

Restauration hydraulique et écologique du Rhône : problématique, méthodologie et indicateurs d'évolution post-restauration.

Jean-Michel Olivier¹, Nicolas Lamouroux², G. Bornette¹, E. Castella³, S.
Mérigoux¹, H. Piégay⁴



¹UMR CNRS 5023, Université Lyon1

²Cemagref Lyon

³Université de Genève

⁴UMR CNRS 5600



Hommage à Gilles CARRON

Entomologiste
Hydrobiologiste

Université de Genève
Equipe E. Castella

Décédé le 20 novembre 2009

le Rhône

Un bassin versant de **98 500 km²**

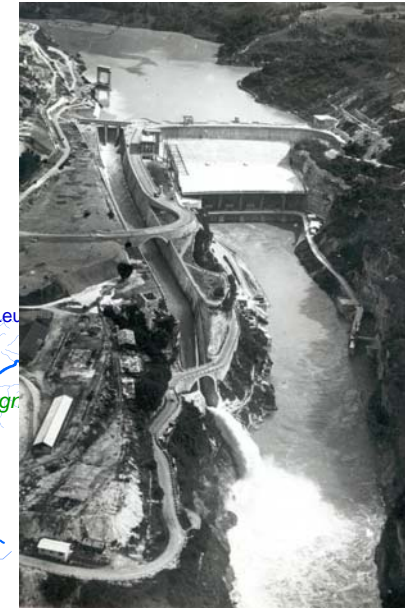
Un débit moyen de **1 720 m³/s**

Une abondance spécifique remarquable de **17,8 l/s /km²**

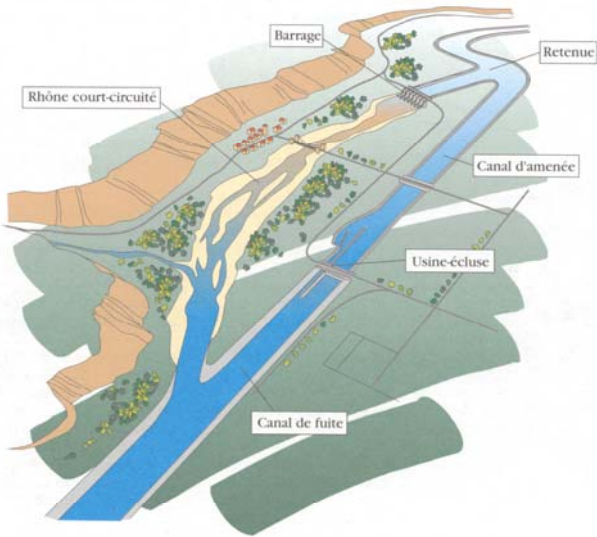
Un apport moyen annuel dans le Golfe du Lion de **54 milliards de m³**

soit **20% des apports fluviaux** en Méditerranée





22^e Entretiens du Centre Jacques Cartier - Lyon France
30 novembre -

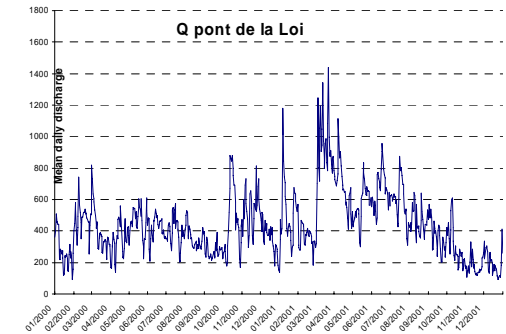
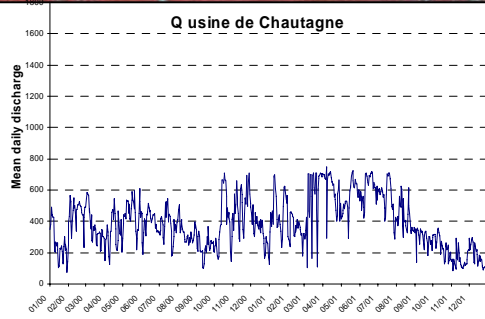
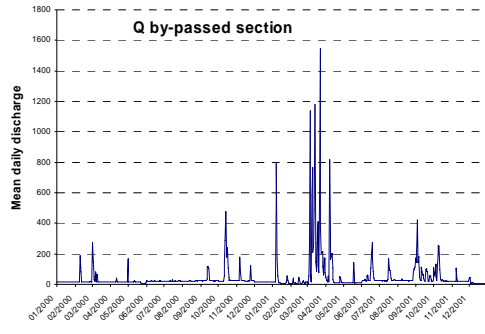


- Barrages
- Centres nucléaires de production électrique (power) plants
- Centrales thermiques de production électrique
- Villes

