n°102, Université de Genève. 110p.