

Effets de la restauration du Rhône et potentiel Synthèse par secteurs

Rapport final

Action n° 24 du Programme 2010 au titre de l'accord cadre
Agence de l'Eau ZABR

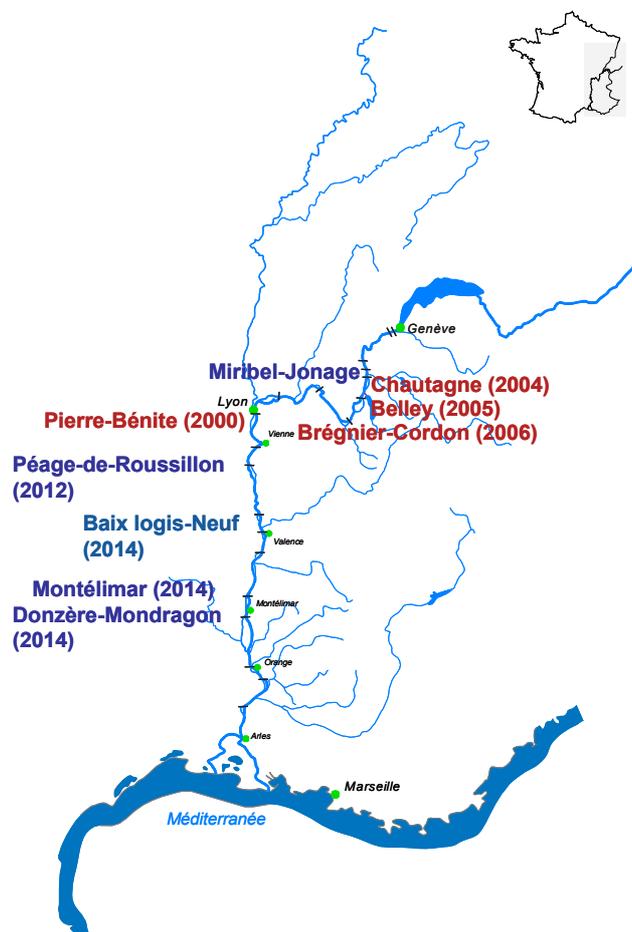
Auteurs : Lamouroux N., Olivier JM, Piégay H, Mérigoux S,
Dolédec S, Ségura S, Castella E, Riquier J, Parrot E, Forcellini M

Août 2012.



Effets de la restauration du Rhône et potentiel

Synthèse par secteurs 16/08/2012



Préambule concernant l' état morphologique	3
Secteur de Chautagne	4
Secteur de Belley	7
Secteur de Brégnier-Cordon	10
Secteur de Pierre-Bénite	13
Secteur de Péage de Roussillon	16
Secteur de Baix-le-Logis-Neuf.....	18
Secteur de Montélimar	19
Secteur de Donzère-Mondragon	21
Annexe 1. Profils en long du fond du lit de quelques vieux Rhône.....	23
Annexe 2. Complémentarité chenal-lônes (poissons).....	24
Annexe 3 : Présence potentielle d'espèces (Invertébrés du chenal).....	25

Préambule concernant l' état morphologique

Le fond du lit des vieux Rhône concernés par cette synthèse est assez figé dans la plupart des cas, contrairement à la situation plus dynamique et à préserver du secteur Ain-Saône (cf. Annexe 1). Les formes les plus mobiles longitudinalement s'observent sur le Rhône amont. Sur le Rhône aval au contraire, tout est très fixé. Seule une incision significative s'observe sur la section aval du vieux Rhône de Donzère sur la période récente.

Par ailleurs, on observe à l'amont une granulométrie significativement plus fine dans le chenal que sur les bancs (pavage des bancs en cours de formation). On est ici sur un système en voie de fixation mais encore caractérisé par une charge de fond résiduelle et de petite taille dans le chenal. A l'aval, le pavage est très marqué tant sur les bancs que dans le chenal. Les formes fluviales sont figées depuis très longtemps (le plus souvent avant la construction des ouvrages hydro-électriques). Les endiguements sont ainsi les éléments qui affectent le plus les conditions morphologiques en lien avec l'interruption du transit sédimentaire.

Préconisations générales

Sur le Rhône amont, il serait intéressant de maintenir le transit sédimentaire résiduel existant, voire le renforcer si des ressources sont ponctuellement disponibles. Dans Lyon, il est intéressant de mieux comprendre les liens entre le transport dans l'agglomération et dans le vieux Rhône de Pierre Bénite, afin de savoir s'il est possible de maintenir une certaine continuité aval. A l'aval, on peut envisager des recharges sédimentaires là où des ressources sont disponibles afin d'améliorer les conditions d'habitat benthique (substrat de plus petite taille, meilleurs échanges entre la masse d'eau et le sédiment).

Une autre piste est de revoir le plan d'entretien de la végétation des bancs afin de promouvoir des milieux riverains plus diversifiés. A l'amont il s'agit de maximiser les échanges de matière entre les bancs déconnectés et hérités et le chenal actif. A l'aval, on pourrait revoir la pertinence de certains des ouvrages de protection de berge. Les réflexions engagées pour redynamiser le lit du Rhône et recréer des milieux pionniers plus riches doivent se faire de manière étroite avec celles portant sur la recréation des bras secondaires et des bras morts car cela peut avoir des répercussions sur la géométrie des entrées et donc sur les conditions physiques existant dans ces milieux annexes. L'exemple de la déconnexion de Ciselande qui résulte d'une évolution locale de la morphologie du lit du Rhône est à ce titre illustratif.

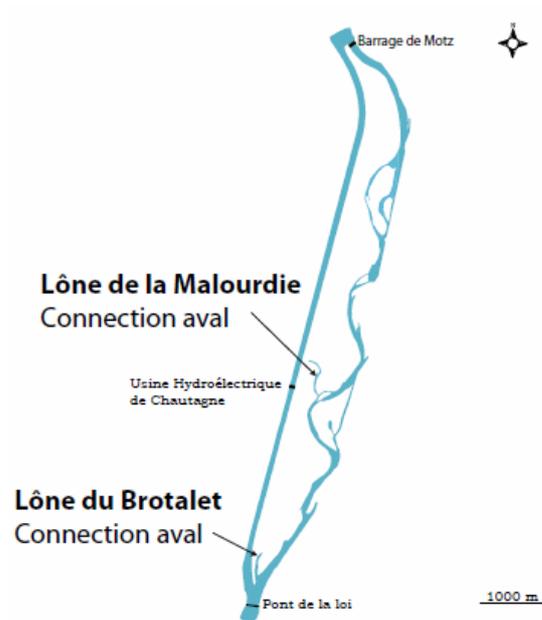
Secteur de Chautagne

Le vieux Rhône

Section court-circuitée de 8,9 km de long dont ~ 7 courants, comportant 2 seuils franchissables (PK 143,030 et 143 ,650), alimenté par le barrage de Motz et ne recevant aucun affluent.



Avant
Après



La restauration

Premier secteur restauré du Haut-Rhône, caractérisé par des vitesses fortes qui ont doublé après restauration.

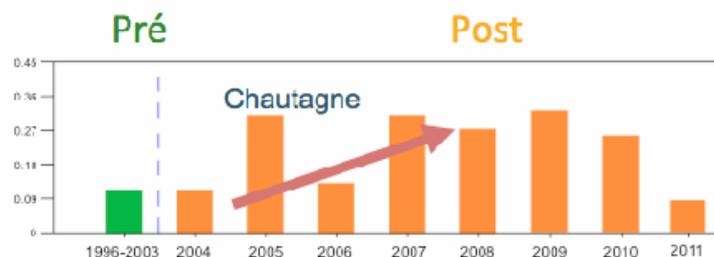
	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
Débit minimum <2004 (m ³ /s)	10		20			20			10			
<i>Vitesse (m/s)</i>	0.35		0.35			0.35			0.35			
Débit minimum >2004 (m ³ /s)	50		70			70			50			
<i>Vitesse (m/s)</i>	0.74		0.74			0.74			0.74			

Deux lône ont été réhabilitées : la lône de la Malourdie (alimentée en partie par le contre-canal de rive gauche de l'aménagement et en partie par le sous-écoulement) et la lône du Brotalet (située à l'extrémité aval du Vieux-Rhône et principalement alimentée par d'intenses retours d'eaux résultant de la proximité du canal de restitution). La partie amont est partiellement alimentée par le sous-écoulement et la turbidité y est généralement plus faible que dans la zone aval plus influencée par le remous de l'aménagement hydro-électrique.

Secteur tressé typique avant l'aménagement, le secteur de Chautagne ne comportait que peu de lônes potentiellement réhabilitables. La lône de Malourdie a été recreusée et reconnectée au Rhône court-circuité par l'aval, la lône de Brotalet a été élargie, approfondie, et sa longueur a été augmentée en creusant le banc de galets à l'amont.

