

UN APRÈS-MIDI AU BORD DU RHÔNE

La restauration écologique du Rhône - Quels travaux de renaturation ?
Quels enseignements des suivis scientifiques pour la gestion ?

Jeudi 6 avril 2017 - PIERRELATTE (26)

PROGRAMME & RECUEIL DES INTERVENTIONS

ZABR



Sommaire

Avant-propos	3
Programme	4
Supports d'interventions	5
LA RESTAURATION DU RHONE, ELEMENTS DE CONTEXTE	
Les travaux de restauration engagés à l'échelle du fleuve Rhône et leurs suivis scientifiques Eve Sivade, <i>Agence de l'eau RMC</i> Dad Roux-Michollet, <i>GRAIE OHM VR</i>	6
La restauration du secteur de Donzère à Mondragon et son ancrage local Serge Barrere et Christophe Moiroud, <i>CNR</i> Anne Gangloff, <i>SIAGAR</i>	15
La vallée du Rhône de Montélimar à Donzère-Mondragon – Secteur prioritaire du SRCE Rhône-Alpes Bertille Clavel, <i>Région Auvergne-Rhône-Alpes</i>	21
UN APRES-MIDI AU BORD DU RHONE - VISITES DE TERRAIN	
La île de Dions : un bras annexe du lit du Rhône restauré Emmanuel Castella, <i>Université de Genève</i> Jérémy Riquier, <i>UMR 5600</i>	24
La redynamisation des marges alluviales à Pont-Saint-Esprit Christophe Moiroud, <i>CNR</i> Hervé Piégay, Alvaro Tena, Fanny Arnaud, <i>UMR 5600</i>	32

Avant - Propos

Contexte :

La restauration écologique du Rhône est engagée depuis plus de 15 ans sur le fleuve. Différents types de travaux sont menés pour améliorer l'état écologique du fleuve, notamment dans le contexte du Plan Rhône : l'augmentation des débits réservés, la restauration des îles, la restauration des axes de migration piscicoles et depuis peu l'élargissement du fleuve par le démantèlement partiel des marges construites.

Dès le départ, cette restauration s'est accompagnée d'un suivi scientifique (RhônEco) pour mesurer les effets des opérations sur la biodiversité. En 2010, l'Observatoire des Sédiments du Rhône a été mis en place, il apporte des éléments de connaissances scientifiques sur les dynamiques sédimentaires du fleuve et des enseignements pour les gestionnaires.

Objectifs :

Cette rencontre a 3 objectifs :

- Partager les enjeux de la restauration du Rhône et faire un point sur l'avancement des travaux ;
- Découvrir les enseignements des suivis scientifiques utiles pour l'action en faveur de la restauration du Rhône ;
- Apprécier concrètement, avec la visite des chantiers de restauration de Pierrelatte et de Pont St Esprit, les enjeux, les bénéfices des travaux, le rôle des différents acteurs dans la restauration du Rhône.

Publics :

Cette rencontre, sur invitation, s'adresse aux pilotes des différents volets du Plan Rhône, aux membres des services des institutions partenaires du Plan Rhône, aux représentants des Départements, aux membres du Comité Technique Thématique Interrégional « Qualité des eaux, ressource, biodiversité ».

Programme

11h30	Accueil en mairie de Pierrelatte
12h00	Déjeuner buffet
13h00 - 13h40	LA RESTAURATION DU RHONE, ELEMENTS DE CONTEXTE
13h00	Les travaux de restauration engagés à l'échelle du fleuve Rhône et leurs suivis scientifiques Eve Sivade, Agence de l'eau RMC Dad Roux-Michollet, GRAIE OHM VR
13h20	La restauration du secteur de Donzère à Mondragon et son ancrage local Serge Barrere et Christophe Moiroud, CNR Jean-Marc Guinet et Anne Gangloff, SIAGAR
13h40	La vallée du Rhône de Montélimar à Donzère-Mondragon – Secteur prioritaire du SRCE Rhône-Alpes Bertille Clavel, Région Auvergne-Rhône-Alpes
14h00 - 17h30	UN APRES-MIDI AU BORD DU RHONE (DEPART COLLECTIF EN BUS)
14h15	La lône de Dions : un bras annexe du lit du Rhône restauré Emmanuel Castella, Université de Genève Jérémie Riquier, UMR 5600
15h15	Le chantier de restauration de l'île Dions : un élargissement du lit du Rhône en cours de réalisation Serge Barrere, Romain Brusson, Christophe Moiroud, CNR Anne Gangloff, SIAGAR
16h30	La redynamisation des marges alluviales à Pont-Saint-Esprit Serge Barrere, Romain Brusson, Christophe Moiroud, CNR Hervé Piégay, Alvaro Tena, Fanny Arnaud, UMR 5600 René Pialla, Collectif des riverains du Rhône Lionel Jacob, LPO
17h30	Fin de la journée

SUPPORTS D'INTERVENTIONS

Les travaux de restauration engagés à l'échelle du fleuve Rhône et leurs suivis scientifiques

Eve Sivade, *Agence de l'eau RMC*
Dad Roux-Michollet, *GRAIE OHM VR*



Les travaux de restauration engagés à l'échelle du fleuve Rhône et leurs suivis scientifiques

Eve SIVADE (Agence Eau RMC) et Dad ROUX-MICHOLLET (GRAIE)

UN APRES - MIDI AU BORD DU RHÔNE

AMÉNAGÉ POUR LA NAVIGATION AU 19^oS



Jeudi 6 avril 2017 - Secteur Donzère Mondragon

AMÉNAGÉ POUR LA NAVIGATION AU 19^oS

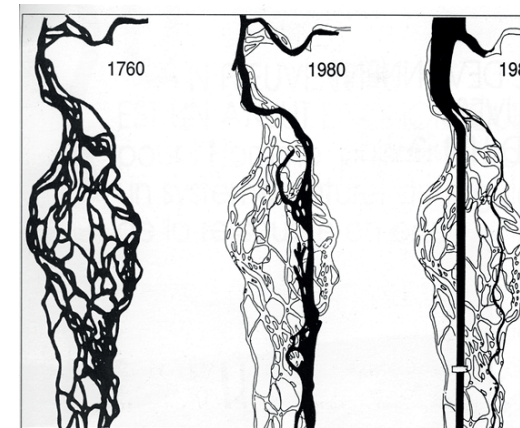
AMÉNAGÉ POUR LA PRODUCTION HYDROÉLECTRIQUE AU 20^oS



Jeudi 6 avril 2017 - Secteur Donzère Mondragon

UN APRES - MIDI AU BORD DU RHÔNE

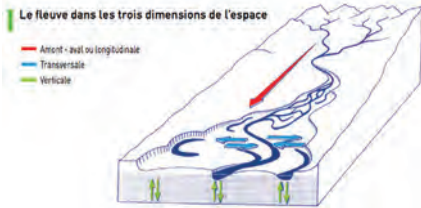
MODIFICATION DU SYSTÈME FLUVIAL ET CONSÉQUENCES EN TERMES DE DIVERSITÉ D'HABITATS



19^{ème} – 20^{ème} siècles, les grands fleuves européens (dont le Rhône) sont aménagés pour la protection contre les inondations, la navigation, la production hydroélectrique, l'irrigation.

↳ **BANALISATION** des paysages et de la diversité d'espèces car milieux figés.

Jeudi 6 avril 2017 - Secteur Donzère Mondragon



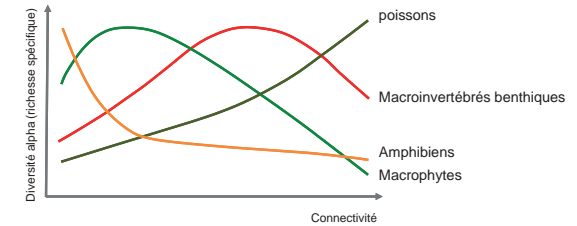
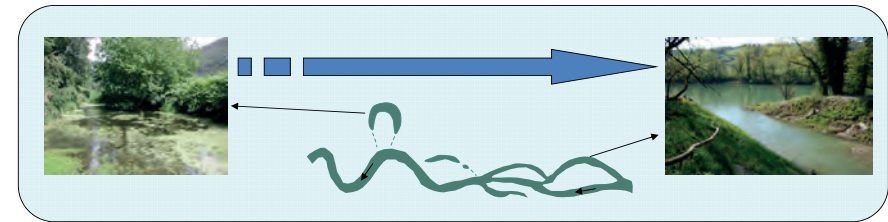
Les écosystèmes fluviaux sont multidimensionnels, ce ne sont pas des systèmes figés (équilibre dynamique en lien avec les perturbations)

Rôle majeur de l'hydrologie (régime hydrique, crues, basses eaux) et de la connectivité des annexes fluviales avec le chenal principal



Jeudi 6 avril 2017 - Secteur Donzère Mondragon

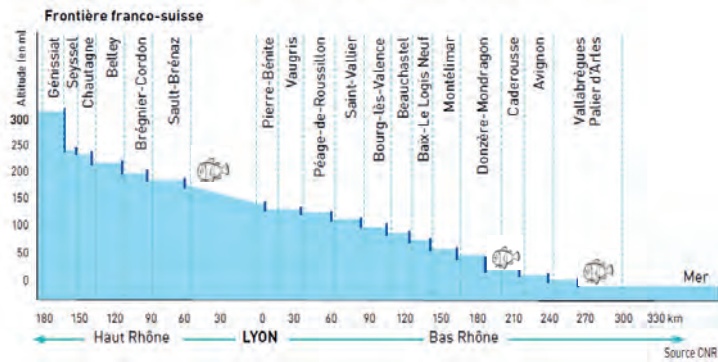
CONNECTIVITÉ LATÉRALE



Plaine alluviale du Danube Autriche (Tockner et al., 1998)
In (Amoros & Borrette, 2002)

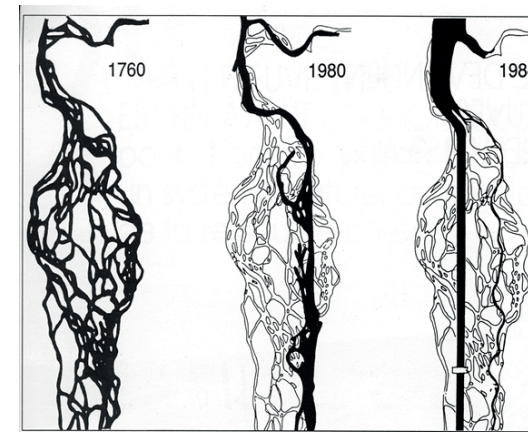
Jeudi 6 avril 2017 - Secteur Donzère Mondragon

CONNECTIVITÉ LONGITUDINALE



Jeudi 6 avril 2017 - Secteur Donzère Mondragon

Restauration du Rhône ?

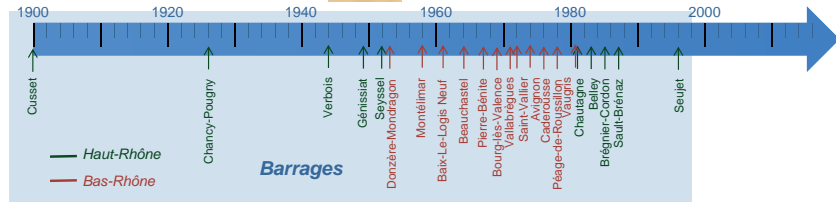


Retrouver un fleuve vif et courant...