22 barrages entre le Léman et la mer



Chautagne



rance

22^e Entretiens du Centre Jacques

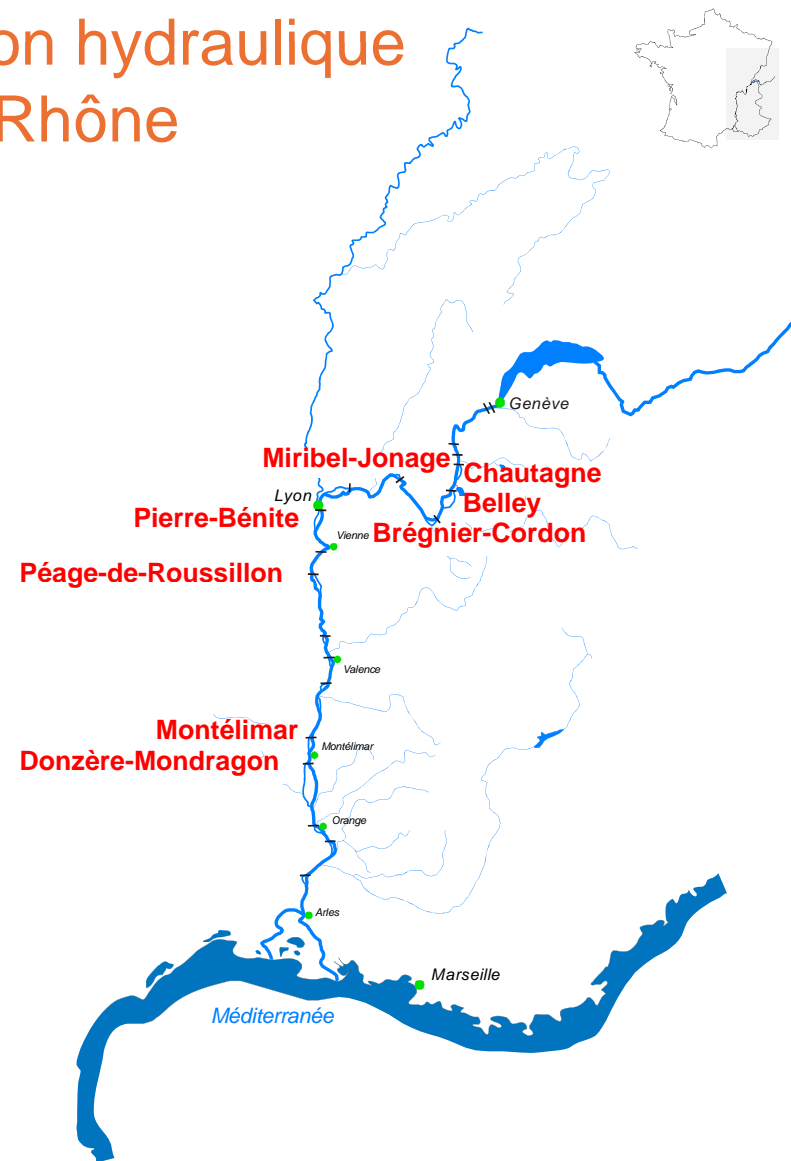
Programme de restauration hydraulique et écologique du Rhône

Trois volets :

1/ augmentation du débit réservé dans les tronçons court-circuités

2/ réhabilitation des bras latéraux

3/ restauration des axes de vie migratoires

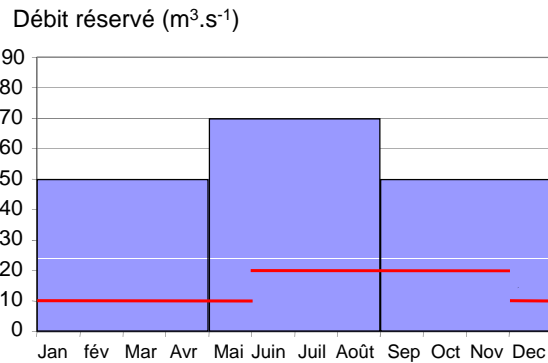


Augmentation des débits réservés

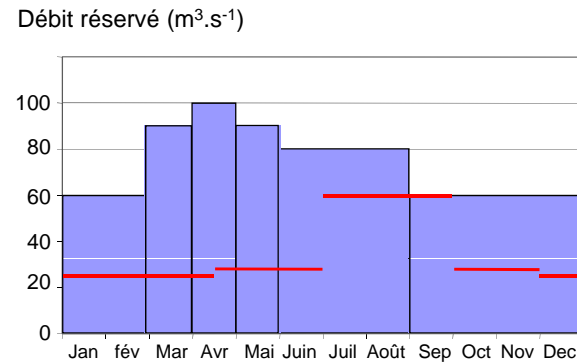
22^e Entretiens du Centre Jacques Cartier - Lyon, France
30 novembre - 1^{er} décembre 2009



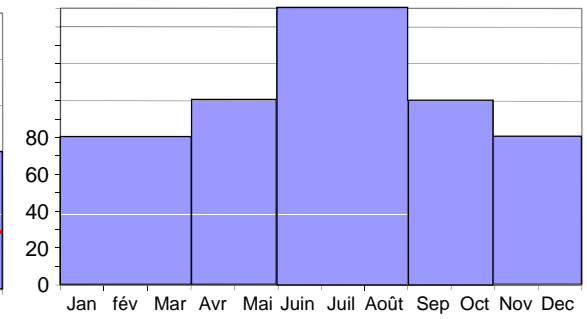
Chautagne



Belley



Brégner-Cordon



Débit mini au barrage de Champagneux 65 m³/s



Réhabilitation des îônes

Actuellement

23 îônes restaurées sur le Haut-Rhône et 3 à Pierre-Bénite

Plusieurs modalités de restauration

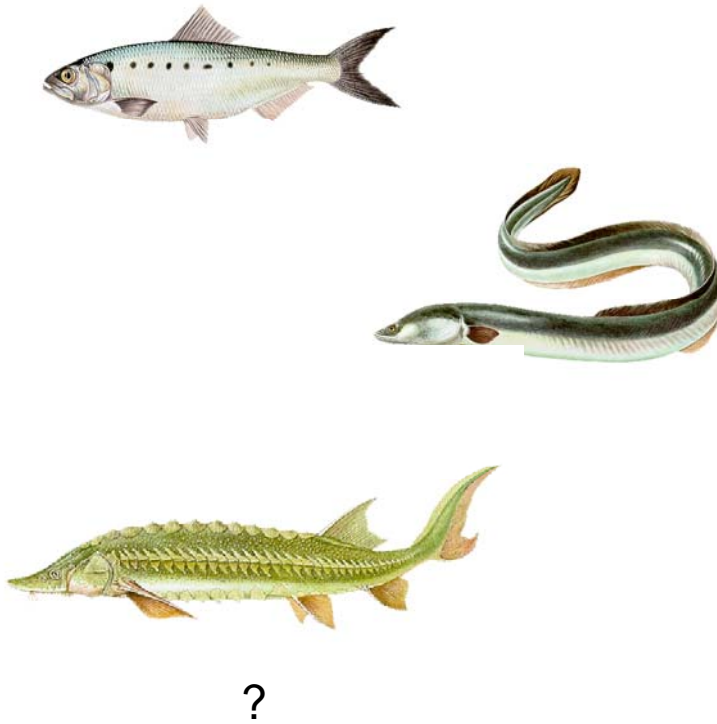
- curage des sédiments (fins en général)
- ouverture à l'aval
- ouverture à l'aval et à l'amont.