Effets de la restauration

Augmentation de débit réservé : Le Vieux-Rhône de Chautagne a fait l'objet d'un suivi hydrobiologique depuis la mise en service de l'aménagement hydroélectrique. L'évolution progressive du peuplement de poissons suite à la mise en débit réservé du Vieux-Rhône a conduit à un basculement de la structure du peuplement marqué par une raréfaction du hotu et de la vandoise et une augmentation marquée des densités de loches franches et de vairons. Le barbeau et le chevaine ont maintenu des populations importantes. Les populations de truite fario et d'ombre commun ont subsisté mais avec de faibles densités. Le Vieux-Rhône de Chautagne abrite également des espèces plus limnophiles comme la brème commune, la carpe, le goujon, le brochet et la tanche. Suite à l'augmentation des débits réservés, les modifications de structure de peuplement attendues (augmentation des proportions d'espèces "d'eau courante" : barbeaux fluviatiles, ombres communs, ablettes, hotus, et vandoises) sont progressivement observées avec une variabilité inter-annuelle importante. Néanmoins, certaines populations d'espèces caractéristiques du Haut-Rhône (hotu et vandoise en particulier) n'ont pas encore montré d'amélioration notable de leur état depuis 2004. Les proportions d'ablettes sont variables d'une année à l'autre mais l'espèce est bien implantée. Ceci met en évidence une abondance très faible de géniteurs de ces espèces dans le Vieux-Rhône. La modification du débit réservé semble avoir eu une influence favorable sur les populations d'ombre commun et de truite fario.



Evolution de la proportion d'espèces d'eau courante dans le Vieux-Rhône de Chautagne sur la période 1996-2003 (état pré-restauration) et après 2004 (augmentation des débits réservés)

Globalement, après modification du débit réservé, et en accord avec les attentes, le nombre de taxons Epheméroptères, Plécoptères et Trichoptères (EPT) augmente. Cinq années après restauration 9 nouveaux taxons sont inventoriés dont trois taxons rhéophiles : les deux Plécoptères *Isoperla* sp. et *Brachyptera* sp. et l'Ephémère *Baetis lutheri*. Quatre années après restauration, 21 taxons (limnophiles ou ubiquistes) qui faisaient partie du cortège faunistique avant restauration et pour certains qui étaient encore présents deux ans après restauration, sont absents. Contrairement à ce qui est observé pour les poissons, les résultats montrent qu'il n'existe qu'une corrélation faible entre les variations de valeurs d'habitat prédites pour les macroinvertébrés et les variations des densités observées sur le terrain avant et après restauration dans le secteur de Chautagne. Cependant, lorsqu'on ajoute des données long terme avant restauration (1997-2002), les prédictions expliquent alors 27% des changements observés après restauration. De même, les prédictions expliquent un pourcentage plus fort

lorsqu'on considère les observations sur du plus long terme après restauration (jusqu'à 36 % des changements de densités observés 5 ans après restauration).

Réhabilitation des lônes : Les deux lônes réhabilitées ont des caractéristiques physico-chimiques et biologiques différentes en raison de la nature de leur alimentation en eau. La lône de la Malourdie reste fraîche tout au long de l'année, les eaux sont très claires, elle abrite peu d'espèces de macrophytes, les fonds sont majoritairement limoneux. Elle offre peu d'habitats favorables pour les poissons et en particulier pour la reproduction et le développement des jeunes stades. Les principales espèces trouvées dans cette lône sont l'épinoche et la loche franche. Les densités sont généralement très faibles. La connexion aval permet aux poissons de grande taille de pénétrer temporairement dans la lône (brochet). Un bouchon alluvial, où domine une matrice sableuse, s'est rapidement mis en place à la suite des travaux. Ce bras enregistre une vitesse de comblement rapide. Les dépôts se structurent de manière uniforme et homogène sur le fond, soulignant clairement que la lône fonctionne comme un « décanteur » (piège à sédiment). Le bouchon amont graveleux situé à l'arrivée du contre-canal dans la lône tend à s'exhausser et à prograder vers l'aval, ce qui indique que les écoulements peuvent être relativement compétents lorsque le bras est connecté par l'amont. Après travaux, une végétation aquatique abondante s'est développée sur la lône de Brotalet, surtout dans sa partie amont où les dépôts de sédiments fins sont les plus importants. Cette caractéristique, associée à une profondeur relativement importante (souvent supérieur à 1 m), confère à ce milieu une capacité d'accueil importante pour la faune piscicole, notamment pour les espèces lénitophiles (tanche, rotengle, bouvière...). Néanmoins, elle montre des signes de comblement et est progressivement colonisée par des algues filamenteuses. La sédimentation tend à s'homogénéiser au cours du temps le long de la zone en eau permanente, même si des processus érosifs permettant un auto-curage du bras ont été observés entre 2006 et 2007.

Potentiel d'évolution du site : pistes

Les vitesses sont déjà très élevées dans le chenal et les simulations d'augmentation de débit, comme sur la plupart des chenaux déjà restaurés, montrent qu'il ne faut pas attendre de gains d'habitat important pour de nouvelles augmentations raisonnables des débits minimum. En revanche, les observations réalisées depuis 2004 montrent que les crues ont encore un effet morphogène dans le Vieux-Rhône de Chautagne. La création de nouveaux bras courants, auto-entendus si possibles (ex : étude hydraulique du potentiel d'épis obliques - déflecteurs), pourraient apporter des capacités d'accueil nouvelles pour certaines espèces, notamment pour les jeunes poissons (les lônes actuelles ne jouent pas ce rôle, annexe 2) et les invertébrés rhéophiles potentiellement présents (annexe 3). Au cours des trois dernières années, on observe une colonisation progressive des zones courantes par la renoncule aquatique qui occupe aujourd'hui des surfaces importantes sur les zones de reproduction des espèces de poissons rhéophiles. L'absence de connectivité longitudinale et de connexion avec des affluents est un frein notable à la recolonisation de ce secteur par des géniteurs de hotu et de vandoise. Un rétablissement des connexions avec les autres secteurs du Haut-Rhône serait probablement très bénéfique.

Comme dans les autres Vieux-Rhône, une gestion optimisée des vitesses de montée et de descente des débits lors des manœuvres de barrage de dérivation (Barrage de Motz) serait fortement conseillée. Il semble également que les éclusées du Haut-Rhône se déversent dans le Vieux-Rhône à certaines périodes, perturbations supplémentaires qui pourraient être caractérisées.

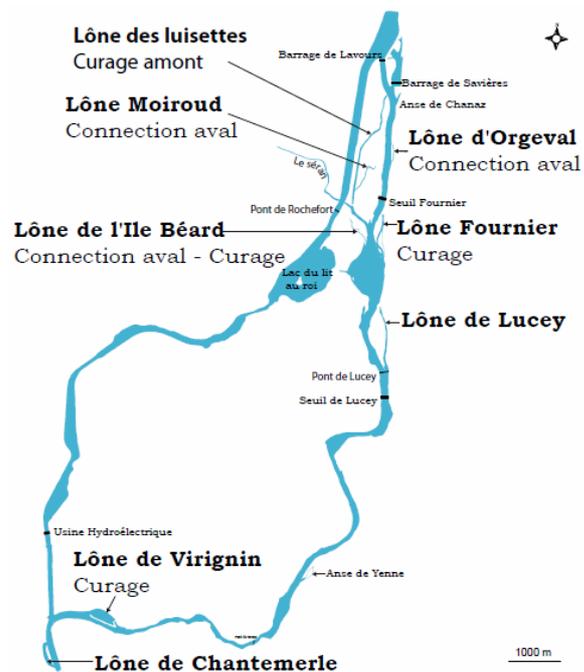
Secteur de Belley

Le vieux Rhône

Section court-circuitée de 17,2 km de long dont ~12 courants, comportant 3 seuils (Fournier PK 129 , Lucey PK 125,275, Yenne PK 117,900), alimenté par le barrage de Lavours et le Canal de Savières (connexion avec le Lac du Bourget) et recevant le Sérán.



Lône Béard



La restauration

	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
Débit minimum <2005 (m3/s)	25		28			20		28		25		
<i>Vitesse (m/s)</i>	0.25											
Débit minimum >2005 (m3/s)	60	90	100	90	80			60				
<i>Vitesse (m/s)</i>	0.44											

Neuf lônes ont été réhabilitées : l'Anse de Chanaz, la lône des Luisettes, la lône Moiroud, la lône Béard, la lône d'Orgeval, la lône Fournier, la lône de Lucey, l'Anse de Yenne, la lône de Virignin. L'objectif général à l'échelle du secteur était d'augmenter la diversité d'habitats au sein de la plaine alluviale en recréant différents types d'annexes fluviales. Le projet consistait à augmenter la surface en eau et à reconnecter les annexes au chenal courant, soit par les extrémités amont et aval, soit par l'aval uniquement. Pour certaines, le creusement du lit avait pour objectif d'augmenter l'alimentation par la nappe alluviale (Luisettes amont, Béard, Fournier). Pour d'autres, il s'agissait de recréer des chenaux secondaires plus ou moins courants (Lucey, Anse de Yenne). Dans l'ensemble, la suppression des bouchons alluviaux, l'amélioration des modalités de connexion au Vieux-Rhône et le re-creusement, par terrassement ou dragages, a pour but général d'augmenter les capacités d'accueil pour le frai

des poissons (brochet, ...) et des amphibiens et de fournir des refuges aux organismes en période de crue.