Jeudi 6 avril 2017 - Secteur Donzère Mondragon



Aménagement hydroélectrique du Rhône

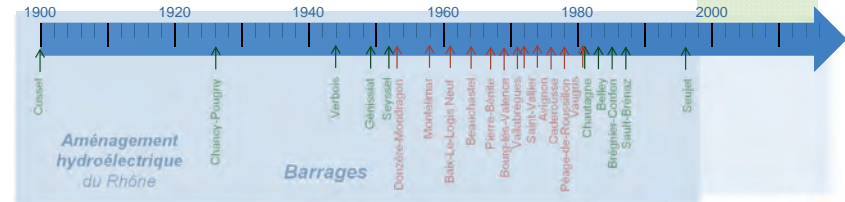


Réduction des vitesses d'écoulement Déconnexion et assèchement des îlons Réduction importante du débit

UN APRES - MIDI AU BORD DU RHÔNE



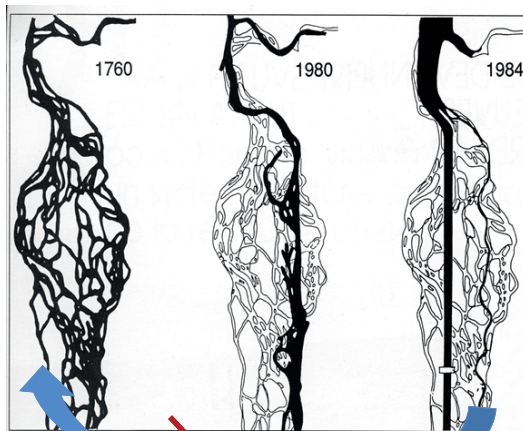
Restauration hydraulique et écologique du Rhône



Jeudi 6 avril 2017 - Secteur Donzère Mondragon

UN APRES - MIDI AU BORD DU RHÔNE

Restauration du Rhône ?



Jeudi 6 avril 2017 - Secteur Donzère Mondragon

LE PROGRAMME DE RENATURATION DEPUIS 15 ANS ET D'ICI 2021

www.planrhone.fr

2015-2020

Pour retrouver un fleuve vif et courant et une diversité d'espèces

- Augmenter les débits réservés à l'aval des barrages

Réalisations 2000-2015 :

Augmentation au 1/20° du module depuis 1/01/2014 sur tous les Vieux Rhône



- Réhabiliter les anciens bras ou îlots en les reconnectant au cours d'eau

Réalisations 2000-2015 :

31 îlots représentant 30 km de cours d'eau.



- Lever les obstacles à la circulation des poissons depuis la mer, vers les affluents...

Réalisations 2000-2015 :

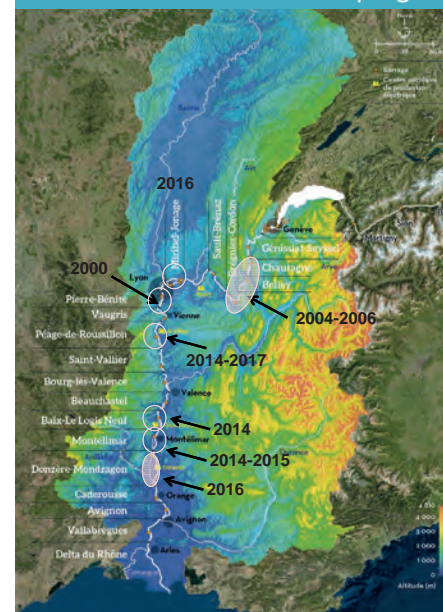
Réouverture de 150 km de fleuve

19 dispositifs de franchissement piscicole sur le Rhône et ses affluents



Jeudi 6 avril 2017 - Secteur

Localisation des sites du programme de restauration depuis 2000



- 9 secteurs
- Débits réservés augmentés dans les tronçons court-circuités (soit 120km sur 522km en France)
- 31 îlots réhabilités



Jeudi 6 avril 2017 - Secteur Donzère Mondragon

UN APRES - MIDI AU BORD DU RHÔNE

DES PROGRAMMES DE RECHERCHE ET UN SUIVI SCIENTIFIQUE DÉDIÉ AU RENOUVEAU ÉCOLOGIQUE DU FLEUVE



Jeudi 6 avril 2017 - Secteur Donzère Mondragon

UN APRES - MIDI AU BORD DU RHÔNE

L'OBSERVATOIRE DES SÉDIMENTS DU RHÔNE

Programme de recherche créé en 2009 visant à caractériser les stocks et les flux sédimentaires, ainsi que les pollutions associées.

OSR4 2015-2017

-> Budget global : 3 850 000 €

-> 6 partenaires scientifiques

-> 40 chercheurs et personnels techniques (5 ETP/an)

-> 15 CDD post-docs, ingénieurs, techniciens (7ETP/an)

-> 20 stages de M2

Connaissances scientifiques pour des préconisations de gestion et de restauration

-> Flux de MES et contaminants associés

-> Processus morphologique et sédimentation => faisabilité des actions

-> Etat des lieux du stock sédimentaire : quantité et nature des sédiments stockés dans les casiers potentiellement remobilisés

-> Pollution accumulée au fil des années => choix des sites propices au démantèlement



Jeudi 6 avril 2017 - Secteur Donzère Mondragon

RHONÉCO – ÉVALUER ET PRÉDIRE LES EFFETS DE LA RESTAURATION

- Définition des objectifs écologiques
- Identification des **facteurs d'habitats** qui conditionnent l'abondance et distribution des espèces
- **Compilation et analyse des données existantes**
- **Définition d'indicateurs pertinents pour évaluer les réponses aux modifications physiques des milieux**
- **Développement de modèles prédictifs**
- Collecte de données **avant** et **après** restauration
- Comparaison des prédictions et des observations

300 CAMPAGNES de pêche

350 000 POISSONS comptés

5 000 KILOMÈTRES de restauration d'infrastructures

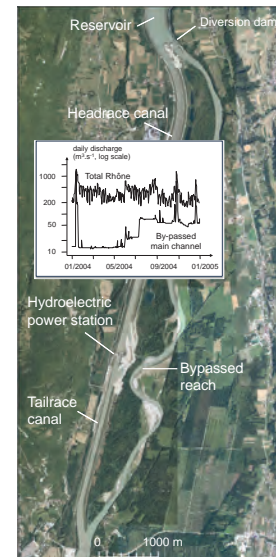
100 PERSONNES impliquées (chercheurs, restaurateurs, bénévoles)

7 M€ INVESTIS EN 15 ANS dans le volet scientifique

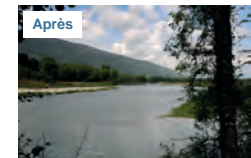
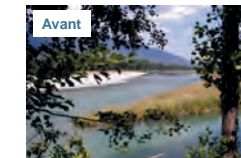
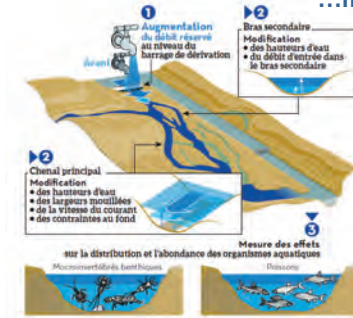
COÛT 2000-2015

Jeudi 6 avril 2017 - Secteur Donzère Mondragon

Augmentation des débits réservés...

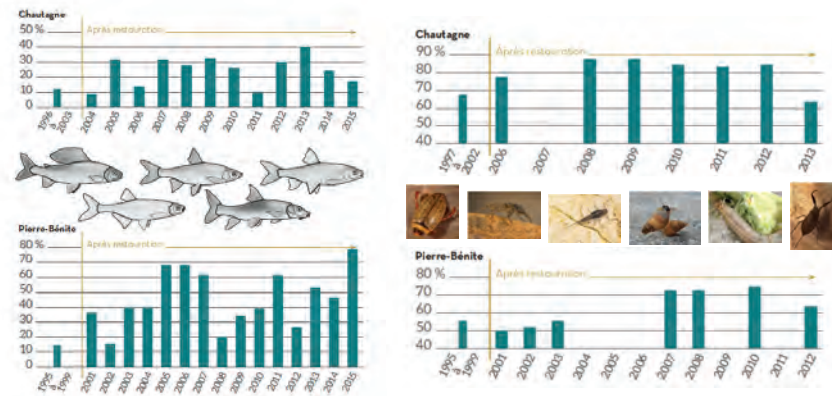


...mesurer les effets



Jeudi 6 avril 2017 - Secteur Donzère Mondragon

Evolution de la proportion d'espèces d'eau courante après augmentation des débits réservés



Jeudi 6 avril 2017 - Secteur Donzère Mondragon

Réhabilitation des annexes fluviales...

...mesurer les effets



Jeudi 6 avril 2017 - Secteur Donzère Mondragon

PRÉDIRE LA DURÉE DE VIE POTENTIELLE DES BRAS RESTAURÉS

contrainte de cisaillement
 Hauteur d'eau
Épaisseur de sédiments fins
 topographie
 capacité maximale de reflux
 débits horaires relation Q/h
 fréquence de connexion amont
 granulométrie

Durée de vie des lônes

	MALO	BROT	LUIS	MOIR	BEAR	FOUR	LUCE	ENIL
Durée de vie (années)	35-47	34-99	moins-entretien	51-90	35-93	moins-entretien	>100	moins-entretien
	GRAN	VACH	CERI	MATH	MOLO	PONT		
	>100	moins-entretien	>100	moins-entretien	21-32	19-22		



Jeudi 6 avril 2017 - Secteur Donzère Mondragon

DES OBJECTIFS AMBITIEUX D'ICI 2021

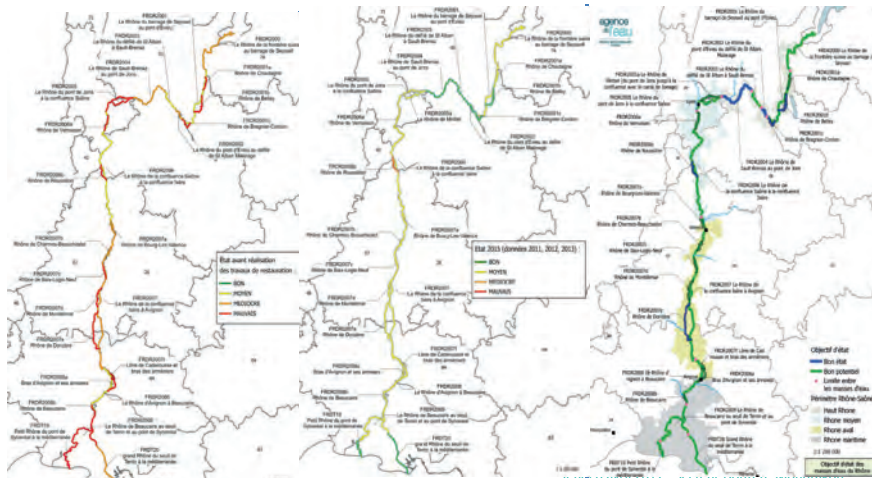
Jeudi 6 avril 2017 - Secteur Donzère Mondragon

UNE BELLE PROGRESSION DE L'ÉTAT ÉCOLOGIQUE DU FLEUVE, DES EFFORTS À POURSUIVRE

Avant restauration
1998

26% des masses
d'eau en 2015

60% des MDO en 2021
100% des MDO en 2027



Jeudi 6 avril 2017 - Secteur Donzère Mondragon

D'ICI 2021 POURSUIVRE L'AMÉLIORATION DE LA CIRCULATION DES POISSONS

Passes à poissons



ROCHEMAURE (Montélimar)
et POUZIN (Logis-Neuf)

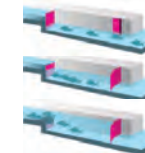


(Sauveterre/Rochemaure/Avignon)

Passes à anguilles
(Caderousse, Avignon)



Eclusages
spécifiques pour
poissons



Jeudi 6 avril 2017 - Secteur Donzère Mondragon

D'ICI 2021 POURSUIVRE : LA DIVERSIFICATION DES HABITATS, RECONNECTER LES LÔNES ET ÉLARGIR LE LIT DU FLEUVE

- **Élargir le lit du Rhône** : programme de démontage des casiers Girardon ; favoriser un élargissement contrôlé et localisé du lit du Rhône pour diversifier les espaces de vie pour la faune/flore aquatique et semi-aquatique



Jeudi 6 avril 2017 - Secteur Donzère Mondragon

D'ICI 2021 AMPLIFIER : AMÉLIORER LE FONCTIONNEMENT DES ZONES HUMIDES

- **Restaurer le fonctionnement des zones humides** en lien avec le fleuve : améliorer la connexion de certains milieux humides au fleuve, mettre en place des actions de gestion pour retrouver un caractère humide...