Restauration des voies de migration

22^e Entretiens du Centre Jacques Cartier - Lyon, France

30 novembre - 1^{er} décembre 2009



Le programme de restauration du Rhône est aujourd'hui intégré au « Plan Rhône 2007-2013 » volet « **Qualité des eaux, ressource et biodiversité** »

Principaux axes du volet :

- *Lutter contre la micropollution qui menace la qualité des eaux.*
- *Poursuivre et amplifier la restauration fonctionnelle des tronçons court-circuités et des secteurs artificialisés.*
- *Rétablir progressivement la circulation des poissons migrateurs.*
- *Améliorer la connaissance du fleuve.*
- *Mettre en œuvre les modalités de gestion et de valorisation en conformité avec les règlements européens.*



Suivi scientifique de la restauration du Rhône

Objectifs

- Évaluation de l'effet des procédures de restauration (sur le milieu et les peuplements et *in fine* sur le fonctionnement du système)

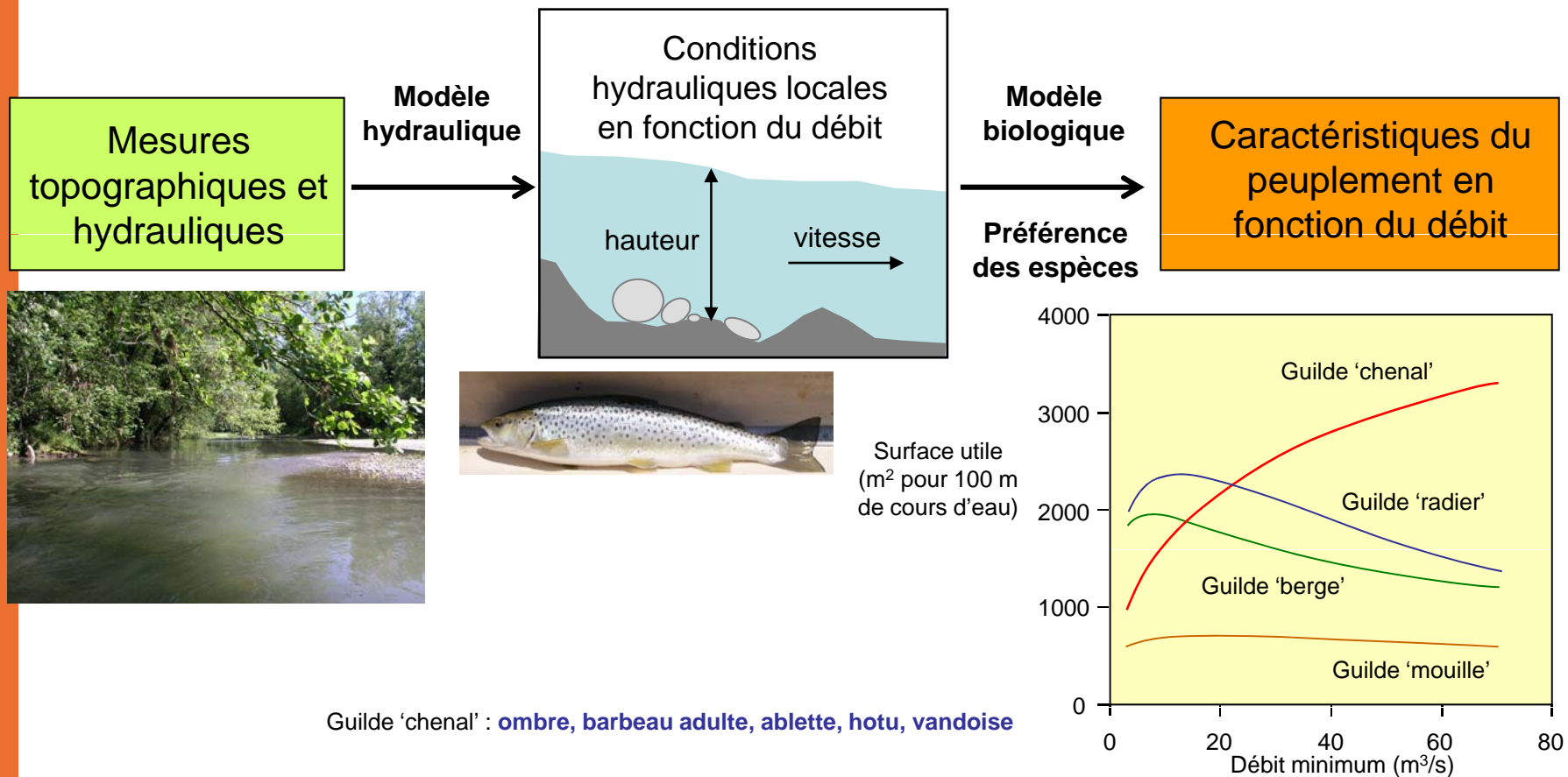
Méthodes

- développement de méthodes et de protocoles dédiés à ces objectifs : stratégies d'échantillonnage, définitions **d'indicateurs** et de **métriques pertinents**, modélisation.