Effets de la restauration

Augmentation de débit réservé : avant augmentation des débits réservés, le Vieux-Rhône de Belley présentait déjà une diversité d'habitats importante et abritait la plupart des espèces de poissons du Haut-Rhône. Les espèces typiques étaient bien représentées (cyprinidés rhéophiles, truite fario, ombre commun, lote, blennie fluviatile...) et trouvaient dans ce secteur les habitats nécessaires à l'accomplissement de leur cycle vital. Par ailleurs, les changements hydrauliques observés à Belley sont plus faibles que ceux observés à Chautagne ou Pierre-Bénite. En conséquence, la modification des débits réservés en juillet 2005 n'a pas induit de changements majeurs dans la structure du peuplement en place. Les changements de compositions de peuplement de macroinvertébrés attendus après modification des débits réservés ne sont pas encore significatifs 4 ans après restauration (prédiction des modèles). Cependant, les tendances observées montrent que les taxons potentiellement favorisés par les augmentations de débits augmentent, phénomène renforcé par le retour d'espèces qui avaient disparues du secteur (plécoptères, certaines éphémères plates), alors que les proportions de taxons limnophiles (préférant les vitesses de courant faibles) diminuent. Ces tendances devraient s'affirmer sur le long terme.

Réhabilitation des lones : Les bras présentant continuellement ou fréquemment des écoulements vifs (Lucey, Anse de Yenne, Luisettes, Fournier,) sont régulièrement entretenus par les crues, cependant leur géométrie (ou celle du chenal principal) n'est pas toujours fixe. La plupart de ces chenaux enregistrent ainsi une diminution de la hauteur d'eau moyenne indépendante du comblement par les sédiments fins. Les bras secondaires courants comme l'Anse de Yenne ont abrité immédiatement après restauration des espèces rhéophiles (truite par exemple) mais le ralentissement de l'écoulement consécutif au réajustement géomorphologique qui a suivi a plutôt conduit à une colonisation par des espèces moins liées aux forts courants (chevaine, vandoise, goujon). Dans les autres annexes, les processus de dépôt-érosion dépendent essentiellement de la fréquence et de l'intensité des crues et des retours d'eau. Ces lones enregistrent également des processus de rajeunissement. L'analyse des peuplements (végétation aquatique, macroinvertébrés et poissons) met en évidence une diversité de types de fonctionnement à la fois en relation avec l'importance (relative) de l'alimentation phréatique et du degré de connectivité avec le Vieux-Rhône (augmentation de la richesse en Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères avec le degré de connectivité). Comme dans le Vieux Rhône, les espèces non-indigènes sont en augmentation après restauration. Les lones connectées par l'aval au Vieux-Rhône, ne constituent pas, à Belley, des sites privilégiés pour la reproduction et le grossissement des juvéniles des espèces du Vieux-Rhône, soit parce qu'elles sont partiellement alimentées par des eaux phréatiques froides (Luisettes, Béard, Fournier) soit parce que l'accès est difficile (Moiroud, Luisettes). Tous les indicateurs utilisés mettent en évidence un état post-restauration transitoire.

Potentiel d'évolution du site : pistes

Le régime de débits réservés du site peut être considéré comme satisfaisant compte-tenu de la qualité des habitats aquatiques du Vieux-Rhône. Les indicateurs utilisés pour mesurer les effets des modifications de débits sur les peuplements de macroinvertébrés et de poissons montrent une tendance d'évolution dans le sens des attentes pour les macroinvertébrés et une situation plus stable en ce qui concerne le peuplement de poissons pour lesquels les

modifications, s'il doit y en avoir, ne seront appréciables que sur le long terme. Les données acquises sur les lînes restaurées montrent que la réhabilitation des annexes lenticues (non connectées en permanence à l'amont) a concerné des milieux essentiellement mésotrophes à méso-eutrophes, en général peu utilisés par les poissons. Une réflexion pourrait être menée pour réhabiliter des annexes avec des caractéristiques physico-chimiques différentes (moins d'alimentation phréatique, température estivale plus élevée...) et mieux connectées par l'aval au Vieux-Rhône. L'aménagement de ce secteur tressé a conduit progressivement à la disparition de la plupart des chenaux secondaires courants peu profonds, propices aux classes d'âges intermédiaires de plusieurs espèces de poissons rhéophiles. La réhabilitation de tels bras, sans augmentation de débit supplémentaire, pourrait également être une piste de restauration de l'habitat aquatique. Cette réflexion devrait être conduite dans le cadre de la réflexion sur la gestion des bancs afin de favoriser leur remise en mouvement et un meilleur transit sédimentaire.

Une réflexion pourrait être menée sur une éventuelle amélioration de la qualité des habitats entraînée par une modification des caractéristiques des seuils artificiels du chenal non équipés à ce jour. Enfin, comme dans les autres Vieux-Rhône, une gestion optimisée des vitesses de montée et de descente des débits lors des manœuvres de barrage de dérivation (Barrage de Lavours) serait fortement conseillée.

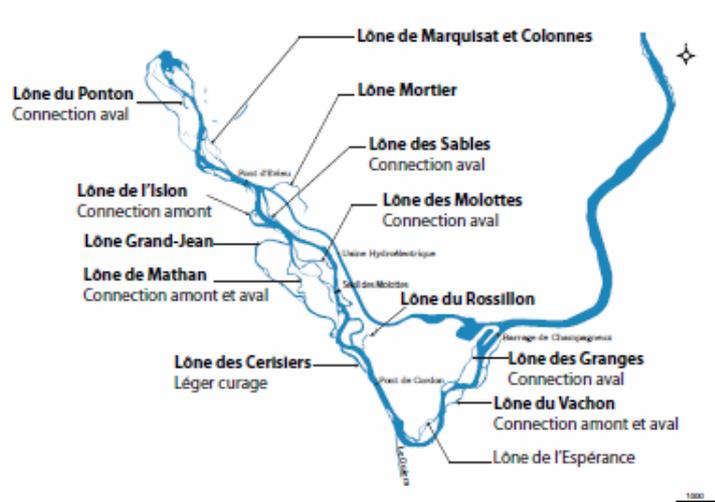
Secteur de Brégner-Cordon

Le vieux Rhône

Section court-circuitée de 11,4 km de long dont ~8 courants, comportant 1 seuil équipé d'une passe à poissons (seuil des Molottes PK 94,850), alimenté par le barrage de Champagneux et recevant le Guiers (affluent de rive gauche, confluence équipée d'une passe à poissons).



Lône du Ponton



La restauration

	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
Débit minimum <2006 (m ³ /s)	80			100			150		100		80	
<i>Vitesse (m/s)</i>	<i>0.39</i>											
Débit minimum >2006 (m ³ /s)	80			100			150		100		80	
<i>Vitesse (m/s)</i>	<i>0.39</i>											

* à partir de juillet 2006 le débit minimum à l'aval du barrage de Champagneux est passé de 25 m³/s à 65 m³/s.

Neuf lônes ont été réhabilitées en 2005-2006 : la lône des Granges, la lône du Vachon, la lône des Cerisiers (qui reçoit la Bièvre), la lône Mattant, la lône des Molottes, la lône de l'Ision, la lône des Sables, la lône Marquisat et Colonnes, la lône du Ponton. L'objectif général à l'échelle du site était augmenter la diversité d'habitats au sein de la plaine alluviale en recréant différents types d'annexes fluviales et d'améliorer la connexion avec la Bièvre au niveau de la lône des Cerisiers. Dans la plupart des cas, le projet consistait à augmenter la surface en eau et à reconnecter les annexes au chenal courant, soit par les extrémités amont et aval (Vachon, Mattant, Ision), soit par l'aval uniquement.

Dans l'ensemble, la suppression des bouchons alluviaux, l'amélioration des modalités de connexion au Vieux-Rhône ou au Rhône et le re-créusement, par terrassement ou dragages, a

pour but général d'augmenter les capacités d'accueil pour le frai des poissons (brochet, ...) et des amphibiens et de fournir des refuges aux organismes en période de crue.

Effets de la restauration

Augmentation de débit réservé : L'augmentation du débit réservé est très partielle puisqu'elle ne concerne que l'amont du Vieux-Rhône et que la situation hydrologique de cette section est peu différente de la situation avant 2006. Les effets potentiels de cette augmentation de débit réservé sont donc peu perceptibles.