Jeudi 6 avril 2017 - Secteur Donzère Mondragon

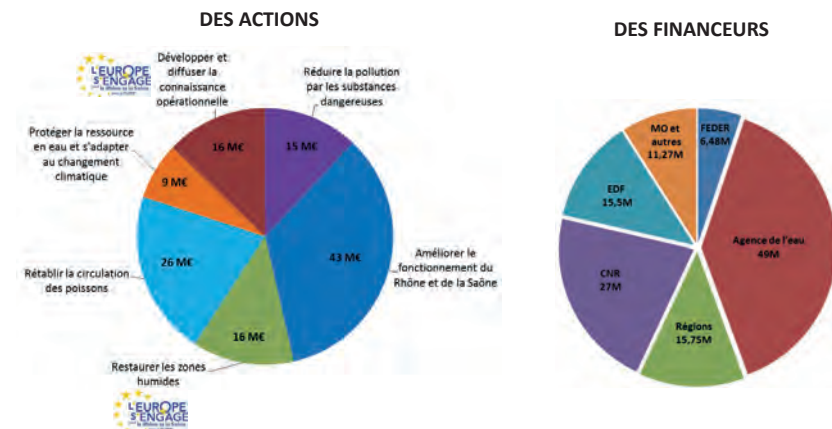
DES MILIEUX AQUATIQUES REMARQUABLES POUR UN FLEUVE VIVANT QUI REND DES SERVICES AUX TERRITOIRES

- des zones importantes d'échanges entre le cours d'eau et la nappe alluviale : l'eau y est renouvelée, filtrée et y reste fraîche - **fonction eau de qualité**
- des nurseries et des abris pour les poissons lors d'évènements de crue (zone calme) ou des étiages (eau plus fraîche) - **fonction biodiversité**
- en périodes de crues, ces zones peuvent absorber une partie des débits et ralentir la montée des eaux - **fonction régulation crues**
- en période d'étiage, ces zones « véritables éponges naturelles » retiennent l'eau, les filtrent et favorisent la recharge de la nappe souterraine - **fonction résistance au changement climatique**
- une opportunité pour une réappropriation sociale et économique de ces espaces restaurés - **fonction sociale (tourisme, activités récréatives, sentiers découverte...)**



Jeudi 6 avril 2017 - Secteur Donzère Mondragon

DES MOYENS PROGRAMMÉS DANS LE PLAN RHÔNE : 85M D'EUROS SUR 125M



Jeudi 6 avril 2017 - Secteur Donzère Mondragon



MERCI DE VOTRE ATTENTION



C'est l'hétérogénéité spatiale des habitats et leur dynamique qui entretiennent la biodiversité, c'est ce que les programmes de restauration peuvent promouvoir

Jeudi 6 avril 2017 - Secteur Donzère-Mondragon

La restauration du secteur de Donzère à Mondragon et son ancrage local

Serge Barrere et Christophe Moiroud, *CNR*
Jean-Marc Guinet et Anne Gangloff, *SIAGAR*



La Restauration du Rhône sur la plaine de Donzère a Mondragon et son ancrage local

Anne GANGLOFF (SIAGAR)-Christophe MOIROUD (CNR)- Serge BARRERE (CNR)

UN APRES - MIDI AU BORD DU RHONE

Un territoire très aménagé mais à fort potentiel

- **Une organisation territoriale à la croisée...**
 - 13 communes, 4 communautés de communes, 4 Départements, 3 Régions....
- **Un territoire dynamique et industrialisé**
 - Valorisation touristique et sportive (ViaRhôna, plan d'eau, Pêche, Canoë-Kayak...)
 - Valorisation industrielle (gravières, gazoduc, site nucléaire du Tricastin...)
- **Une plaine fortement éprouvée par les inondations :**
 - 10 arrêtés CATNAT/inondation en 30 ans
 - Plus vaste zone d'expansion des crues de la vallée du Rhône



Jeudi 6 avril 2017 - secteur Donzère Mondragon

UN APRES - MIDI AU BORD DU RHONE

Un territoire très aménagé mais à fort potentiel

→ Un site aux dimensions exceptionnelles

- 29 km de linéaire (plus long tronçon court-circuité du Rhône)
- 52 sites dont :
 - 29 îlons → 67 km
 - 23 marges alluviales → 61.5 km



→ Des enjeux de restauration importants

- Fort enjeu hydraulique (crue) et écologique (2 sites Natura 2000...)
- Des sites déjà restaurés au coup par coup sur le secteur depuis 15 ans (Malaubert, Dions, Malatras, Pont St Esprit)
- Aménagements Girardon 19^{ème} siècle + Aménagements hydroélectriques CNR



Jeudi 6 avril 2017 - secteur Donzère Mondragon

UN APRES - MIDI AU BORD DU RHONE

Les ambitions du projet

→ Retrouver les fonctions hydrauliques

- Rétablir les connexions entre le Rhône et ses îlons
- Limiter les vitesses d'écoulement dans la plaine en les concentrant dans les îlons pour des crues fréquentes
- Favoriser la remobilisation des matériaux



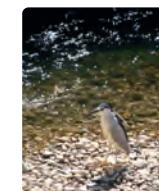
→ Améliorer la qualité des écosystèmes

- Créer des milieux neufs, augmenter la biodiversité
- Conserver et améliorer les trames vertes et bleues



→ Maintenir et faciliter les liens entre le fleuve et les riverains

- Favoriser le développement des usages et des loisirs (pêche, promenade...)
- Sensibiliser la population aux grands enjeux liés au fleuve Rhône



Jeudi 6 avril 2017 - secteur Donzère Mondragon

POURQUOI DES SITES PRIORITAIRES ?

⇒ Expertise (plusieurs critères de choix)

- Fonctionnalité des lînes et des marges
- Volonté des acteurs (collectivités, gestionnaires, ...)
- Des fortes potentialités de restauration
- Contraintes techniques, usages, ...

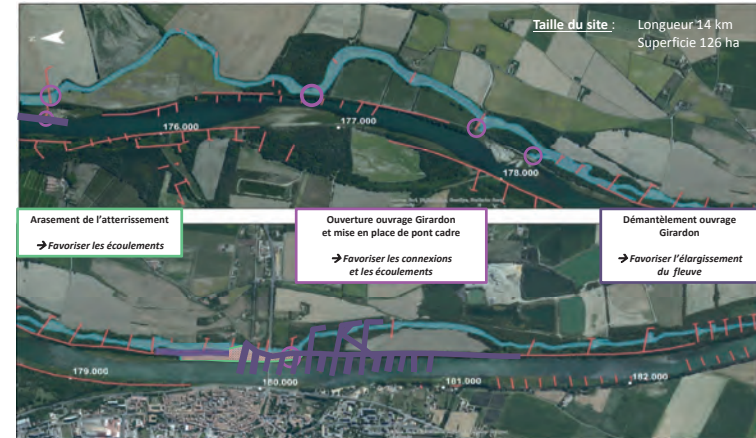
⇒ Résultats de l'expertise

- 4 sites prioritaires dénommés « complexe »
- 3 sites sur lesquels des travaux semblent « rapidement » envisageables.



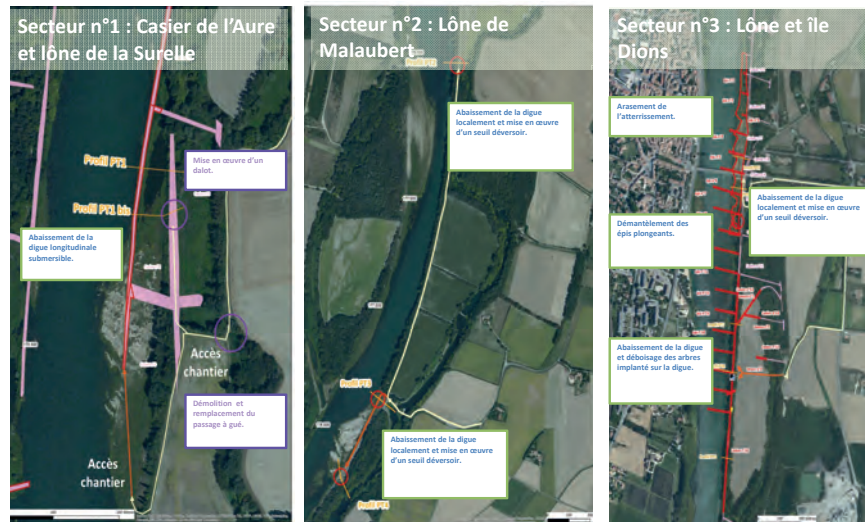
Les actions

Complexe 1 « Malaubert-Ile Dions » /Pierrelatte-Donzère (26)



Jeudi 6 avril 2017 - secteur Donzère Mondragon

Zoom sur les différents secteurs



Jeudi 6 avril 2017 - secteur Donzère Mondragon



Jeudi 6 avril 2017 - secteur Donzère Mondragon

Janvier - Février 2017 :
Terrassements



Jeudi 6 avril 2017 - secteur Donzère Mondragon

Complexe 2 « Lône de la Grange Ecrasée » / Bourg Saint Andéol (07)



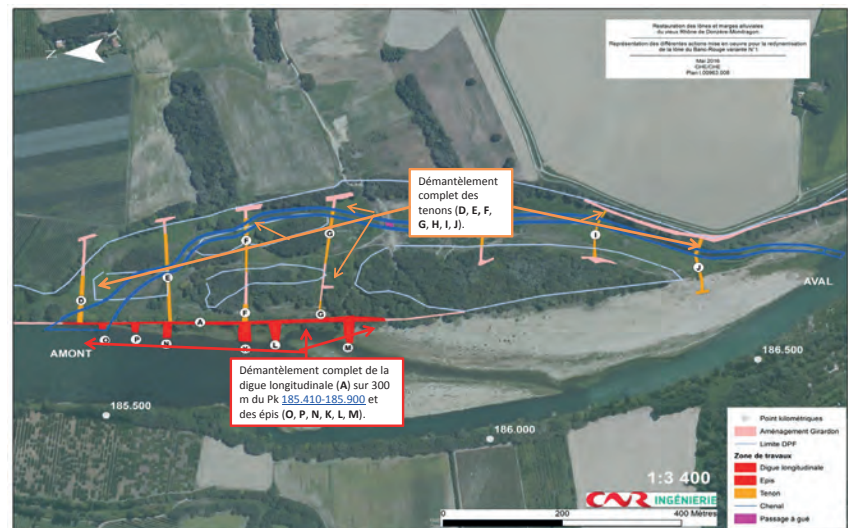
Jeudi 6 avril 2017 - secteur Donzère Mondragon

Complexe 2 « Lône des Dames » / Bourg Saint Andéol (07)



Jeudi 6 avril 2017 - secteur Donzère Mondragon

Complexe 3 « Lônes du Banc Rouge » / Lalpud (84)



Jeudi 6 avril 2017 - secteur Donzère Mondragon

Complexe 3 « Lône de la Désirade »/Lapalud-Lamotte (84)



Démantèlement ouvrage Girardon
→ Favoriser l'élargissement du fleuve

Ouverture ouvrage Girardon et mise en place de pont cadre
→ Favoriser les connexions et les écoulements

Création de chenaux d'amorce
→ Favoriser la reprise des matériaux par le fleuve

- Consolidation de l'étude de faisabilité (ouvrage de franchissement, digue de Balincourt)
- Travail sur des variantes (acquisition foncière...)