Problématiques

Analyse et modélisation des réponses des communautés de macroinvertébrés et de poissons aux variations de contraintes hydrauliques dans les chenaux soumis à **augmentation du débit réservé**,



Problématiques

réhabilitation des annexes fluviales

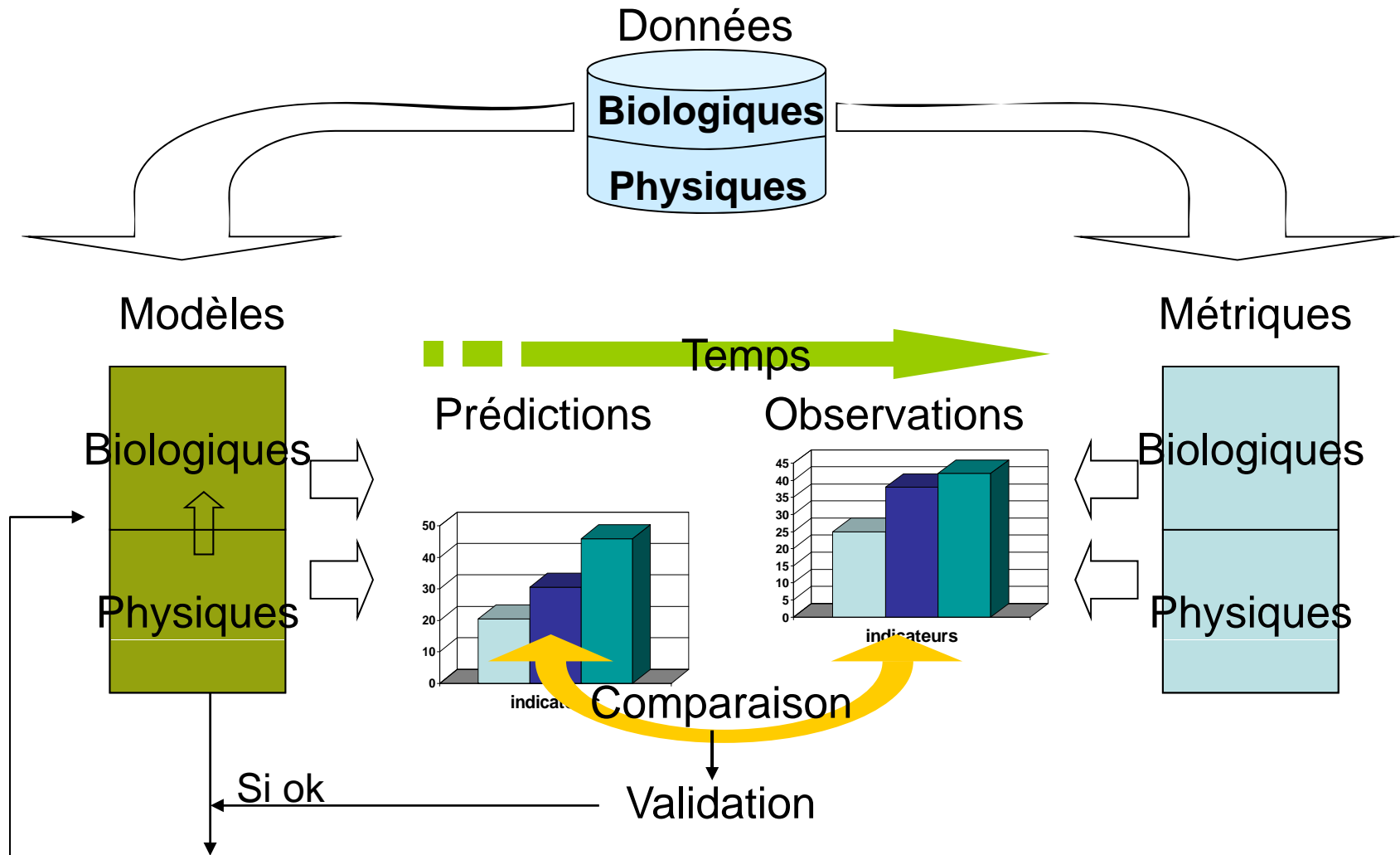
- **Prédiction de la durée de vie des bras restaurés** et recherche de géométries fluviales particulières qui répondent sur un long terme à des attentes écologiques fixées initialement,
- **Analyse de l'évolution de la biodiversité** (macrophytes) dans les lônes en relation avec la **trophie** des milieux, **l'intensité des perturbations hydrauliques** dans ces milieux et les caractéristiques sédimentaires,
- **Etablissement de modèles prédictifs de la richesse faunistique (macroinvertébrés)** en fonction des caractéristiques écologiques (qualité des eaux, degré de connexion avec le chenal, diversité d'habitats...) des lônes,
- Etude de l'effet de l'augmentation des débits réservés et des travaux de réhabilitation des lônes sur les **populations de poissons**.