Réhabilitation des lones : Le nombre important de lones réhabilitées et la diversité des modalités de connexion au chenal courant permettent de disposer d'un gradient de connectivité latérale intéressant. Aucun dépôt de sédiments fins n'est enregistré dans les chenaux secondaires courants (Vachon, Mattant) mais leur géométrie n'est toujours pas ajustée. Les espèces que l'on y observe (macroinvertébrés - éphéméroptères, plécoptères, trichoptères - et poissons) sont principalement des espèces rhéophiles, ces milieux constituent des milieux très complémentaires au chenal principal. La lône des Granges présente un bon potentiel d'auto-entretien. Seule la partie aval, où l'on observe l'essentiel des stocks sédimentaires, est connectée de manière permanente avec le Vieux-Rhône en débit réservé. Molottes et Ponton connectées par l'aval sont le siège d'une sédimentation fine importante. Les dépôts se structurent de manière uniforme et homogène sur le fond, soulignant clairement que ces lones fonctionnent comme des « décanteurs » (pièges à sédiment). Sur Cerisiers, l'essentiel de la sédimentation post-travaux est observée sur la section restaurée du site, au droit de la confluence avec la Bièvre, soulignant que les effets des travaux ne seront peut être ici que peu durables. Certaines annexes possèdent des caractéristiques de température et de production primaire (milieux généralement eutrophes) qui en font des sites très favorables pour la reproduction des poissons et la croissance des jeunes stades de développement (Molottes et Ponton notamment). L'évolution post-restauration montre que les processus de sédimentation ne sont pas stables dans le temps et que les processus de colonisation par les espèces des milieux restaurés se poursuivent.

Potentiel d'évolution du site : pistes

Le régime de débits réservés est peu modifié par rapport à la situation antérieure et offrirait peu de gains d'habitat pour des augmentations raisonnables du débit. Les résultats acquis depuis 2006 mettent surtout en évidence la variabilité inter-annuelle de structure de peuplement et en particulier des succès de reproduction des différentes espèces. Les populations des espèces d'eau courante (ablette, barbeau, hotu, vandoise) semblent fonctionner correctement. On notera que l'Ombre commun est quasi-absent des échantillonnages réalisés, il y a pourtant une bonne capacité d'accueil dans le Vieux-Rhône pour cette espèce.

La réhabilitation des lones, associée à la présence de lones non-restaurées dans ce secteur offre une diversité d'habitats importante au sein de la plaine alluviale. Les suivis réalisés montrent que les milieux réhabilités évoluent progressivement depuis 2006. Les processus de sédimentation sont variables en fonction des degrés de connectivité. La colonisation des annexes restaurées par des espèces invasives (élodée de Nutall par exemple) est probablement un phénomène à surveiller en raison des densités importantes constatées certaines années. De tels développements ont probablement des conséquences importantes sur le fonctionnement écologique global de ces annexes. La question du rôle des espèces exogènes dans le

fonctionnement des communautés d'invertébrés aquatiques (dans le chenal et les annexes) est également une problématique sur laquelle il faudra engager des recherches.

Le secteur de Brégnier-Cordon, en raison de ses caractéristiques géomorphologiques et de son régime de débits réservés a toujours été considéré comme un secteur privilégié d'un point de vue écologique. Le programme de restauration a remis en connexion des milieux qui s'étaient atterris depuis la mise en service du barrage. Une des voies à explorer consiste à évaluer les bénéfices potentiels de la poursuite de la réhabilitation de nouvelles lônes tout en laissant évoluer les lônes actuellement restaurées.

Comme dans les autres Vieux-Rhône, une gestion optimisée des vitesses de montée et de descente des débits lors des manœuvres de barrage de dérivation (Barrage de Champagneux) serait fortement conseillée.

Secteur de Pierre-Bénite

Le vieux Rhône

Section court-circuitée de 10 kms de long dont ~5 courants, située juste à l'aval de Lyon en zone urbanisée. Seulement deux radiers marqués sont présents dans le chenal, dont un qui a été récemment réactivé à l'aval de la lône de Ciselande.



avant



après



La restauration

Premier secteur restauré en 2000, Pierre-bénite a vu son débit minimum multiplié par 10.

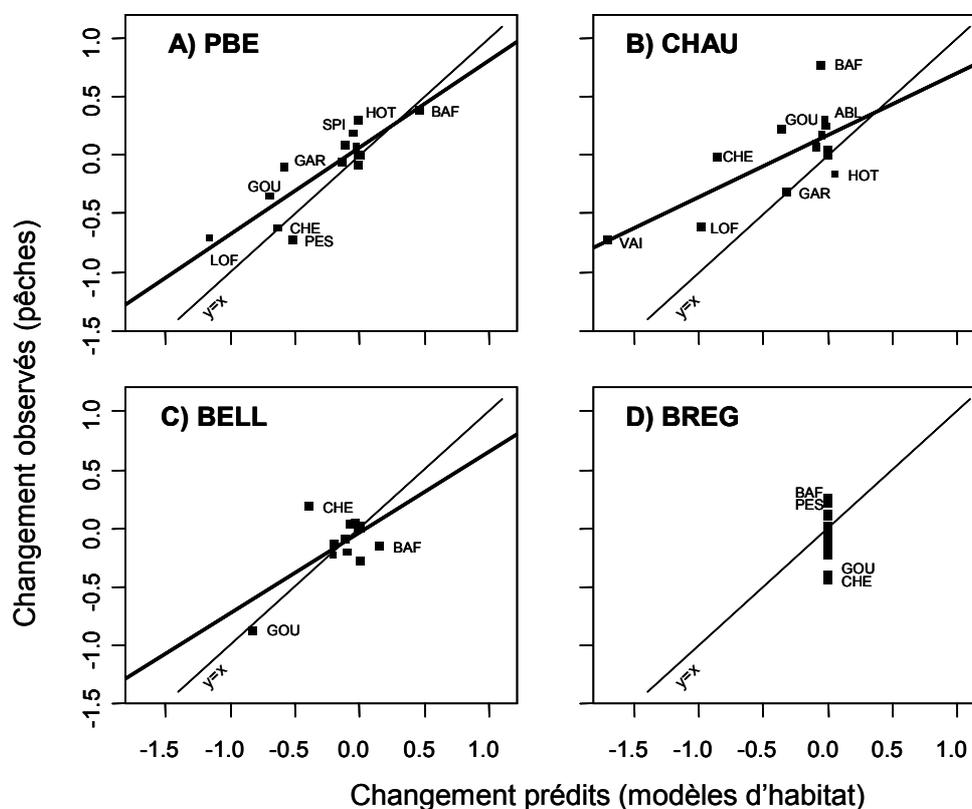
	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
Débit minimum <2000 (m ³ /s)	10					20				10		
<i>Vitesse (m/s)</i>	<i>0.08</i>					<i>0.12</i>				<i>0.08</i>		
Débit minimum >2000 (m ³ /s)						100						
<i>Vitesse (m/s)</i>						<i>0.36</i>						

Trois lônes ont été restaurés en 1999, avec pour principal objectif de favoriser une diversité de fonctionnement inter- et intra-lônes. Une a été reconnectée au fleuve en permanence (Ciselande), une élargie pour le passage des crues et reconnectée à l'aval (Jaricot) et une troisième curée (Table ronde). La lône de Jaricot a la particularité de se jeter dans le bassin de joutes de Vernaison.

Effets de la restauration

Augmentation de débit réservé : Le chenal de Pierre-Bénite est le site le plus démonstratif des effets de l'augmentation des débits. Suite au changement notable des vitesses, la proportion des poissons et des invertébrés typiques des eaux courantes a suivi (ex : proportions de barbeau fluviatile, hotu, ablette et vandoise passée de 15% à 42%). Le peuplement se rapproche ainsi des images avant aménagement, en accord fort avec les prédictions puisque

75% des changements de densités des principaux taxons de poissons et d'invertébrés ont pu être prédits avec succès. Le déclin de la vandoise a peut être été freiné, mais les augmentations de température auront probablement l'effet inverse.



Changements prédits et observés d'un indice de densité des espèces de poissons, à Pierre-Bénite (A) et sur les 3 sites restaurés du Haut-Rhône (B,C,D).