Enjeu foncier



Entrée de la lône



Partie centrale



Sortie de la lône

Jeudi 6 avril 2017 - secteur Donzère Mondragon

PASSER D'UN PROJET DE RESTAURATION À UN PROJET TERRITORIAL : JOUER COLLECTIF

... Les élus du territoire (Communes, Syndicats...)

- Concertation locale importante pour faciliter l'acceptation locale et l'émergence des projets
- Partage de la connaissance
- Convergence avec les enjeux de la GEMAPI



... Les scientifiques et gestionnaires

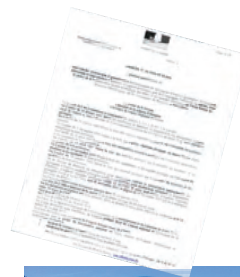
- Evaluation et expertise des milieux (états initiaux) avec vision transverse des écosystèmes
- Echanges collaboratifs dans la définition des actions (phase amont), optimisation des projets ...
- Suivi post travaux des actions et évaluations des actions



PASSER D'UN PROJET DE RESTAURATION À UN PROJET TERRITORIAL : JOUER COLLECTIF

... Les administrations

- Instruction des dossiers réglementaires (DREAL/DDT...)
- Appui et suivi lors des travaux (adaptations, délais, porter à connaissance...)
- Suivi post travaux (respects des obligations prescrites dans les arrêtés du pétitionnaire...)



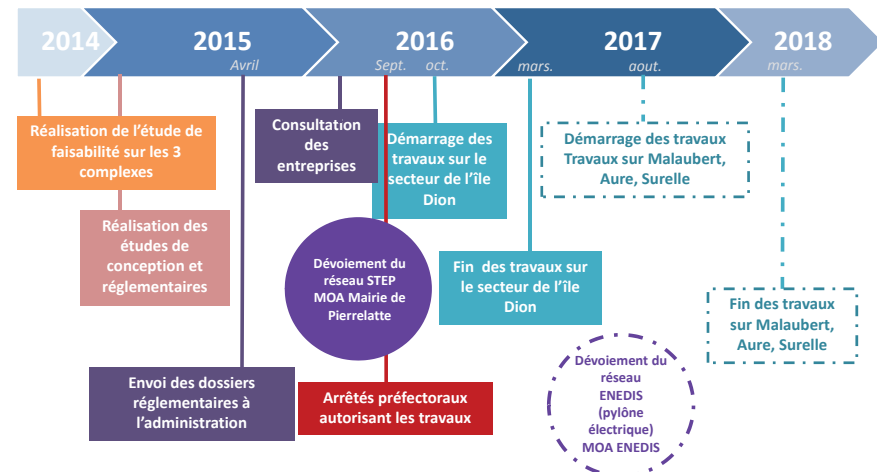
... Les institutionnels

- Co-financement études et travaux (Agence de l'eau, Régions...)
- Réponses aux politiques nationales et européennes (SDAGE, DCE...)



Jeudi 6 avril 2017 - secteur Donzère Mondragon

PHASE 1 : COMPLEXE 1 « MALAUBERT/ILE DIONS »



Jeudi 6 avril 2017 - secteur Donzère Mondragon

Un projet sur le Rhône c'est aussi ça...



Jeudi 6 avril 2017 - secteur Donzère Mondragon

Merci pour votre attention



Jeudi 6 avril 2017 - secteur Donzère Mondragon

La vallée du Rhône de Montélimar à Donzère-Mondragon Secteur prioritaire du SRCE Rhône-Alpes

Bertille Clavel, *Région Auvergne-Rhône-Alpes*

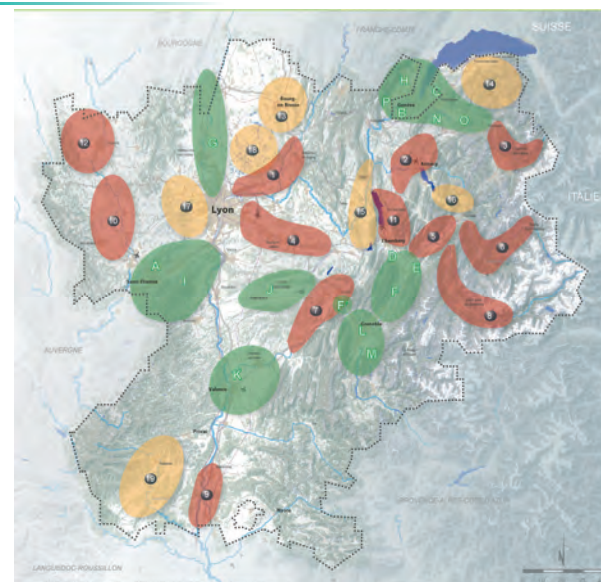


Secteur prioritaire du SRCE Rhône-Alpes Vallée du Rhône de Montélimar à Donzère - Mondragon

Bertille CLAVEL (Région Auvergne-Rhône-Alpes)

UN APRES - MIDI AU BORD DU RHONE

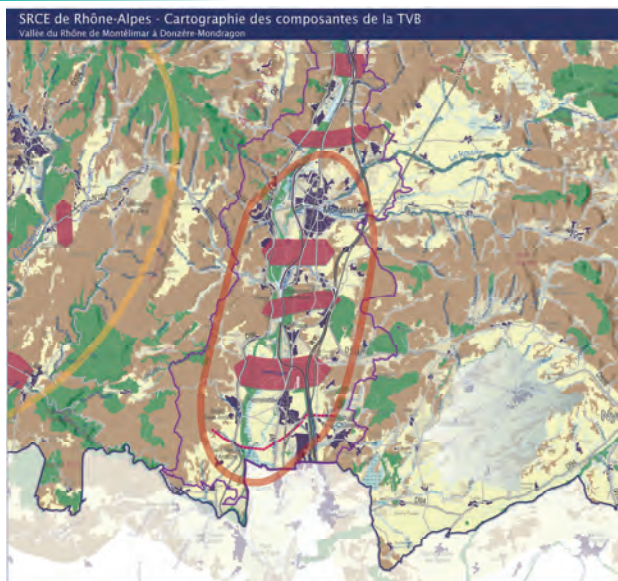
- Secteur prioritaire n°9
- Enjeux multiples et croisés liés
 - Au fleuve et à sa vallée alluviale
 - A l'étalement urbain et aux infrastructures linéaires
 - A la préservation des coteaux thermophiles



Jeudi 6 avril 2017 - Secteur Donzère Mondragon

UN APRES - MIDI AU BORD DU RHONE

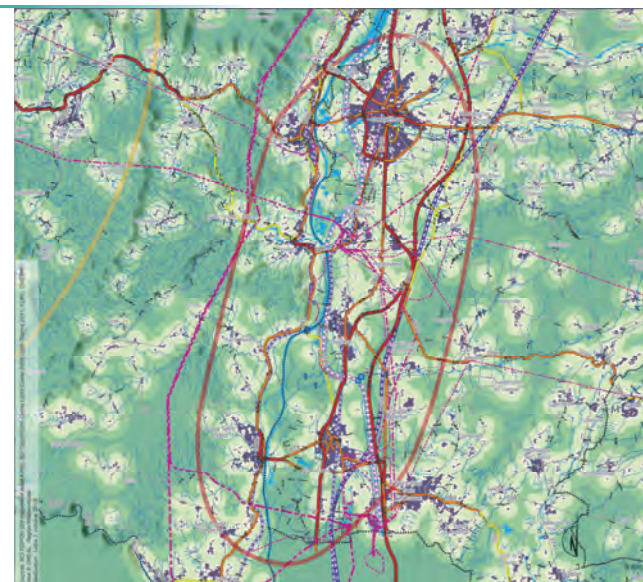
- Enjeux multiples et croisés liés
 - Au fleuve et à sa vallée alluviale
 - A l'étalement urbain et aux infrastructures linéaires
 - A la préservation des coteaux thermophiles



Jeudi 6 avril 2017 - Secteur Donzère Mondragon

UN APRES - MIDI AU BORD DU RHONE

- Enjeux multiples et croisés liés
 - Au fleuve et sa vallée alluviale
 - A l'étalement urbain et infrastructures linéaires
 - A la préservation des coteaux thermophiles



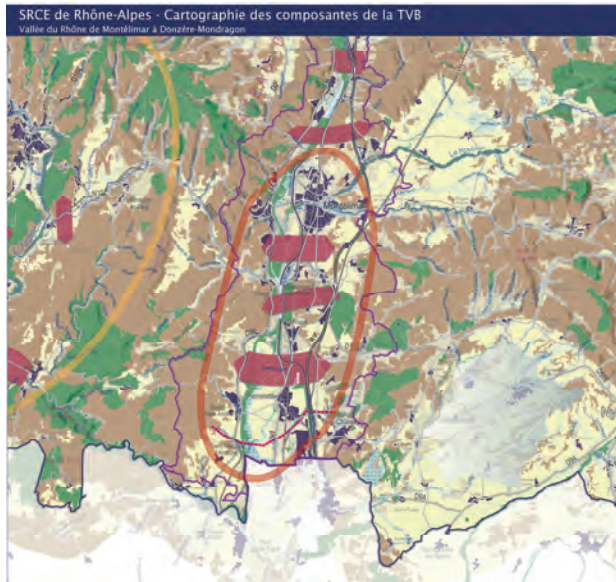
Jeudi 6 avril 2017 - Secteur Donzère Mondragon

• Rôle pour la fonctionnalité de la Trame Verte et Bleue

- Continuité longitudinale du Rhône
- Continuité Est-Ouest entre 07 et 26

→ Corridors relictuels : 1 axe et 3 fuseaux à remettre en bon état

→ Faire émerger une démarche opérationnelle globale **Trame bleue ET Trame verte**



Jeudi 6 avril 2017 - Secteur Donzère Mondragon

Objectif 7.2 SRCE « Faire émerger des territoires de projets en faveur de la TVB »



- **POUR** préserver et restaurer la Trame Verte ET Bleue du territoire
- **PAR** un programme d'actions opérationnel et multi-partenarial
 - › élaboré en fonction des enjeux spécifiques du territoire
 - › cohérent avec les grandes orientations du SRCE Rhône-Alpes

Jeudi 6 avril 2017 - Secteur Donzère Mondragon

Synergies entre travaux de restauration du Rhône et politique régionale TVB

- Restauration écologique du Rhône / Plan Rhône
 - Atteinte des objectifs du SRCE
 - Objectif 1.4 « préserver la TB » notamment
 - Actions phares des CVB
- Perspectives souhaitées : faire émerger une démarche de projet de type CVB
 - partager une volonté collective de travailler à une échelle globale sur ces sujets et autour d'un projet commun
 - favoriser une approche multi-partenariale, multi-entreprises
 - créer des synergies entre des futures actions portées par la CNR, les gestionnaires d'infrastructures de transport, ...
 - favoriser une approche intégrée trame verte ET trame bleue
 - agir sur la préservation et restauration des Réservoirs de biodiversité et Corridors
 - contribuer à la prise en compte de la TVB dans les domaines de la planification et de l'urbanisme (émergence d'un SCoT sur le territoire, ...)
 - dans cette attente, possibilité de financer des actions ponctuelles emblématiques pour traiter des « points noirs » en termes de continuité écologique

Jeudi 6 avril 2017 - Secteur Donzère Mondragon

La lône de Dions : un bras annexe du lit du Rhône restauré

Jérémie Riquier, *UMR 5600*
Emmanuel Castella, *Université de Genève*

L'importance de la restauration et des suivis scientifiques à long terme : le Rhône et ses bras (lônes)

Jérémie Riquier, Emmanuel Castella,
Nicolas Lamouroux, Jean-Michel Olivier, Hervé Piégay

1) Pourquoi la restauration du Rhône et de ses lônes est-elle importante et comment est-elle menée ?