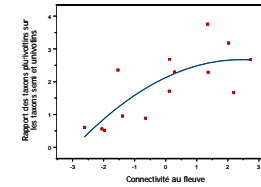
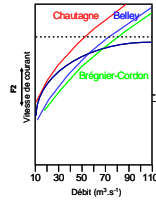
Secteurs	Types de milieu	Thématiques			
		Poissons	Invertébrés	Végétation	Sédimentation
Chautagne	Chenal	X	X		
	Lône de la Malourdie	X			X
	Lône du Brotalet	X			X
Belley	Chenal	X	X		
	Lône des Luisettes	X	X	X	X
	Lône Moiroud	X	X	X	X
	Lône Béard	X	X	X	X
	Lône Fournier	X	X	X	X
	Anse de Yenne	X	X		X
	Lône de Lucey		X		X
Brégnier-Cordon	Chenal	X	X		
	Lône de Chantemerle	X	X	X	X
	Lône des Granges	X	X	X	X
	Lône Vachon	X	X		X
	Lône des Cerisiers	X			X
	Lône des Molottes	X	X	X	X
	Lône Mattant	X	X		X
	Lône du Ponton	X	X		X
	Lône de la Plaine		X		X
Pierre-Bénite	Chenal	X	X		
	Lône de la Table Ronde			X	X
	Lône de Ciselande			X	X
	Lône de Jaricot			X	X
Péage de Roussillon	Chenal	X	X		
	Lône de la Platière	X	X	X	X
	Lône Noyé Nord	X		X	
	Lône Noyé Sud				X
	Ilon	X	X	X	X
	Lône de la Boussarde				
	Casiers Arcoules			X	X
Lône de la Sainte		X	X	X	
Montélimar	Chenal	X	X		
	Lône de la Barcasse	X		X	
	Lône de la Roussette	X	X	X	X
Donzère-Mondragon	Chenal	X	X	X	
	Lône Grange écrasée	X	X	X	X
	Lône de Malatras		X	X	
	Lône du Carré	X	X	X	X
	Lône de la République		X	X	X
	Lône Malaubert	X	X	X	X
	Lône du Bayard	X	X	X	X
	Lône de Caderousse	X	X	X	X
Lône des Jons	X	X	X	X	



Dynamique de la démarche



Métriques et indicateurs



Poissons

Centre Jacques Cartier, France

22^e Entretiens du Centre Jacques Cartier
30 novembre - 1^{er} décembre 2009



	Indicateurs	Métriques
Chenal	<ul style="list-style-type: none"> Richesse spécifique Structure du peuplement Espèces cibles Proportion espèces eaux vives Proportion espèces eaux courantes 	<ul style="list-style-type: none"> Nombre d'espèces Fréquence des différents espèces Distribution en classes de la taille des espèces cibles Effectifs des espèces : BAF, SPI, BLN, LOF, CHA Effectifs des espèces : OBR, BAF, ABL, HOT, TOX, VAN

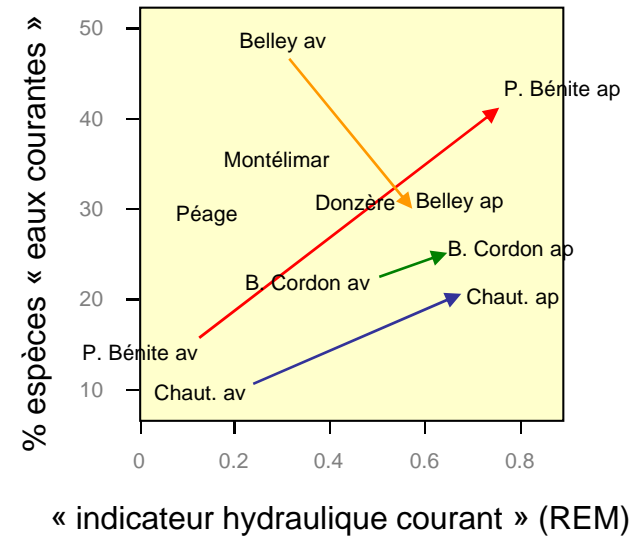
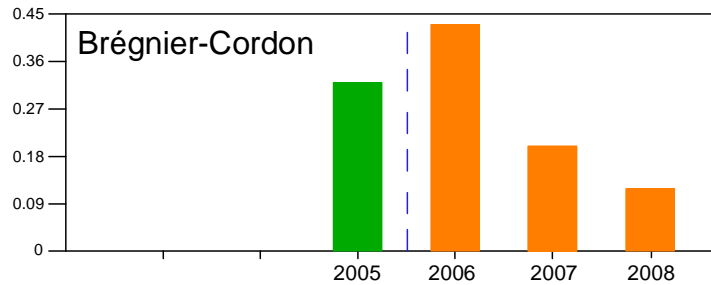
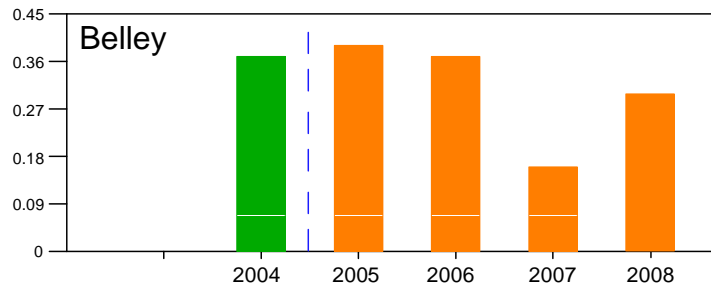
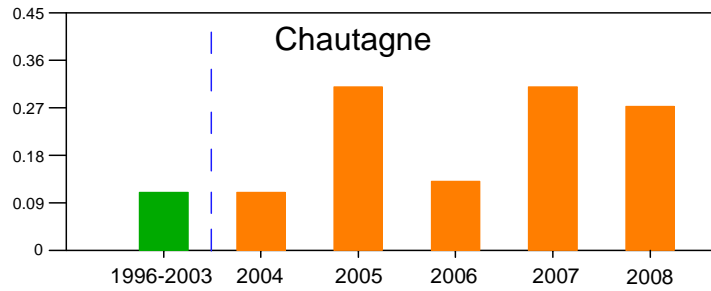


Proportion 'd'espèces d'eaux courantes'

(Ombre commun, ablette, barbeau, hotu, vandoise)

avant

après



Macro-invertébrés chenal



	Indicateurs	Métriques
Chenal	Proportion espèces des habitats lotiques	Abondance relative des espèces rhéophiles
	Proportions espèces des habitats lenticques	Abondance relative des espèces limnophiles