La réhabilitation des lônes : Les relevés sédimentaires et relevés de végétation dans les lônes de Pierre-Bénite reflètent que les opérations de restauration ont permis d'accroître la diversité de fonctionnement de ces milieux. Ainsi Ciselande est resté depuis la restauration un bras courant (hors étiage) avec des espèces typiques de ces milieux et une richesse spécifique satisfaisante du fait de l'hétérogénéité de ses habitats. La richesse a également augmenté dans la lône de Jaricot avec des espèces typiques des apports phréatiques, mais a diminué dans Table Ronde qui est dominé par des espèces typiques de milieux eutrophes et stagnants. Néanmoins, la pérennité des opérations de restauration pose question sur Ciselande compte tenu de l'évolution de la géométrie du lit du Rhône au droit de son entrée. Table ronde fonctionne en décanteur et enregistre une vitesse de comblement élevée. Un bouchon alluvial à matrice sableuse dominante, s'est rapidement mis en place au niveau de l'embouchure aval à la suite des travaux. Cette déconnexion du chenal principal s'accompagne d'une diminution de la diversité végétale. La sédimentation s'est ralentie au cours du temps et la dynamique de cette lône est bien celle qui avait été envisagée au départ. Concernant Ciselande, la ligne d'eau du vieux-Rhône au droit du site s'est abaissée d'une cinquantaine de cm entre 2002 et 2011 (données CNR), suite à l'érosion du seuil naturel situé au droit de l'extrémité aval du bras, entraînant une réduction consécutive du niveau d'eau dans le bras qui n'est plus alimenté aujourd'hui en débit réservé. La pérennité de ces reconnexions est ainsi posée

lorsque le chenal actif principal est potentiellement mobile. Tout comme Ciselande, Jaricot enregistre des processus de rajeunissement. Les dépôts sont plus importants à l'aval qu'à l'amont où la lône est plus courante en période de connexion amont et moins soumis à sédimentation lors des reflux aval car l'alimentation en eau souterraine (filtrat fluvial et nappe de versant) en limite la puissance. Cependant un autre point négatif non-anticipé est à noter concernant les développements végétaux dans le bassin de joutes qui demandent également un entretien régulier. Ils sont liés à la clarté des eaux drainées, chargées en nutriments même si les problèmes de pollutions ne sont que ponctuels sur le site.

La complémentarité chenal - lônes n'est pas évidente. Il semble néanmoins que les lônes fournissent quelques zones de croissance supplémentaires pour les espèces d'eau courante ... et le poisson-chat. L'évaluation des peuplements amphibiens a été compliquée par des actions non coordonnées.

Potentiel d'évolution du site : pistes

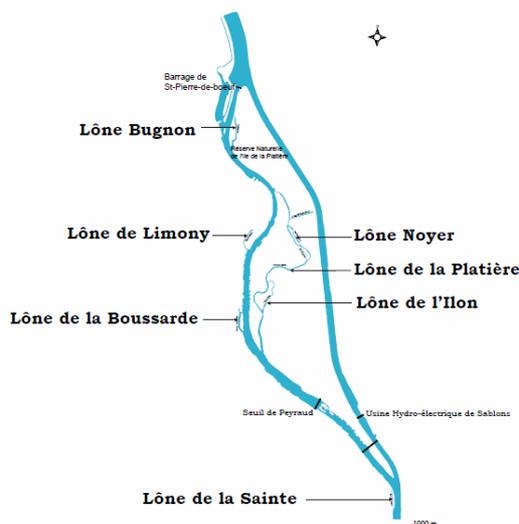
Les simulations d'augmentation de débit, comme sur la plupart des chenaux déjà restaurés, montrent qu'il ne faut pas attendre de gains d'habitat important pour de nouvelles augmentations raisonnables des débits minimum. A Pierre-Bénite, la population de vandoise en déclin ne justifie pas d'effort supplémentaire, sa régression étant probablement liée à la température.

Pérenniser ou améliorer la diversité des lônes, en tant que zones de croissance des poissons et habitats de végétation typique des eaux courantes, demandera sans doute de réfléchir à une solution permettant de maintenir durablement des niveaux d'eau et un débit d'alimentation acceptable dans la lône de Ciselande. Par ailleurs, une recharge sédimentaire dans ce secteur pourrait être judicieuse pour remonter le niveau de la ligne d'eau et répondre positivement à d'autres enjeux de revalorisation de l'habitat benthique sachant que ce site est fortement pavé. Une éventuelle modification de l'entrée de Jaricot, où des processus de rajeunissement sont observés, a été évoquée il y a quelques années mais ne semble pas a priori adaptée à modifier la situation hydraulique du bassin de joutes et de l'aval de la lône.

Secteur de Péage de Roussillon

Le vieux Rhône

Section court-circuitée de 12 km de long, comportant 1 seuil (Peyraud PK) et recevant le Limony. L'amont du Vieux-Rhône est courant sur 2,5 km, une courte zone courante existe immédiatement en aval du seuil de Peyraud.



La restauration

Restauration prévue en 2012.

	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
Débit minimum <2012 (m3/s)	10					20				10		
<i>Vitesse (m/s)</i>	<i>0.07</i>					<i>0.11</i>				<i>0.07</i>		
Module/20 (m3/s)						53						
<i>Vitesse (m/s)</i>						<i>0.23</i>						
Module/10 (m3/s)						105						
<i>Vitesse (m/s)</i>						<i>0.40</i>						

Les enjeux liés à la modification du régime de débits réservés dépassent celui de la préservation des milieux aquatiques superficiels : des enjeux sur la forêt alluviale ont été mis en avant ainsi que des enjeux sur les groupements amphibies d'hélophytes et de bas de grève. Le secteur est soumis à plusieurs impacts dont des pompages importants dans la nappe alluviale (entre 130,000 et 170,000 m3/j) et un réchauffement de l'eau induit par le fonctionnement du CNPE de Saint-Alban/Saint-Maurice l'Exil. Pour ces raisons le scénario proposé de modification des débits réservés est le suivant :



Le site de Péage-de-Roussillon est dans le périmètre de la Réserve Naturelle de l'île de la Platière. La lône de la Platière (1977, 1985) et les lônes connexes ont déjà fait l'objet de procédures de réhabilitation (lône du Noyer Nord, aval de la lône de l'Ilon en 2004). En 2012, la lône du Noyer Sud, totalement atterrie et perchée, a été recreusée et reconnectée. La lône de la Sainte devrait être réhabilitée fin 2012-début 2013. D'autres lônes (Boussarde, Bugnon, Limony) feront probablement l'objet de travaux prochainement.

Le Vieux-Rhône est bordé de casiers Girardon, un des enjeux du secteur est la remobilisation des sédiments stockés dans ces casiers via une déstructuration partielle des ouvrages.

Effets de la restauration

Potentiel d'évolution du site : pistes

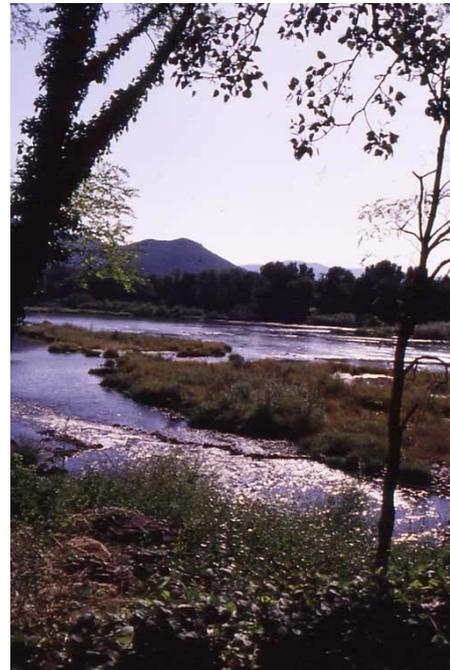
La modification du régime de débits réservés du site peut être considérée comme un enjeu fort. Suite aux nombreux travaux d'acquisition de connaissances sur le site (Réserve Naturelle de l'île de la Platière), une définition précise des enjeux a pu être établie. Le peuplement de poissons du Vieux-Rhône a perdu les espèces les plus exigeantes (truite, vandoise ...) mais conserve une richesse spécifique importante (23-25 espèces) et surtout des densités très importantes. La connexion avec le système de bras de la Platière offre aux poissons la possibilité d'utiliser une large gamme d'habitats. Les principales espèces d'eau courante sont l'ablette, le barbeau et le hotu. Ainsi, malgré la courte longueur courante du Vieux-Rhône, la modification des débits réservés devrait apporter des modifications hydrauliques notables tout en mettant à disposition de ces espèces des surfaces d'habitats favorables plus importantes.

La réhabilitation des annexes devrait augmenter la connectivité latérale entre les milieux et constituer à termes un ensemble d'habitats complémentaires intéressants.

Secteur de Baix-le-Logis-Neuf

Le vieux Rhône

Section court-circuitée courte de ~8 kms de long dont ~2.5 courants, comportant plusieurs radiers dans le chenal. Reçoit la Payre en rive droite.



fleuverhone.voila.net

La restauration

Restauration prévue en 2014.