Au 18^{ème} siècle, avant qu'il ne soit modifié drastiquement par l'Homme, le Rhône présentait dans de nombreux secteurs un lit à chenaux multiples se composant d'un réseau de bras plus ou moins développés et interconnectés avec le cours principal (style fluvial en tresses ou en anabranches), témoin d'une dynamique fluviale très active. Ces différents types de bras, dispersés au sein des plaines alluviales, plus ou moins connectés au chenal actif forment alors une mosaïque d'habitats abritant une biodiversité importante et caractéristique des milieux fluviaux d'Europe occidentale. Les travaux de recherche menés sur ces communautés biologiques riches et diversifiées ont montré que le degré de connectivité hydrologique, ou connectivité latérale, était un facteur structurant majeur de l'organisation de ces communautés (espèces caractéristiques de certains types d'habitats, abondances relatives des espèces, caractéristiques biologiques et écologiques des espèces - Figure 1). Cependant, à l'instar de la plupart des grands cours d'eau de plaines navigables à l'échelle mondiale, le Rhône a fait l'objet d'aménagements relativement lourds au cours des 19^{ème} et 20^{ème} siècles, notamment afin de favoriser le développement de la navigation, la protection contre les inondations, l'irrigation, la production d'eau potable et la production hydroélectrique. Ces infrastructures (endiguements, barrages, etc) ont impacté l'ensemble des milieux, provoqué des changements hydrologiques et écologiques profonds et une banalisation des paysages.

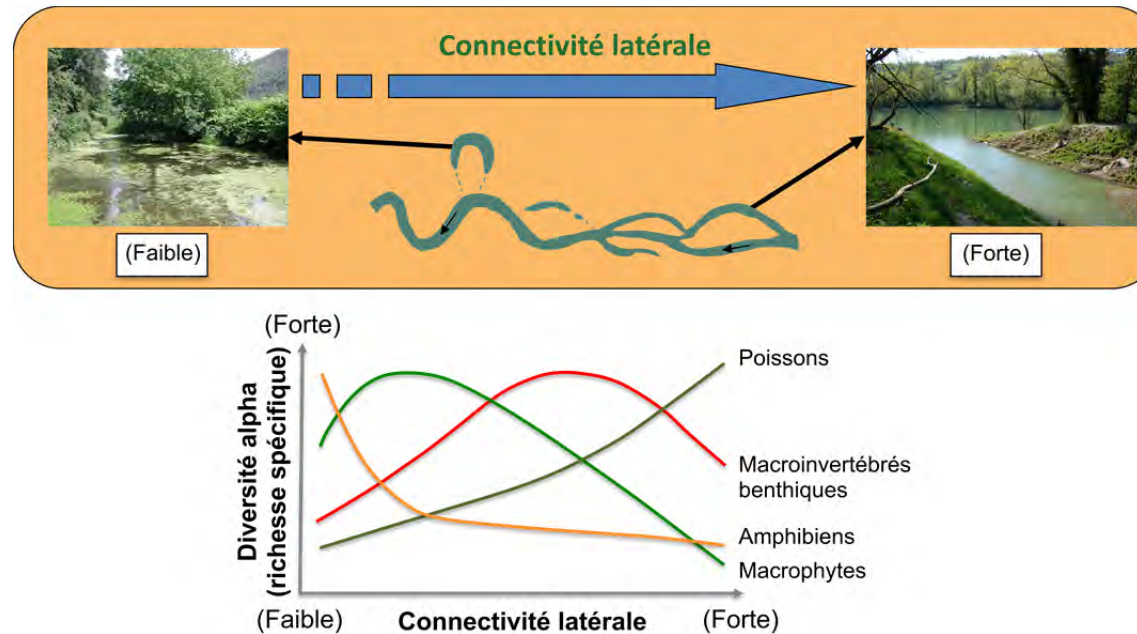


Figure 1 : Relation théorique entre connectivité latérale des bras et diversité spécifique (modifié d'après Tockner et al., 1998, In : Amoros & Bornette, 2002).

En ce qui concerne plus spécifiquement les îlons, les aménagements ont significativement réduit la dynamique fluviale et donc engendré un affaiblissement notable de la capacité du fleuve à générer de nouveaux bras et à maintenir les plus anciens. Ces derniers évoluent inéluctablement vers des milieux terrestres. Il s'en suit une banalisation des paysages au sein des plaines alluviales avec une réduction très marquée des surfaces occupées par ces zones humides, dont l'importance écologique est unanimement reconnue. Dans ce contexte très contraint par les endiguements et la présence des barrages, le maintien de ces unités fluviales au sein des plaines rhodaniennes ne peut donc plus être assuré sans la mise en œuvre de mesures curatives.

En réponse à la prise de conscience de la nécessité d'améliorer l'état écologique du fleuve, un important programme de restauration hydraulique et écologique du Rhône a été initié officiellement en 1998. Il a pour vocation d'améliorer la diversité des habitats dans le chenal principal du fleuve et sa plaine en s'appuyant sur deux principaux leviers (Figure 2) :

- l'augmentation raisonnée des débits réservés dans certains tronçons court-circuités du fleuve, qui doit permettre de redonner un caractère "vif et courant" aux vieux-Rhône ciblés ;
- la remise en eau de certains bras, à partir d'actions mécaniques, qui vise à augmenter la diversité d'habitats dans les plaines inondables et à favoriser les espèces caractéristiques de ces milieux.

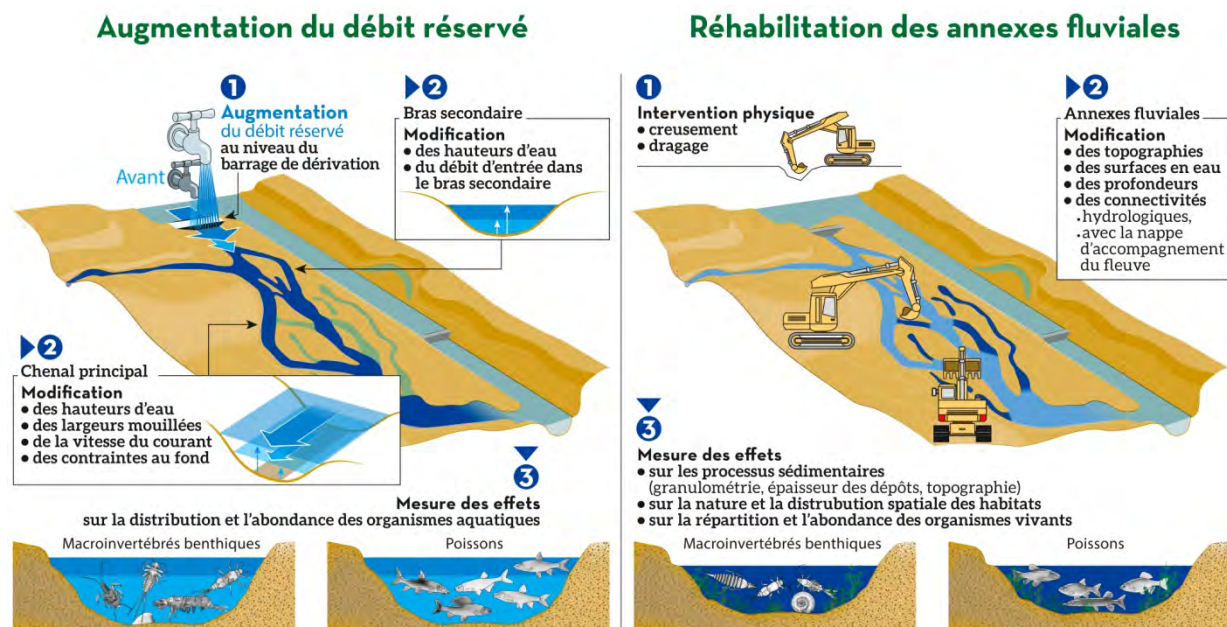


Figure 2 : Articulation entre les actions de restauration sur le Rhône (points 1 et 2) et le suivi scientifique des opérations (point 3) (GRAIE, 2016).

2) En quoi consiste le suivi scientifique de ces opérations ?

Le programme de restauration hydraulique et écologique du Rhône est un programme ambitieux, déployé sur 9 sites prioritaires avec des objectifs écologiques de grande envergure. Bien que les projets de restauration écologique des cours d'eau se soient multipliés au cours des dernières décennies, l'évaluation de l'efficacité des procédures de restauration mises en œuvre restait, au début des années 2000, une problématique ouverte. Cette tâche est d'autant plus compliquée que les grands cours d'eau comme le Rhône sont des systèmes complexes, qui réagissent encore aux différentes phases d'aménagement, dont le fonctionnement est fortement dépendant des facteurs hydro-climatiques et se caractérise par une forte variabilité temporelle. Ces caractéristiques imposent de considérer les changements potentiellement induits pas la restauration sur le long terme (10-20 ans). Dans ce contexte, au regard des ambitions du programme et des coûts engendrés, la Zone Atelier Bassin du Rhône a été sollicitée pour développer des méthodes d'évaluation destinées à renseigner sur les changements physiques et biologiques engendrés par l'augmentation des débits réservés et la réhabilitation physique des lônes. Le travail des scientifiques a donc consisté, en premier lieu, à formuler des hypothèses quant à l'évolution potentielle des milieux et des biocénoses au regard des efforts de restauration fournis. Ce travail s'est appuyé sur une quantité importante de données et de connaissances acquises antérieurement dans le cadre des Programmes Interdisciplinaires de Recherche en Environnement (PIREN Vallées fluviales) et sur des données collectées dans le cadre d'un suivi dédié à l'analyse des effets de la restauration (Programme RhônEco). Ce suivi s'appuie sur la mise en œuvre de stratégies et de méthodes d'échantillonnage dédiées et standardisées, déployées sur l'ensemble des sites suivis, de Chautagne jusqu'à Donzère.