Modèle d'habitat

=

Modèle biologique

+

Modèle
hydraulique

Prédictions

Données pré-restauration

Courbes de préférences hydrauliques
de 66 taxons

Modèle statistique d'habitat pour les invertébrés benthiques : FSTress

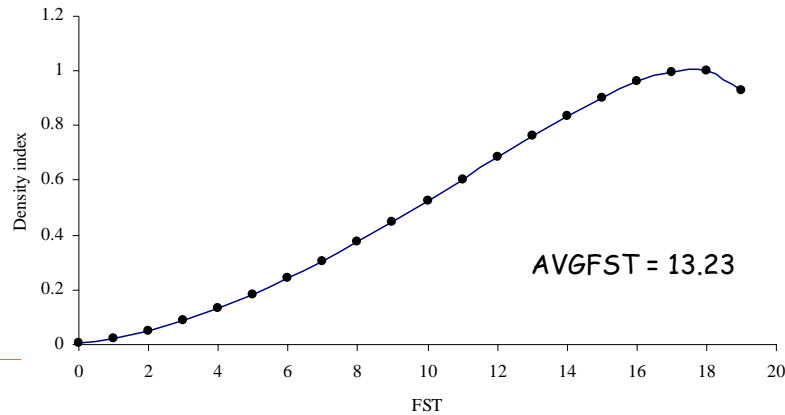
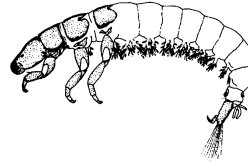


Taxons rhéophiles

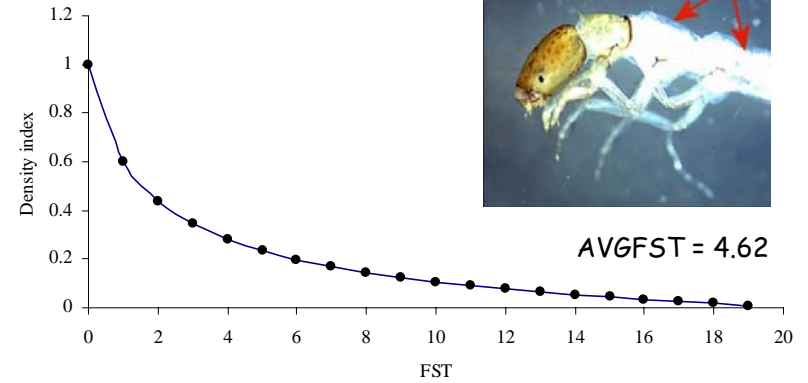
Préférences hydrauliques

Taxons limnophiles

Hydropsyche siltalai



Polycentropus flavomaculatus

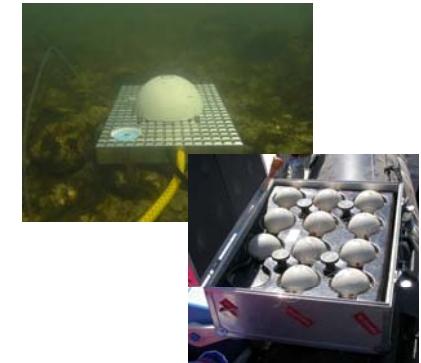
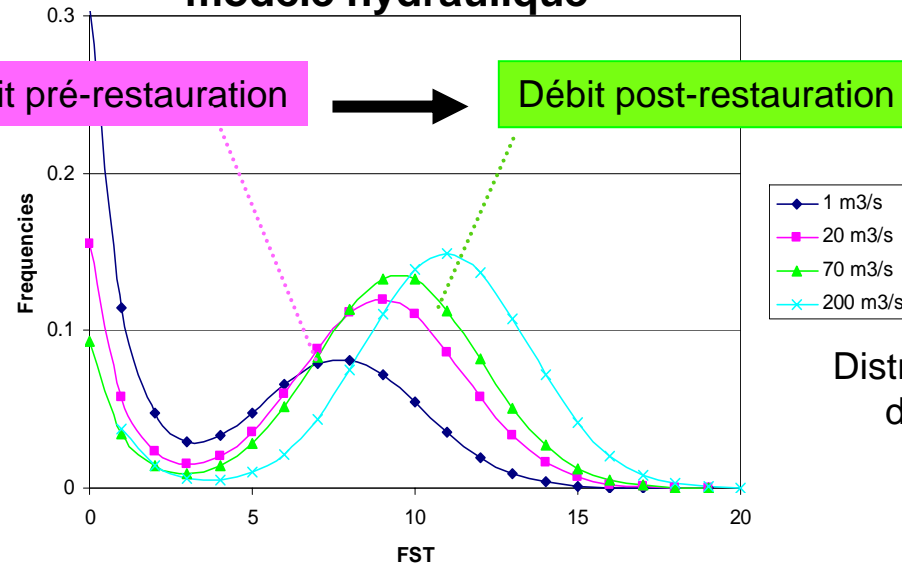


modèle hydraulique

Débit pré-restauration

Débit post-restauration

Prédictions avec FSTress : exemple pour le secteur de Chautagne



Distributions de fréquences de FST pour 4 débits différents



Reponses aux augmentations de debits : prédictions avec FSTress

22^e Entretiens du Centre Jacques Cartier - Lyon, France
30 novembre - 1^{er} décembre 2009

Taxons rhéophiles



Densités de 27 taxons



<i>Ancylus fluviatilis</i>	+
Asellidae	-
<i>Asellus aquaticus</i>	-
<i>Baetis lutheri</i>	+
<i>Baetis rhodani</i>	+
<i>Baetis spp.</i>	+
<i>Caenis luctuosa</i>	-
<i>Caenis spp.</i>	-
Chironomini	-
<i>Dreissena polymorpha</i>	+
<i>Dugesia polychroa-lugubris</i>	+
<i>Dugesia tigrina</i>	+
<i>Elmis spp.</i>	+
<i>Esolus spp.</i>	+
<i>Esolus spp. ad</i>	+
<i>Heptagenia sulphurea</i>	+
<i>Hydropsyche contubernalis</i>	+
<i>Hydropsyche exocellata</i>	+