	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
Débit minimum <2014 (m ³ /s)	10		20				10					
<i>Vitesse (m/s)</i>	0.12		0.20				0.12					
Module/20 (m ³ /s)						73						
<i>Vitesse (m/s)</i>						0.48						

Effets de la restauration

Potentiel d'évolution du site : pistes

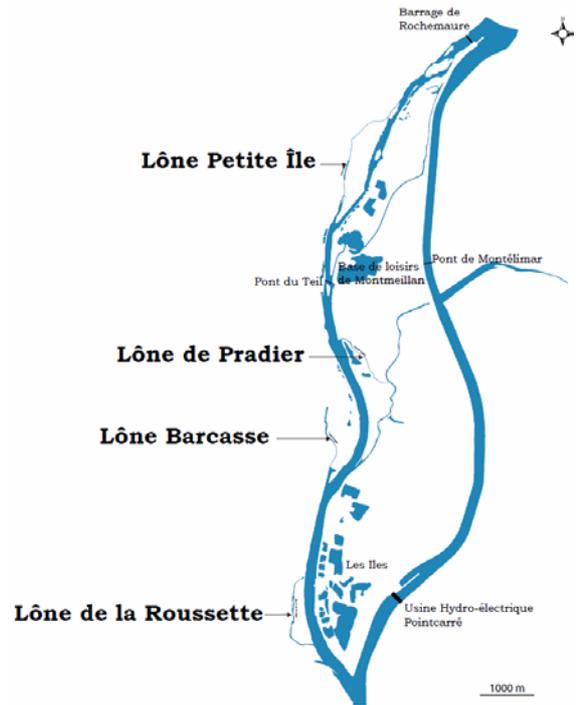
Les simulations d'augmentation de débit dans le chenal suggèrent un fort potentiel d'évolution des habitats, malgré la faible longueur du vieux Rhône. Au vu des faibles débits actuels, un fort contraste hydraulique est attendu après restauration des débits, de l'ordre de celui observé à Pierre-Bénite. Les peuplements de poissons, actuellement plutôt caractéristiques de petits cours d'eau (vairon, loche franche) devraient évoluer en faveur des espèces de grands fleuves qui sont présentes dans le site.

Les lônes du secteur n'ont pas été étudiées par notre groupe. Les connexions avec les contre-canaux et affluents jouent probablement un rôle intéressant sur les assemblages du site.

Secteur de Montélimar

Le vieux Rhône

Section court-circuitée de ~13 kms de long dont ~7 courants, comportant de nombreux radiers dans le chenal, avec une diversité de lônes relativement faible. Reçoit le Roubion en rive gauche.



La restauration

Restauration prévue en 2014.

	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
Débit minimum <2014 (m ³ /s)	15 à 60 suivant le débit du Rhône											
<i>Vitesse (m/s)</i>	<i>0.14 à 0.35</i>											
Module/20 (m ³ /s)	75											
<i>Vitesse (m/s)</i>	<i>0.40</i>											

Effets de la restauration

Potentiel d'évolution du site : pistes

Les simulations d'augmentation de débit suggèrent qu'il faut s'attendre à des gains d'habitat moindres à Montélimar qu'à Donzère ou à Baix-le-Logis-Neuf, du fait de la morphologie moins originale du site, du niveau de débit actuel et des peuplements en place. En particulier,

le secteur présente les densités et la richesse taxonomique en macroinvertébrés les plus faibles parmi les secteurs du Bas-Rhône avant restauration. Un total de 11 espèces exogènes font partie du cortège faunistique et certaines sont très bien implantées.

Néanmoins la longueur du site est un atout ; les zones courantes et peu profondes sont propices aux juvéniles des espèces de poissons d'eau courante (hotu, ablette) et les habitats plus profonds et courants abritent une population de hotus intéressante, qu'une augmentation de débit devrait favoriser.

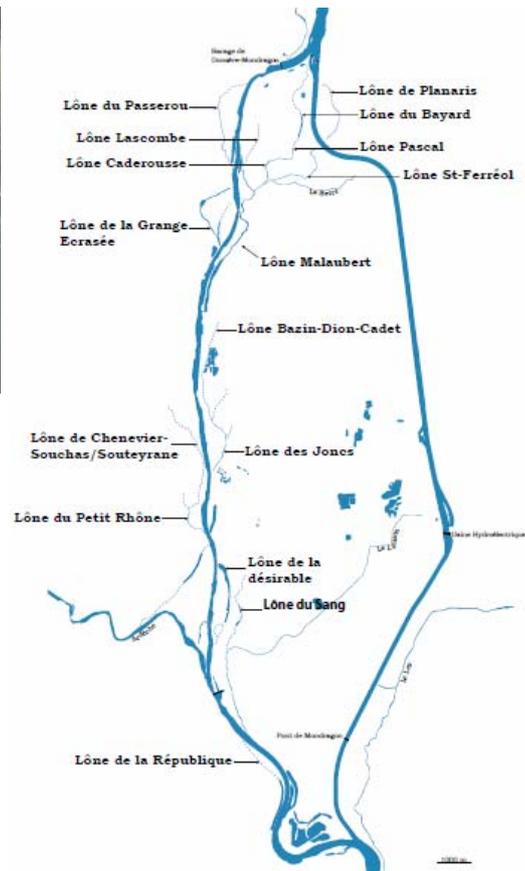
Les études avant-restauration à Montélimar ne suggèrent pas de fort potentiel biologique des lônes du secteur. La lône de la Roussette néanmoins, aujourd'hui atterrie à l'amont et partiellement à l'aval, montre un potentiel biologique qui pourra être favorisé par la restauration et le passage des crues. L'aval de la lône est pauvre en poissons mais possède quelques taxons de macroinvertébrés rhéophiles.

La complémentarité lône-chenal apparaît donc faible et à potentiel faible sur le secteur, où il faudra peut être rechercher ailleurs le potentiel d'une diversité d'habitats latéraux connectés (casiers & affluent).

Secteur de Donzère-Mondragon

Le vieux Rhône

La plus longue section court-circuitée du Rhône, avec ~29 kms de long dont ~19 courants, comportant de nombreux radiers marqués dans le chenal et une diversité de lônes importante. Elle reçoit l'Ardèche en rive droite.



La restauration

Restauration prévue en 2014.

	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
Débit minimum <2014 (m3/s)						60						
<i>Vitesse (m/s)</i>						0.44						
Module/20 (m3/s)						75						
<i>Vitesse (m/s)</i>						0.50						

Effets de la restauration

Potentiel d'évolution du site : pistes

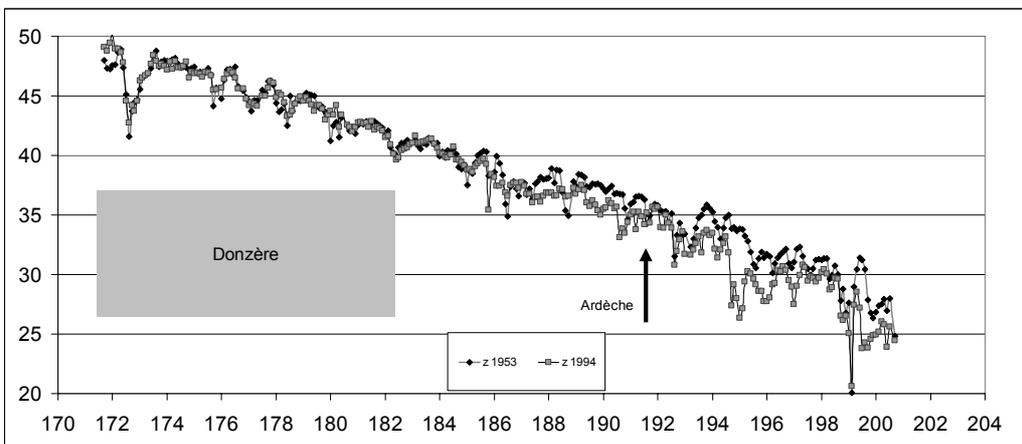
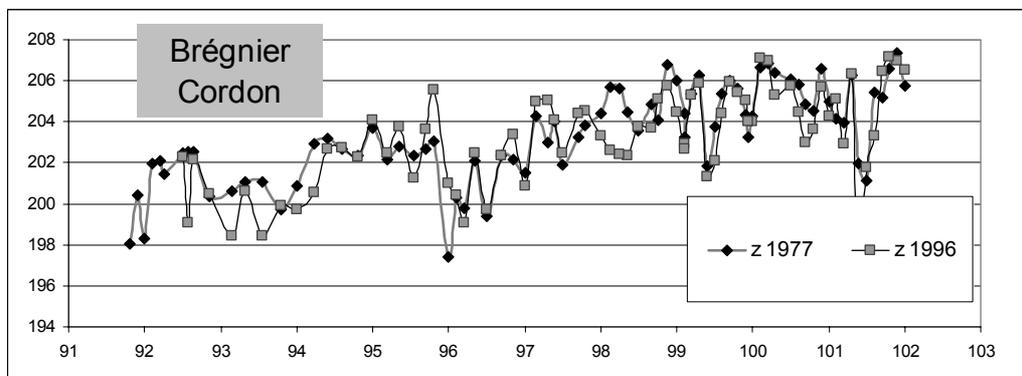
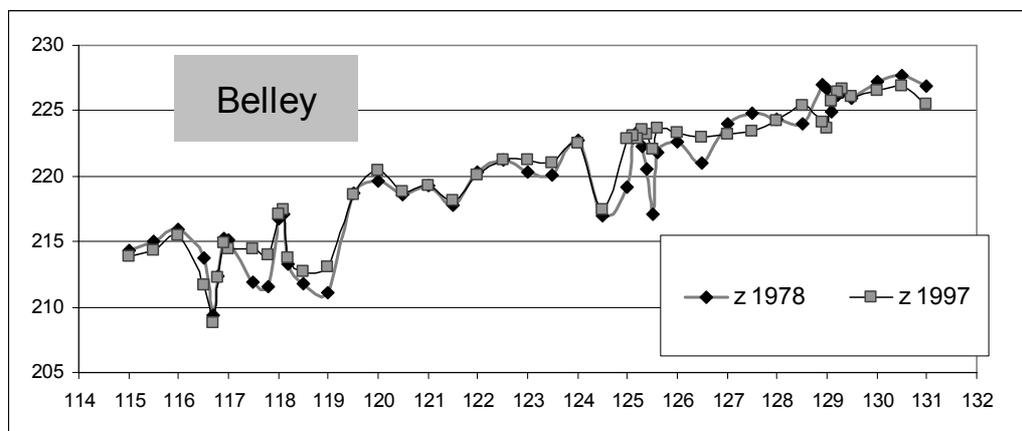
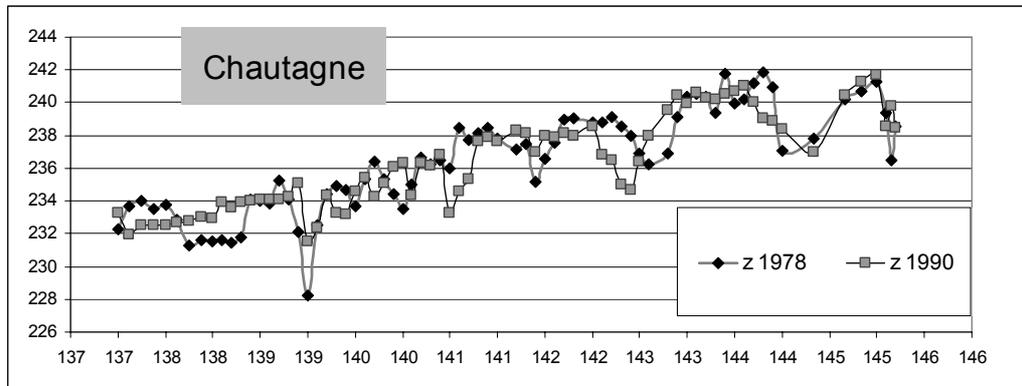
Le vieux Rhône de Donzère est un vieux Rhône à fort potentiel, très original du point de vue morphologique et biologique. Sa partie courante est longue et possède plus de radiers que les autres sites du bas Rhône. Les peuplements de poissons du site sont également les plus originaux du bas Rhône (fortes proportions d'espèces d'eau vive et d'eau courante, présence récente et fort potentiel pour les migrateurs, apron signalé). C'est également à Donzère que les modèles d'habitat indiquent des forts gains pour les augmentations de débit. C'est donc un site pour lequel il y a encore à attendre d'augmentations de débit.