Un recul temporel suffisamment conséquent avant et après restauration est donc indispensable pour (1) pouvoir prendre en compte la variabilité temporelle de certains facteurs environnementaux indépendants des actions de restauration (hydroclimatiques, par exemple) et (2) mettre en œuvre des analyses d'évolution tendancielle suffisamment robustes d'un point de vue statistique.

La restauration du fleuve constitue une occasion unique pour les scientifiques de développer et tester, au travers des données collectées dans le cadre des suivis, des modèles prédictifs, dont l'objectif est d'anticiper la réponse potentielle des milieux et des biocénoses à partir de la mesure des effets de la restauration sur ces différents compartiments.

3) Quels sont les principaux enseignements de ces suivis en ce qui concerne les lônes ?

C'est sur les bras restaurés du Haut-Rhône et de Pierre-Bénite, pour lesquels on dispose d'un retour d'expérience d'un peu plus de 10 années après restauration, que les acquis sont les plus importants. L'ensemble des relevés effectués ont permis aux scientifiques de décrire la réponse des bras aux travaux de restauration de manière relativement fine. Les travaux de recherche ont permis de mettre en évidence que les travaux de restauration sur ces tronçons ont bien permis d'augmenter la diversité des conditions d'habitat et des peuplements de macroinvertébrés à l'échelle de la plaine (Figure 3). Cette richesse biologique est intimement liée à la diversité des connexions entre les bras et le fleuve à l'échelle de la plaine.

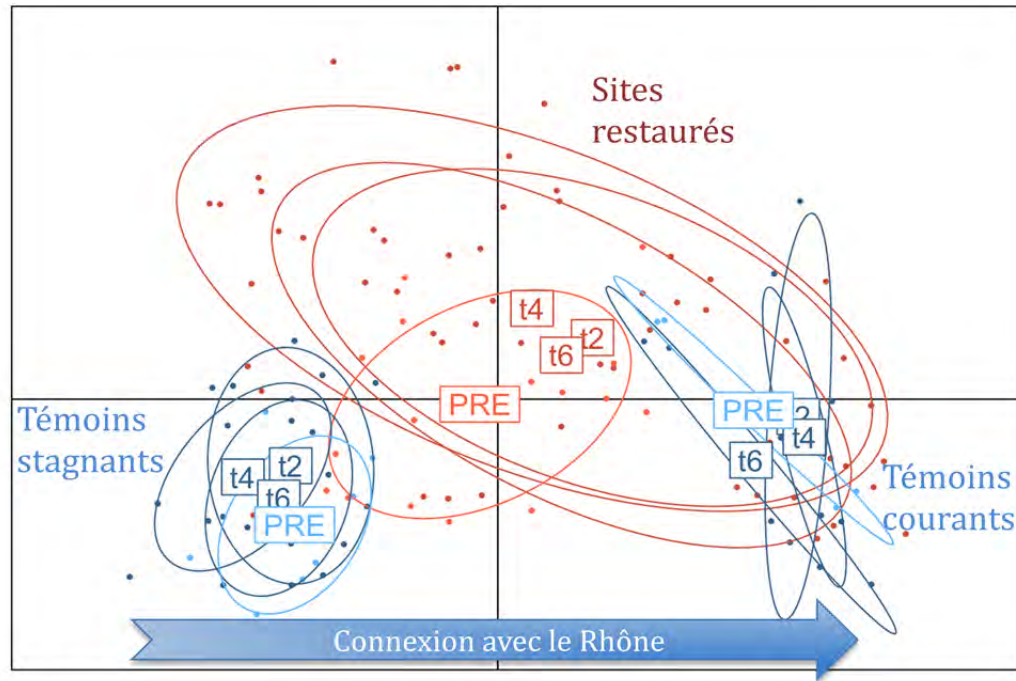


Figure 3 : Position des communautés de macroinvertébrés des îlots des secteurs de Belley et Brégner-Cordon le long d'un gradient de connectivité latérale avec le fleuve (analyse biologique multivariée). En bleu les îlots témoins (bras non restaurés) déconnectées (à gauche) ou connectés (à droite). En rouge les îlots restaurées avant ("PRE") et après restauration ("t2" à "t6"). La restauration a modifié la position moyenne des peuplements vers des peuplements d'eau plus courante, et augmenté la diversité des situations à l'échelle de la plaine alluviale (ellipses rouges plus grandes lorsque l'on passe de "PRE" aux dates post-restauration).

Les bras sont des unités fluviales très souvent vouées à devenir des milieux terrestres. Le suivi des îlots du Haut-Rhône et de Pierre-Bénite a permis de démontrer que ce n'est pas toujours le cas et que les travaux de restauration pouvaient même permettre de recréer des bras capables de s'auto-entretenir sur le long terme. Plus globalement, nos travaux ont mis en évidence que les bras restaurés présentent des durées de vie potentielles estimées en accord avec les objectifs initiaux des gestionnaires (Tableau 1).

Tableau 1 : Estimation de la durée de vie potentielle des bras restaurés du Haut-Rhône et de Pierre-Bénite en tant qu'habitats aquatiques.

Durée de vie (années)	MALO	BROT	LUIS	MOIR	BEAR	FOUR	LUCE	ENIL
	35-47	34-99	auto-entretien	51-90	35-93	auto-entretien	>100	auto-entretien
	GRAN	VACH	CERI	MATH	MOLO	PONT	CISE	JARI
	>100	auto-entretien	>100	auto-entretien	21-32	17-22	>100	auto-entretien

Les travaux ont également permis de développer une typologie du fonctionnement hydrosédimentaire des bras restaurés, ainsi que des modèles statistiques permettant de prédire, avant travaux, la réponse potentielle des bras en termes : (1) de nature du substrat composant le fond des bras restaurés (limon, sable ou galet), (2) de composition des peuplements de macroinvertébrés qui colonisent ces bras et (3) de vitesse de comblement des bras par les sédiments fins en fonction d'un régime de connectivité latérale connu (par exemple, intensité et fréquence des échanges hydrologiques entre les bras et le fleuve). Le cadre typologique et les modèles produits constituent des outils opérationnels importants pour guider la conception technique des futurs bras à restaurer du Rhône. Par exemple, ces modèles vont permettre de tester la pertinence de différents scénarios de restauration envisagés sur un même bras et ainsi permettre d'optimiser l'équilibre entre coûts des travaux de restauration, gains écologiques locaux et pérennité des actions entreprises.

La stratégie mise en œuvre dans le cadre de la restauration des bras du Rhône a donc bien permis de restaurer des bras disposant d'une diversité d'habitat et de peuplements. Le principal levier d'action pour le maintien d'une mosaïque d'habitats repose sur une diversification des régimes de connectivité latérale des bras à l'échelle de la plaine. Le suivi scientifique a d'ores et déjà permis d'apporter des enseignements très riches et importants pour la restauration des grands fleuves. Toutefois, compte-tenu du manque de retours d'expériences de ce type de restauration sur les grands fleuves à l'échelle internationale, la poursuite du suivi sur ces bras est nécessaire pour caractériser leur évolution à plus long terme. Le transfert des leçons acquises sur le Haut-Rhône aux travaux de restauration qui sont en cours de réalisation sur le Rhône-Moyen soulève également de nouvelles interrogations.

4) Enjeux opérationnels et scientifiques de la restauration du vieux-Rhône de Donzère-Mondragon et de ses îlons ?

Doté d'une pente relativement forte et de vitesses d'écoulement relativement élevées pour le débit réservé avant restauration, le vieux-Rhône de Donzère présentait déjà une bonne capacité d'accueil pour les espèces d'eaux courantes. Les gains attendus dans le chenal principal en lien avec l'augmentation relativement faible du débit réservé au 1er janvier 2014 (passage de 65 à 75,4 m³/s) sont donc relativement minimes (Figure 4). D'autre part, le vieux-Rhône de Donzère-Mondragon et ses îlons, à l'instar de l'ensemble des secteurs en aval de Lyon, ont fait l'objet de travaux d'endiguement de type « Girardon » beaucoup plus intensifs que ce que l'on peut observer sur le Haut-Rhône. Les enjeux de restauration sur ce secteur sont donc davantage liés la redynamisation des marges alluviales (p.35) et à la restauration des bras.

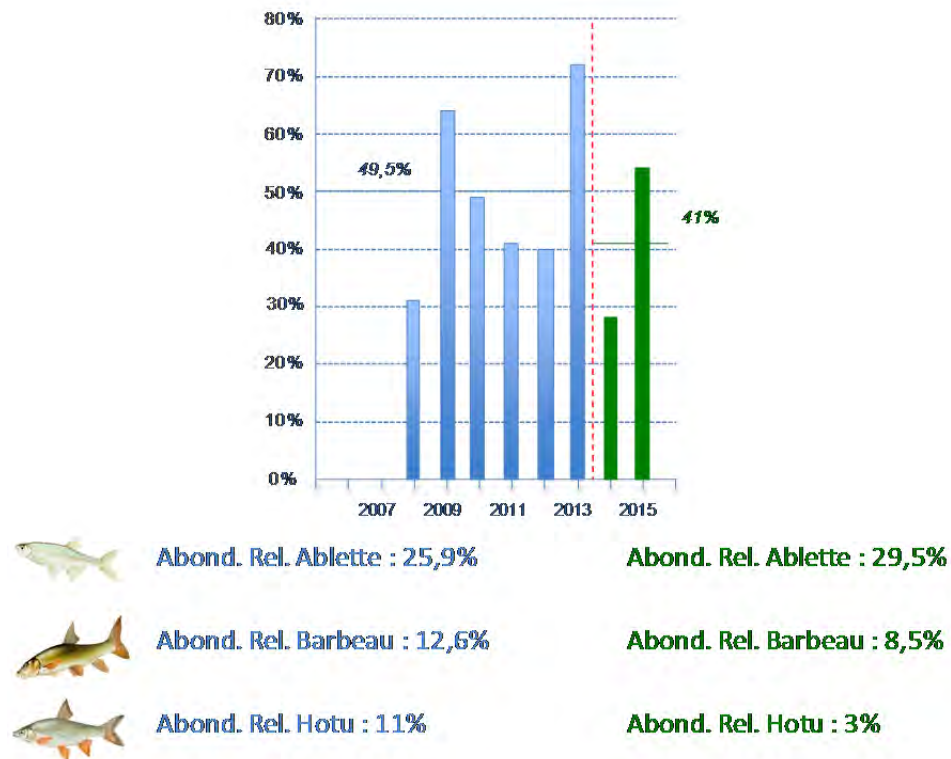


Figure 4 : Evolution de la proportion d'espèces d'eau courante (les espèces favorisées par une augmentation de débit) avant (en bleu) et après (en vert) relèvement du débit réservé dans le vieux-Rhône de Donzère-Mondragon.