Taxons limnophiles



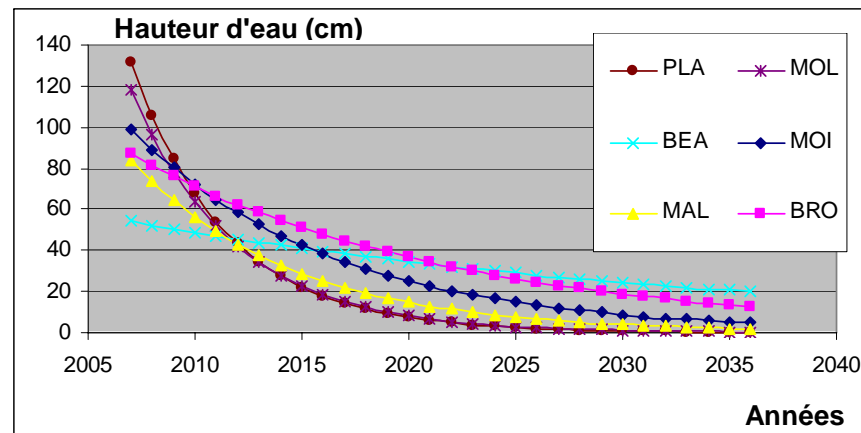
Densités de 12 taxons



Réhabilitation des lônes

Géomorphologie Lônes

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



Réhabilitation des lônes

Végétation aquatique



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

Diagnostic du fonctionnement et de la durée de vie potentielle des zones humides

trophie

Oligotrophe Mésotrophe Eutrophe

Perturbations hydrauliques	nulles	Durée de vie Intermédiaire` à élevée	Durée de vie intermédiaire	Durée de vie faible
	faibles	Durée de vie Intermédiaire` à élevée	Durée de vie intermédiaire	Durée de vie faible
	intermédiaires	Durée de vie élevée	Durée de vie élevée	Durée de vie intermédiaire
	fortes	Durée de vie très élevée	Durée de vie très élevée	Durée de vie très élevée
	alluvionnement	Durée de vie très élevée	Durée de vie très élevée	Durée de vie très faible

En l'absence d'altération du fonctionnement :
 Durée de vie très élevée (potentiellement >60 ans)
 Durée de vie intermédiaire (potentiellement 30-60 ans)
 Durée de vie faible (potentiellement <30 ans)

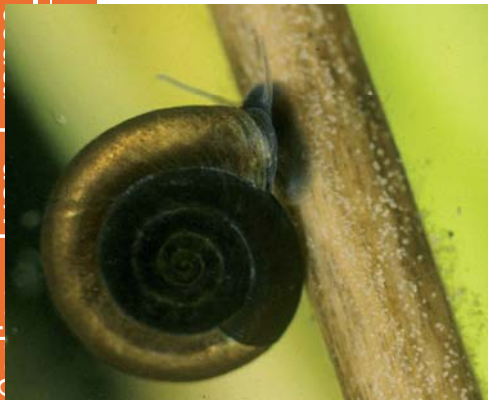
* Apports d'eaux souterraines

G. Bornette



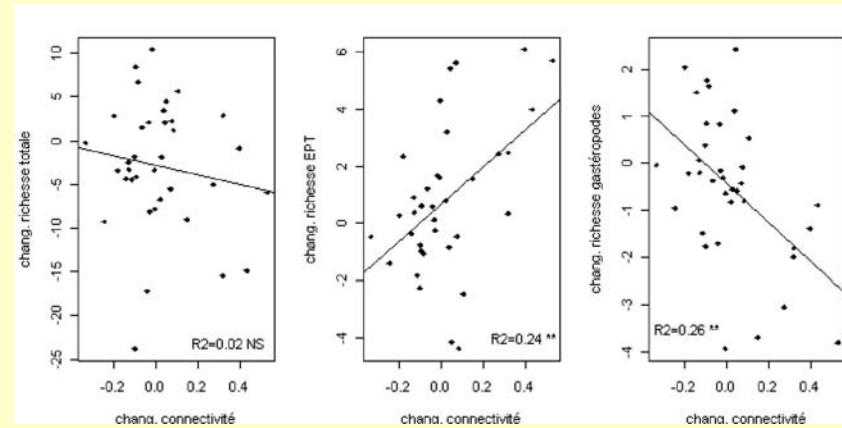
Réhabilitation des lônes

Macro-invertébrés Lônes

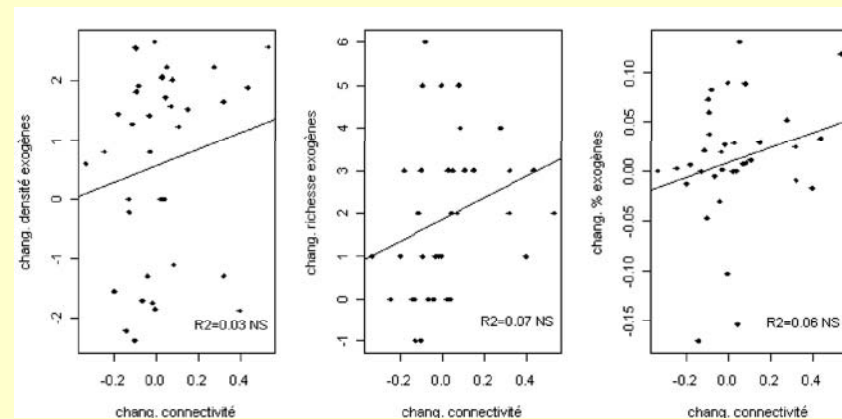


Anisus vorticulus
(*E. castella*)