Les nombreuses lônes du secteur offrent un potentiel varié. La restauration de milieux lotiques pourrait re-créeer des zones de croissances des poissons rhéophiles et limiter le développement de macrophytes invasives. Elle devrait être néanmoins ciblée pour conserver des zones typiques des milieux stagnants qui renforcent la diversité du site. Par exemple, l'amont de la lône de Malaubert est remarquable par un riche assemblage de Coléoptères de milieux stagnants ; l'aval de la lône des joncs est un milieu aquatique temporaire possédant deux espèces de gastéropodes uniques et caractéristiques de milieux pouvant s'exonder.

Le secteur est peut être le moins figé du bas Rhône, notamment autour de la confluence avec l'Ardèche, et ceci pourrait être encore favorisé en jouant sur les contraintes latérales (casiers Girardon, enrochements) et/ou en influant sur le travail des crues par épis. Une réflexion globale sur les possibilité de réhabilitation de la confluence avec l'Ardèche serait intéressante.

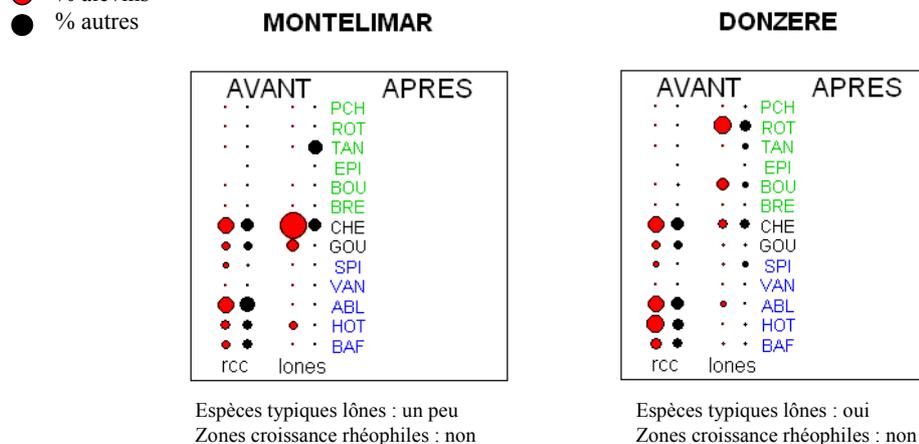
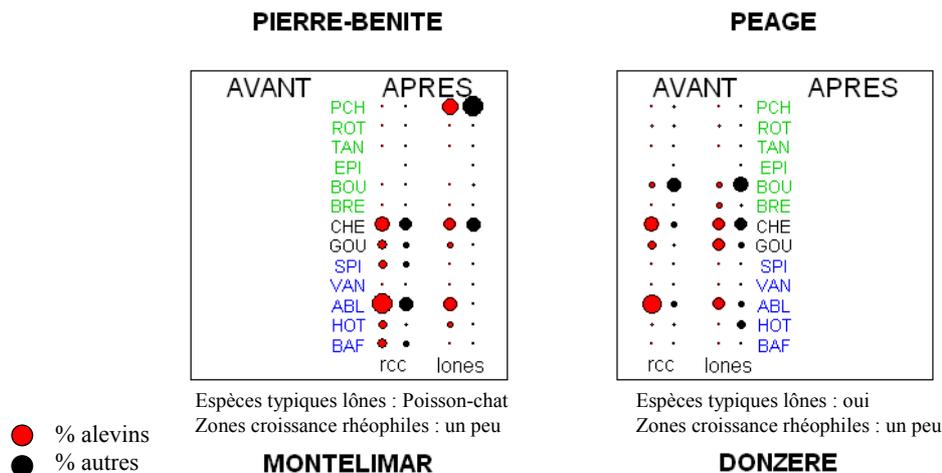
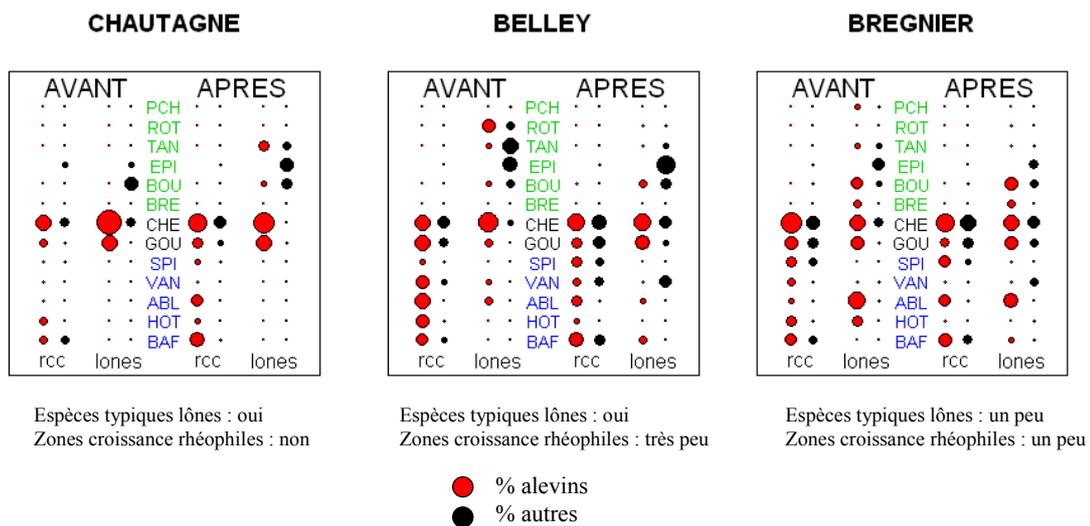
Annexe 1. Profils en long du fond du lit de quelques vieux Rhône.

En ordonnées l'altitude (m, référentiel CNR – IGN 69) et en abscisses la distance en km (référentiel CNR, distance depuis Lyon)



Annexe 2. Complémentarité chenal-lônes (poissons)

Si la plupart des lônes contiennent des espèces typiques de ces milieux (de façon limitée à Pierre-Bénite et Montélimar), elles semblent jouer un rôle modéré pour la croissance des espèces d'eau courante. Cette fonction de nurserie apparaît plus présente sur les sites de Brégner (haut-Rhône), Pierre-Bénite et Péage (bas-Rhône) ; elle pourrait peut-être être améliorée sur les sites du bas-Rhône, par une amélioration de la connectivité latérale. En vert: espèces typiques des lônes. En bleu : espèces typiques des eaux courantes.