Les analyses pré-restauration réalisées dans les îlons de ce secteur mettent en évidence certaines particularités par rapport à ce qui a été observé sur le Haut-Rhône : la structuration imposée par les endiguements « Girardon » a conduit à l'existence de configurations spatiales des bras très particulières, avec souvent des digues très contraignantes dans les parties amont et une segmentation des bras en lien avec la présence de digues transversales. Ces configurations ont des incidences fortes sur la conception des opérations de restauration et la définition des objectifs écologiques sur ces bras. De plus, les rares bras « courants » présents sur ce secteur avant restauration, comme la îlone de Malaubert ou la îlone Dion doivent leur caractère lotique à l'arrivée d'affluents. Dans le cadre du programme RhônEco, cette situation pose de nouvelles questions de recherche et démontre la complexité des cas de figure à appréhender sur le système rhodanien

La restauration des îlons de Donzère-Mondragon constitue également pour les scientifiques l'occasion de tester leur capacité de prédiction de la réponse physique et biologique potentielle de ces milieux au regard des scénarios de restauration en cours de réalisation ou envisagés par la Compagnie Nationale du Rhône. Cette démarche est actuellement en cours de réalisation. Par exemple, les bras courants permanents ou très fréquemment connectés sont quasi-absents de ce secteur, à l'image de ce que l'on observe à l'échelle de l'ensemble du corridor rhodanien. Il existe donc des enjeux forts autour de la

restauration de ce type d'habitat, devenus rares, dans les projets de restauration actuellement menés par la Compagnie Nationale du Rhône. La figure 5 illustre comment les acquis scientifiques obtenus sur les îlons restaurés il y a plus de 10 années sur le Haut-Rhône et le tronçon de Pierre-Bénite peuvent aujourd'hui servir à l'évaluation de la stratégie de restauration actuellement en cours sur ce secteur.

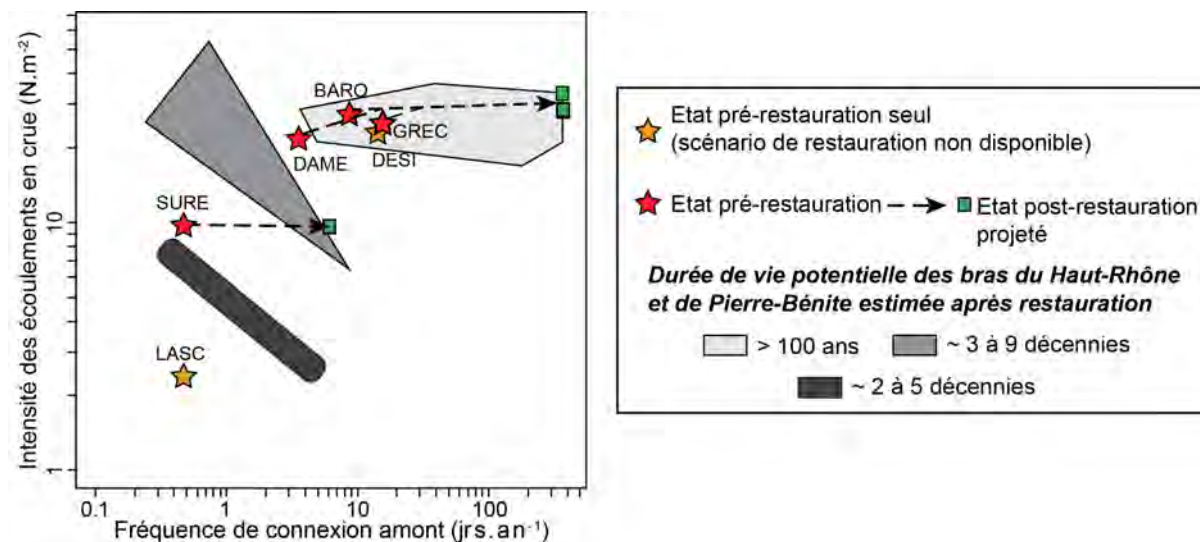


Figure 5 : Positionnement des bras du vieux-Rhône de Donzère-Mondragon destinés à être restaurés dans un modèle établi sur les bras restaurés du Haut-Rhône et de Pierre-Bénite mettant en relation la connectivité latérale avec la durée de vie potentielle des bras restaurés. On peut observer sur cet exemple que la restauration des îlons du secteur permettra bien d'augmenter leur connectivité latérale et de créer, notamment, des bras courants permanents, qui constituent un type d'habitat très rare avant restauration (îlons de la Grange écrasée, des Dames et du Banc-Rouge).

Ressources supplémentaires

- Le site web du suivi de la restauration du Rhône : un outil de consultation cartographique partagé sur le web (<http://restaurationrhone.univ-lyon1.fr>).
- "Le suivi scientifique de la restauration hydraulique et écologique du Rhône. Évaluer et comprendre pour mieux agir". Brochure téléchargeable sur le site du GRAIE. (http://www.graie.org/graie/graiedoc/doc_telech/brochure_RhonEco_restauration_ecologique.pdf)

La redynamisation des marges alluviales à Pont-Saint-Esprit

Christophe Moiroud, *CNR*
Hervé Piégay, Alvaro Tena, Fanny Arnaud, *UMR 5600*

La redynamisation des marges alluviales

Christophe Moiroud, Fanny Arnaud, Hervé Piégay, Alvaro Tena

La redynamisation des marges alluviales est une opération qui vise à démanteler les enrochements ou tout autre infrastructure (comme les ouvrages Girardon sur le Rhône) afin de favoriser l'érosion latérale conduisant à élargir le chenal, réduire les hauteurs d'eau, réactiver un certain transport solide et améliorer les conditions morphologiques et écologiques du fleuve. C'est ce que sur le Rhin à Kembs EDF appelle l'érosion maîtrisée des berges. Par « maîtrisée », on conçoit un processus de restauration de l'érosion latérale, limitée dans son extension afin de garantir la sûreté des ouvrages ou équipements annexes sur le fleuve, et le maintien de certains usages riverains. Ce type de restauration est à propos sur le Rhône à l'aval de Lyon, principalement dans ses sections court-circuitées car le chenal est bien souvent pavé (Figure 1), incisé, et fixé, à l'origine d'une forte réduction des milieux pionniers riverains et d'une forte sédimentation des marges atterries. Une redynamisation des marges a été conduite à titre expérimental sur le Rhône au droit de Pont Saint-Esprit en 2009. Une autre expérimentation, plus ambitieuse encore, vient de démarrer sur le Rhône court-circuité (RCC) de Péage de Roussillon où un linéaire de berges de près d'1,5 km vient tout juste d'être renaturé.

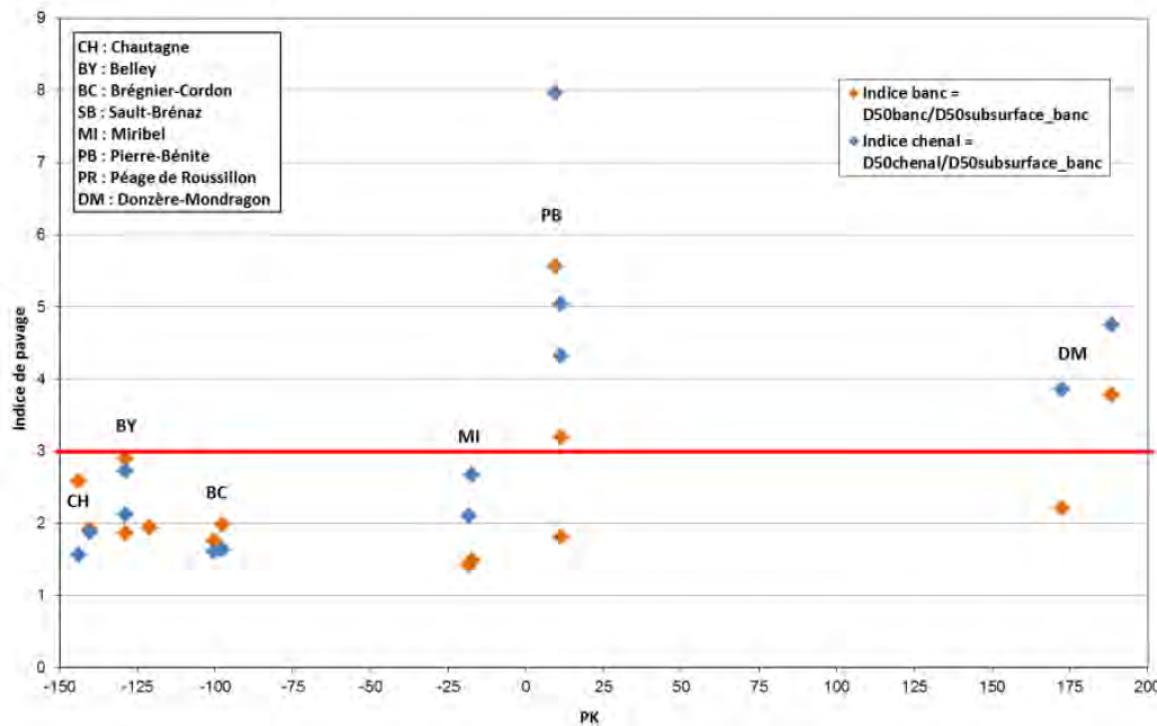


Figure 1 : Répartition amont – aval des indices de pavage calculés sur les têtes de bancs et dans le chenal adjacent (Parrot, 2015) – DM : secteur de Donzère-Mondragon. Le pavage est le rapport entre la taille médiane des particules de surface et de sub-surface.

Toute action visant à une redynamisation des marges alluviales passe par une analyse de risque et une analyse de faisabilité. Il convient de savoir où intervenir à l'échelle d'un RCC, évaluer s'il y a des volumes sédimentaires disponibles, s'il s'agit de sédiments grossiers ou de fines et dans ce dernier cas si celles-ci sont potentiellement contaminées. Il est également important de pouvoir évaluer les bénéfices à attendre de ces actions en termes d'amélioration écologique et d'atteinte du bon potentiel, de sécurité des biens et des personnes ou encore de qualité du cadre de vie et d'aménités. Sur le RCC de Donzère, certaines de ces questions ont déjà trouvé réponses, d'autres sont en cours d'évaluation. Des suivis sont programmés pour évaluer la réponse morphologique et écologique du secteur aux actions de restauration.

Le volume de sédiments disponibles dans le RCC de Donzère-Mondragon a été calculé. En raison de la longueur de ce secteur (30 km), une approche par profils longitudinaux a été retenue pour estimer le volume de sédiments stockés dans les différentes unités alluviales. Il était en effet impossible d'échantillonner par des sondages à la perche toute la plaine alluviale avec une densité suffisante pour interpoler d'une façon satisfaisante le toit du gravier, comme cela avait été fait sur le RCC de Péage de Roussillon. Les distances longitudinales de tous les points d'échantillonnage ont été projetées sur le talweg afin de pouvoir comparer l'épaisseur de sédiments longitudinalement. Une droite de tendance a été ajustée pour définir la position moyenne de chaque niveau altimétrique : altitude du sol (ZSol), altitude du toit de galets (TG), et altitude du talweg (talweg) (Figure 2). La différence entre l'altitude moyenne du sol et celle du toit du gravier permet de calculer l'épaisseur moyenne de sédiments fins stockés. La différence entre l'altitude moyenne du toit du gravier et celle du talweg permet de calculer l'épaisseur moyenne de sédiments grossiers également présents (Figure 2).