Indicateurs	Métriques
Richesse taxonomique et statut des espèces	<ul style="list-style-type: none"> Richesse taxonomique totale Richesse spécifique des taxons EPT Richesse spécifique des mollusques gastéropodes Nombre d'espèces à statut de protection ou de vulnérabilité documenté % d'individu appartenant à des espèces non-indigènes
Caractéristiques biologiques et écologiques des taxons	<ul style="list-style-type: none"> % broyeurs / collecteurs % collecteurs filtreurs / autres collecteurs % prédateurs / autres groupes trophiques % taxons > 1 génération par an / taxons < 1 génération par an % taxons se déplaçant à la surface du substrat % taxons à dérive comportementale % espèces typiques du fleuve



Relation entre les changements de connectivité latérale et de richesse par site après restauration

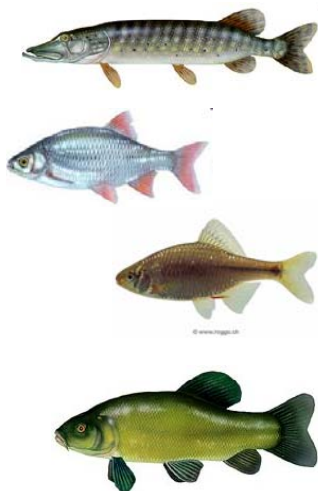


Relation entre les changements de connectivité latérale et les métriques par site après restauration (espèces exogènes)

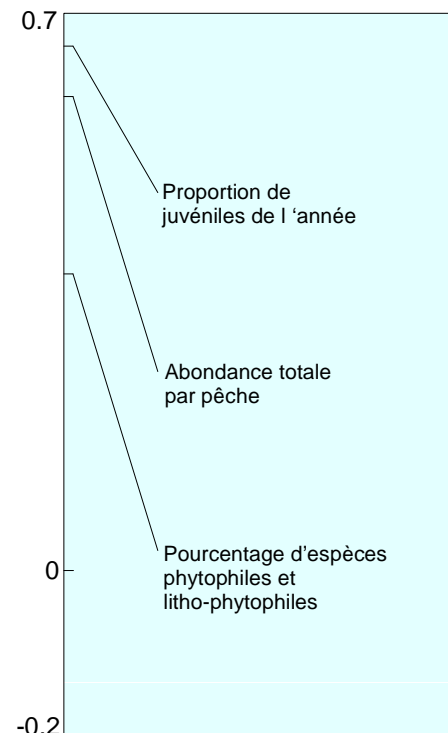
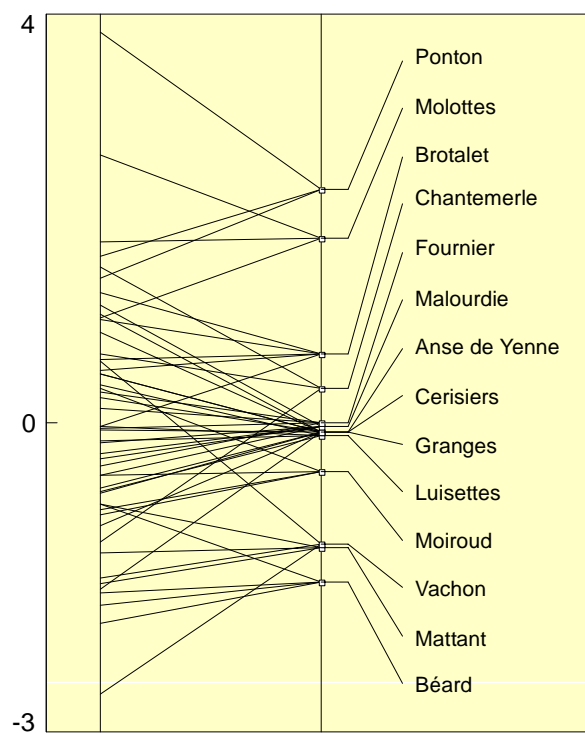


Réhabilitation des lônes

Poissons



	Indicateurs	Métriques
Lônes	<p>Richesse spécifique piscicole</p> <p>Indicateur d'eaux stagnantes</p> <p>Espèces cibles</p>	<p>Abondance relative des espèces</p> <p>Abondance relative des espèces phytophiles et lithophytophiles</p> <p>Abondance des espèces cibles (rotengle, tanche, bouvière, brochet)</p>



Conclusion

- La restauration du Rhône est un programme ambitieux et important à l'échelle européenne
- Le suivi scientifique du programme a permis de définir les états initiaux (avant restauration) et de développer des méthodologies de suivi adaptées à la mesure des effets de la restauration physique du fleuve (développement méthodologique important - métriques et indicateurs spécifiques)
- Les résultats obtenus sur le site de Pierre-Bénite (restauré en 2000) montrent une bonne concordance avec les prédictions des modèles.



Conclusion

- Les résultats obtenus sur les 3 sites du Haut-Rhône montrent :
 - que la durée nécessaire pour obtenir une réponse « interprétable » n'est pas encore suffisante
 - l'importance du suivi et de la modélisation de la sédimentation dans les annexes restaurées
 - la nécessaire prise en compte de la dynamique des populations des espèces invasives dans l'analyse de l'évolution post-restauration
 - la nécessité d'analyser la restauration comme un ensemble –augmentation des débits et réhabilitation des îles
- les connaissances acquises serviront pour la définition des objectifs dans le cadre de la mise en œuvre de la DCE dans les sections court-circuitées du Rhône
- l'interprétation des résultats sur le long terme devra prendre en compte les effets du changement climatique (régime thermique du Rhône) et des polluants sur les peuplements du Rhône.

