

### Propositions de gestion et indicateurs

A l'échelle d'un secteur du fleuve pris dans son ensemble, il semble pertinent de **conserver la large diversité des casiers encore en eau car ils contribuent à la diversité taxonomique et fonctionnelle du système fluvial**. Même si le type « Aquarium » semble devoir être privilégié, il n'intègre pas toute la gamme des taxa pouvant contribuer à la biodiversité globale d'un secteur. La conservation des casiers les plus isolés peut donc aussi être pertinente et favorable à d'autres groupes d'organismes non étudiés dans ce programme, tels que les amphibiens. Néanmoins, il faudrait associer à cette conservation plusieurs actions de gestion : une surveillance régulière en période estivale des peuplements phytoplanctoniques qui contiennent pour certains d'entre eux des espèces proliférantes potentiellement toxiques ainsi qu'un suivi, voire une gestion de l'atterrissement du milieu.

La connectivité dans un paysage fluvial ne concerne pas seulement les relations hydrologiques entre le chenal et les zones humides. Une connectivité inter-zones humides doit être considérée et étudiée. Ainsi, dans les cas où une série de casiers voisins ne seraient pas démantelés (train de casiers), plutôt que de reconnecter ces casiers au chenal principal, il pourrait être envisagé de **reconnecter les casiers les uns aux autres**. Une telle intervention pourrait créer un écoulement parallèle au chenal principal, du type « bras secondaire artificiel ». Si les hauteurs de digue le permettent, un gradient de décantation pourrait alors se mettre en place de l'amont vers l'aval.

Enfin, la connectivité en paysage fluvial intègre d'autres flux hydriques que ceux visibles en surface, les échanges interstitiels peuvent avoir un rôle dans la gestion des casiers Girardon. Ainsi, les **flux d'eau provenant de la nappe souterraine** sont connus pour limiter la prolifération des macrophytes et du phytoplancton (apports d'eau pauvre en phosphore et froide en été). De même, l'alimentation des casiers par des **infiltrations d'eau à travers la digue** est peut-être une solution pertinente pour favoriser le renouvellement de l'eau du casier par de l'eau du chenal filtrée par la digue et débarrassée de ses matières en suspension, ce qui est propice au maintien de la transparence de l'eau, au développement des herbiers de macrophytes et à la diversité globale du système.

Plusieurs indicateurs du fonctionnement de ces milieux artificiels peuvent faire l'objet d'un suivi, à savoir :

- l'O<sub>2</sub> dissous (concentrations enregistrées en surface et au fond)
- la production primaire phytoplanctonique et le développement des macrophytes
- les macroinvertébrés benthiques intégrateurs des caractéristiques sédimentologiques du fond

Quel que soit le mode de gestion choisi, la conservation des casiers Girardon encore en eau (même si ceux-ci ne représentent que 10 à 20% des casiers) ne contribuera pas à augmenter le flux de sédiment dans le chenal du Rhône, ni à élargir le chenal et maintenir les hauteurs d'eau en période de crue. Toutefois, ils contribueront à d'autres services écosystémiques, en termes d'approvisionnement et de production de ressources (habitats, production primaire et secondaire), de régulation de certains flux (puits de CO<sub>2</sub>, dénitrification) et de services culturels (esthétique de certains casiers, pêche sportive). Il convient donc de considérer leur réouverture ou leur destruction avec circonspection.

### Cadre d'utilisation:

Plan Rhône : restauration écologique du Rhône,  
Aide à la gestion des annexes fluviales artificielles.

### Références:

- Amoros C, Coulet M, Pautou G (1982) Les « ensembles fonctionnels » : des entités écologiques qui traduisent l'évolution de l'hydrosystème en intégrant la géomorphologie et l'anthropisation (exemple du Haut-Rhône français). *Persee, Revue de géographie de Lyon* 57:49-62
- Amoros C, Bornette G (2002) Connectivity and biocomplexity in waterbodies of riverine floodplains. *Freshwater Biology* 47:761-776
- Paillex A, Castella E, Carron G (2007) Aquatic macroinvertebrate response along a gradient of lateral connectivity in river floodplain channels. *Journal of the North American Benthological Society* 26:779-796
- Paillex A, Doledec S, Castella E, Merigoux S (2009) Large river floodplain restoration: predicting species richness and trait responses to the restoration of hydrological connectivity. *Journal of Applied Ecology* 46:250-258 doi:10.1111/j.1365-2664.2008.01593.x
- Paillex A, Doledec S, Castella E, Merigoux S, Aldridge DC (2013) Functional diversity in a large river floodplain: anticipating the response of native and alien macroinvertebrates to the restoration of hydrological connectivity. *Journal of Applied Ecology* 50:97-106