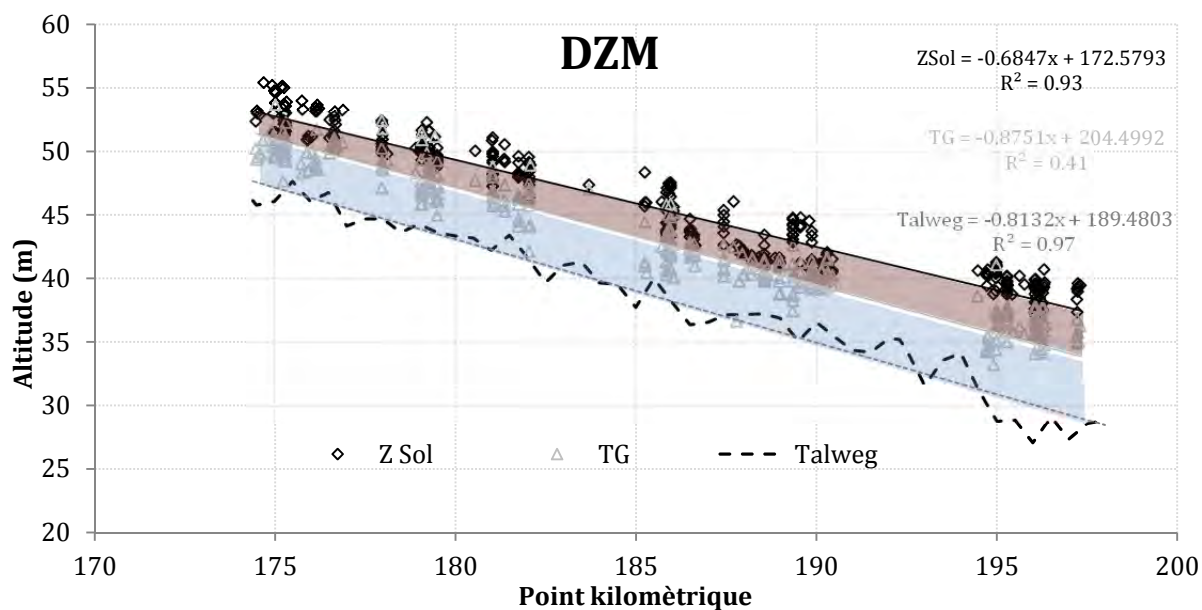


Figure 2. Répartition des points d'observation sur le profil longitudinal de Donzère-Mondragon et ajustement des droites de tendance matérialisant l'évolution longitudinale moyenne du talweg, du toit du gravier et du terrain naturel. Le polygone de couleur marron symbolise l'épaisseur de sédiments fins le long du RCC, et le polygone gris symbolise l'épaisseur de graviers.

Une première analyse portant sur les casiers Girardon (dont on connaît les surfaces) (n=154) a permis d'estimer le volume de sédiments fins et grossiers stockés dans les casiers (Tableau 1). Ceux-ci piègent près de 14 500 000 m³ de sédiments fins à Donzère-Mondragon, et un volume légèrement supérieur de graviers. Les épaisseurs et les volumes des deux compartiments sont ainsi très significativement supérieurs à ceux estimés à Péage de Roussillon. Des ressources en sédiments grossiers existent donc et sont potentiellement susceptibles, dans le cas de travaux de ré-élargissement, d'alimenter un certain transport solide et de générer des milieux pionniers. Le compartiment de sédiments fins est également important. Des analyses sont en cours dans le cadre de l'OSR et des études préalables sont conduites par la CNR pour évaluer les risques de contaminations potentielle lorsque ces sédiments seront réintroduits dans le chenal lors des érosions.

Tableau 1. Comparaison des caractéristiques des casiers à Péage de Roussillon et à Donzère-Mondragon

COMPARAISON CASIERS PDR ET DZM						
Type de sédiment	RCC	Périmètre	Moyenne Ratio largeur/longueur	Superficie moyenne (ha)	Épaisseur moyenne (m)	Volume par Casier (m ³)
Sédiment fin	DZM	689.19	0.47	2.7	3.49	94230
	PDR	333.8	0.46	0.57	1.44	8208
Sédiment grossier	DZM	689.19	0.47	2.7	3.51	94770
	PDR	333.8	0.46	0.57	3.17	18069

Aucun suivi de la réponse morpho-écologique n'est encore effectué sur le secteur de Donzère, mais l'expérience acquise sur le Vieux Rhin, où des injections de sédiments grossiers ont commencé en novembre 2010, permet d'illustrer les résultats potentiels.

Le Rhin court-circuité en aval du barrage de Kembs fait l'objet de restaurations expérimentales visant à améliorer la dynamique sédimentaire via des recharges artificielles dans le chenal, et une érosion contrôlée des berges. Un test de recharge de 23000 m³ de sédiments a été réalisé en 2010, et les réponses morpho-écologiques ont été évaluées pendant 5 ans. Le suivi morphologique a reposé sur 3 thématiques :

- L'évaluation des changements de géométrie, via des relevés topo-bathymétriques et de l'imagerie aérienne multi-dates,
- La mobilité sédimentaire, au moyen de traçage par radio-fréquence (1500 galets ont été équipés de transpondeurs et déposés à la surface du dépôt injecté)
- Les changements granulométriques, en échantillonnant des bancs et des zones en eau

La carte ci-dessous (figure 3) représente la localisation des galets équipés de traceurs retrouvés aux différentes dates. On met en évidence le transfert vers l'aval du sédiment injecté. On constate que l'effet de la recharge est visible plus de 3 km en aval du site d'injection après 4 ans. Des lois empiriques ont été établies entre la vitesse de propagation (les étoiles correspondent au barycentre du nuage de traceurs à chaque état), la taille des galets, et la fréquence des crues.

Une première synthèse de ce suivi a permis d'établir le bilan suivant :

Riques aval :

- Mobilité des particules modérée (< séquences seuils-mouilles)
- Processus de dispersion en cours avec une étendue de plus en plus importante – cohérent avec les modèles physiques
- La dispersion est visible granulométriquement dans le chenal

Habitats :

- Homogénéisation bathymétrique du chenal
- Granulométrie : la surface prospectée est encore trop faible, et surtout en émergé, pour rendre compte des évolutions en terme d'habitats

Conditions opératoires d'injection :

- Forme et localisation du dépôt validées
- Envisager des recharges unitaires de l'ordre de 25 000 m³
- Coupler à des ré-élargissements pour complexifier les formes fluviales et les habitats

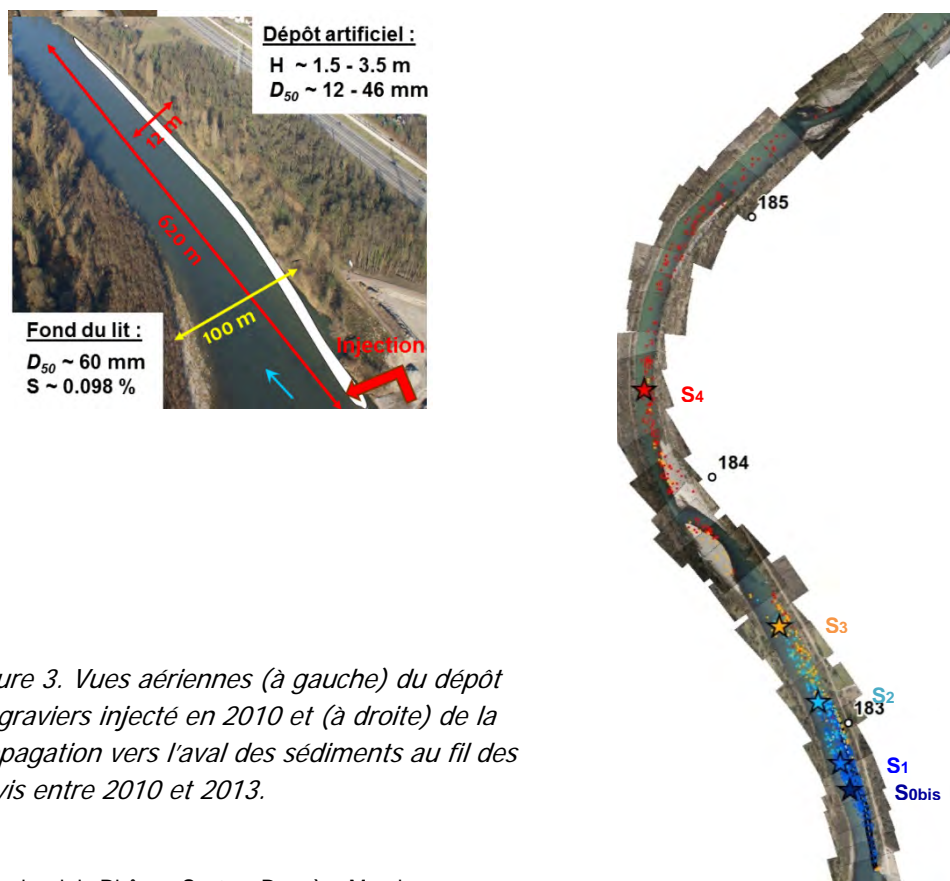


Figure 3. Vues aériennes (à gauche) du dépôt de graviers injecté en 2010 et (à droite) de la propagation vers l'aval des sédiments au fil des suivis entre 2010 et 2013.

Une étude de faisabilité a également été réalisée pour évaluer l'érosion contrôlée (Figure 4). Cette opération a d'abord été simulée sur modèle réduit, afin de tester une configuration d'épis qui favorise une recharge par érosion latérale. Plus de 150 tests ont été réalisés. La solution retenue (suppression d'un épi et remodelage de 2 épis) aboutit à un apport sédimentaire de l'ordre 6700 m³ pour une crue décennale. Celle-ci a ensuite été testée en conditions réelles. Les travaux ont été engagés sur le terrain en mai 2013. Le suivi suite à la crue Q15 de juin 2013 a montré un apport de 1000 m³, soit un facteur 7 en dessous des résultats du modèle, expliqué en partie par la concentration d'enrochements en pied de berge et l'affleurement de poudingues. D'autres sites d'érosion maîtrisée sont à l'étude.

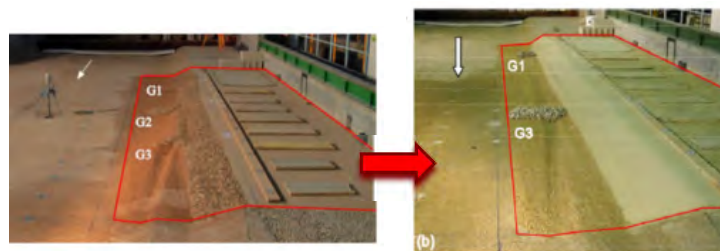


Figure 4. Exemple de configurations testées par EDF-R&D sur le modèle réduit du Rhin à Kembs pour évaluer l'efficacité de la redynamisation par érosion maîtrisée.

On dépasse maintenant sur le Vieux Rhin le stade des expérimentations. D'autres recharges sédimentaires ont été réalisées en 2015 et 2016 en aval immédiat du barrage de Kembs.

En conclusion, l'expérience rhénane permet de retenir les points suivants :

- La recharge par injection mécanique dans des zones hydrauliquement actives est plus efficace que la recharge par érosion latérale
- Importance de tester sur des modèles et *in situ* à petite échelle pour évaluer les risques et les bénéfices : connaître les volumes charriés / crues, spatialisation des érosions-dépôts, tri granulométrique
- Coupler recharges et ré-élargissements pour diversifier les formes fluviales, sinon risque de simple transfert aval sans création de zones différenciées de dépôt
- Incertitudes sur les processus de transport en grandes rivières, suivis partiels, etc. : combiner les méthodes de monitoring
- Bien définir les objectifs et déployer les indicateurs appropriés : sur le Rhin, les effets des recharges sur les communautés biologiques (invertébrés, macrophytes, poissons) sont difficiles à mettre en évidence car se confondent avec les effets des crues, variations du débit réservé, qualité de l'eau, domination d'espèces invasives...

Z A B R

Zone Atelier Bassin du Rhône



Campus LyonTech la Doua
66 bd Niels Bohr – CS 52132
F-69603 Villeurbanne Cedex
Tel : 04 72 43 83 68 – Fax : 04 72 43 92 77
e-mail : asso@graie.org - www.graie.org