Annexe 3 : Présence potentielle d'espèces (Invertébrés du chenal)

Le pattern de structure des peuplements d'invertébrés benthiques du chenal observé sur les trois secteurs du Haut Rhône est sensiblement le même (Fig. 1). En situation pré-aménagement (fin des années 1970), la biodiversité des peuplements d'invertébrés benthiques est essentiellement due à des taxons dits "EPT" (Ephéméroptères, Plécoptères, Trichoptères) représentés par de nombreux taxons sensibles aux impacts anthropiques. Des espèces exogènes déjà installées et non invasives (ex. la planaire *Dugesia tigrina*) ainsi que des taxons de divers autres groupes (Mollusques, Crustacés, Diptères, etc.) complètent cette biodiversité. Les aménagements hydroélectriques sur le Haut-Rhône se sont accompagnés d'un déclin des taxons EPT et de l'apparition de nouveaux taxons exogènes colonisant les espaces laissés vides par les espèces EPT et pouvant devenir invasifs (ex. le crustacé *Dikerogammarus villosus*). Suite à la restauration des débits, les différences de structure des peuplements d'invertébrés sont peu marquées entre avant et après restauration (attention, échantillonnage différent pour cette période plus récente) : le pourcentage de taxons EPT par rapport au nombre total de taxons évoluant peu. Les changements hydrauliques générés par les mesures de restauration ne sont pas les seuls facteurs d'évolution des écosystèmes et ces changements ont été concomitants avec l'arrivée d'espèces exogènes très compétitives qui induisent une diminution de la diversité native (notamment EPT) par rapport à son pool théorique au profit de taxons moins exigeants.

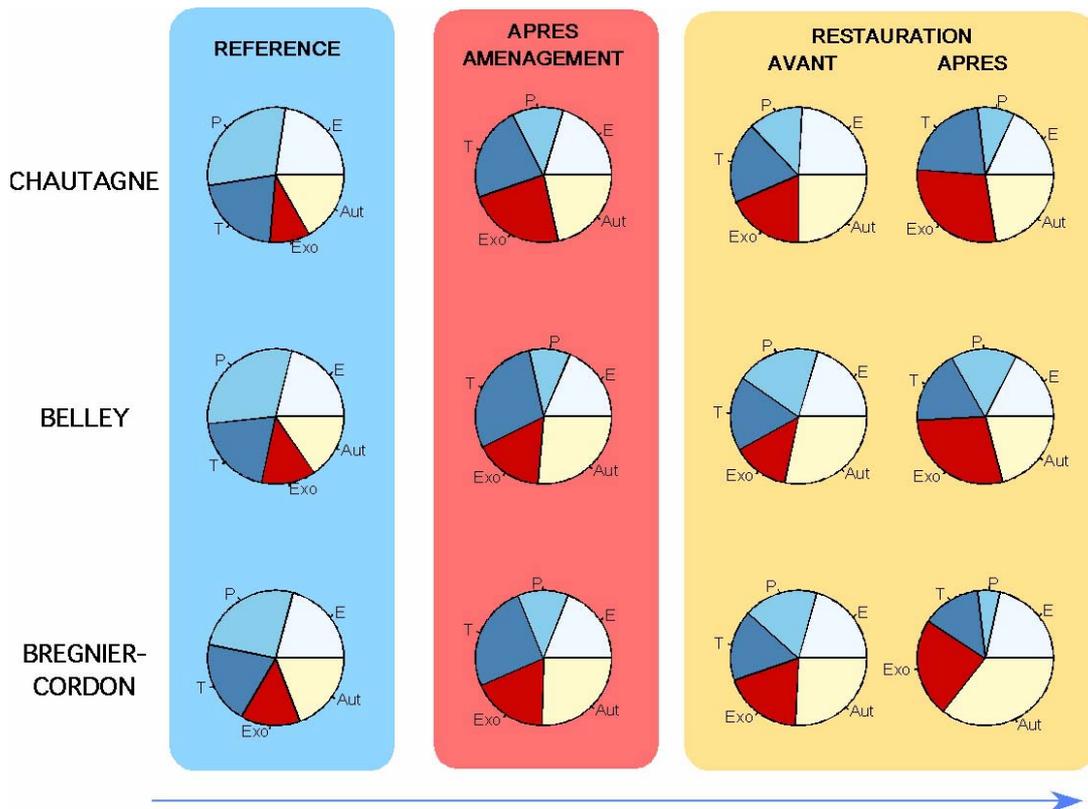


Figure 1. Evolutions temporelles du % de taxons d'invertébrés benthiques par rapport au pool théorique (total des taxons rencontrés sur le secteur) appartenant aux Ephéméroptères (E), Plécoptères (P), Trichoptères (T), et Autres groupes (Aut), dans trois secteurs du Haut-Rhône. Le % de taxons non-natifs (Exo) par rapport au nombre total de taxons exogènes rencontrés est également donné.

L'atteinte d'un bon potentiel (rééquilibrage entre autres de la richesse taxonomique EPT) nécessiterait d'agir sur d'autres facteurs de changement comme la gestion des barrages, les pollutions et les changements globaux qui se combinent et facilitent l'installation d'espèces exogènes plus résistantes aux cocktails d'impacts anthropiques.

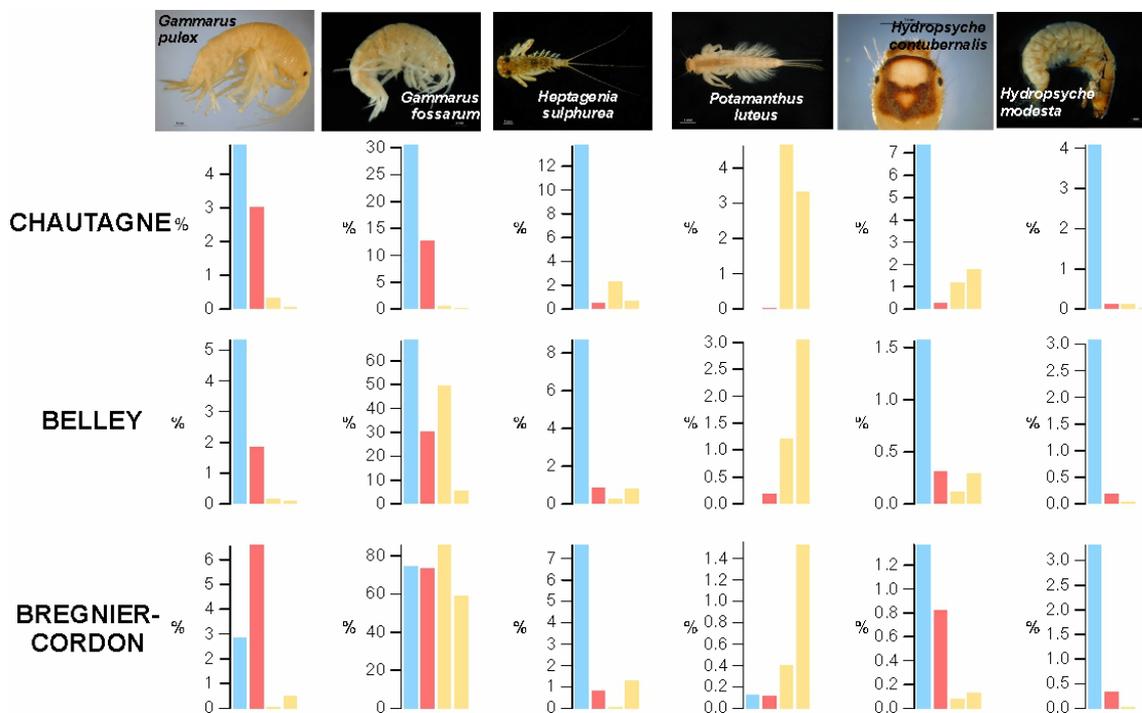


Figure 2. Evolutions temporelles (code couleur identique à la Fig. 1 avec dans l'ordre la "référence", et les situations après aménagement, avant et après restauration) d'une sélection d'espèces d'invertébrés benthiques dont l'abondance est > 1% du total de l'assemblage (taxons dominants et subdominants), dans trois secteurs du Haut-Rhône.

L'examen des variations d'abondance montre que des espèces que l'on peut considérer comme constituant le fond faunistique du Haut-Rhône vif voient leurs effectifs en forte régression (*Gammarus pulex*, *Heptagenia sulphurea*, *Hydropsyche contubernalis*, *Hydropsyche modesta*; Fig. 2). On notera que l'évolution de *Gammarus fossarum* est différente suivant les secteurs et que Brégnier-Cordon peut constituer une source de colonisation pour peu que la dispersion de l'espèce ne soit pas entravée. Enfin, le retour de *Potamanthus luteus* dont les effectifs étaient marginaux même avant aménagement est un signe positif car il s'agit d'une espèce typique de grand cours d'eau.