## Fonctionnement écologique des casiers Girardon : Le cas des casiers aquatiques



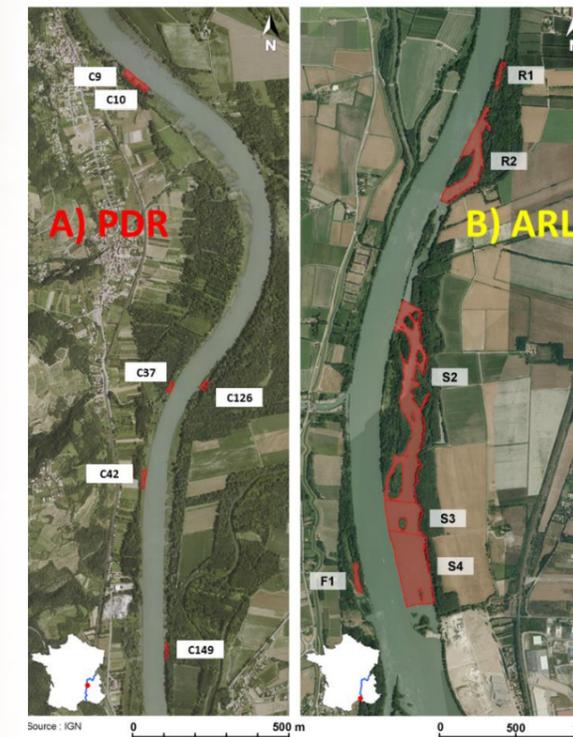
Casier Girardon, Arles

### Résumé :

La proposition, faite dans le cadre de la remobilisation des sédiments du Rhône, de démanteler les casiers Girardon, se heurte au fait que les casiers en eau (20% des aménagements) peuvent jouer un rôle d'annexe fluviale artificielle. Cette étude apporte des réponses sur la biodiversité de ces systèmes aquatiques. Elle propose quelques pistes de gestion et met en lumière des facteurs « clé » permettant

d'expliquer les fonctions de ces écosystèmes artificiels tels que le degré de connexion au chenal, la turbidité de l'eau et les interactions entre phytoplancton et macrophytes.

### Contexte :



■ Délimitation des casiers

Localisation des casiers échantillonnés

A) à Péage de Roussillon (PDR) et B) à Arles (ARL).

### Contacts :

Evelyne Franquet & Pierre Marmonier (Coord.)

[evelyne.franquet@imbe.fr](mailto:evelyne.franquet@imbe.fr), [pierre.marmonier@univ-lyon1.fr](mailto:pierre.marmonier@univ-lyon1.fr)

Céline BERTRAND, Cécile CLARET, Stéphanie FAYOLLE, Nicolas FLIPO, Sophie GUILLON, Jules LEGERN, Maxime LOGEZ, Jean-Michel OLIVIER, Benjamin OURSEL, Hervé PIEGAY, Lucile PRIOUR, Bianca RAPPLE, Michal TAL, Maxine THOREL, Antonin VIENNEY

A partir du milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle, les berges du Rhône ont été aménagées pour favoriser la navigation fluviale. Ces aménagements regroupent un ensemble de structures variées (épis, digues, casiers Girardon). La fonction principale des casiers Girardon (Figure 1) était de favoriser un chenal de navigation, fixé latéralement et verticalement, et un alluvionnement de ses marges construites. Près de 50% des surfaces des casiers se sont atterries dans les premières décennies suivant leur construction. Sur le secteur de Péage, une deuxième phase d'atterrissement a également été enregistrée lors de la mise en débit réservé du Rhône consécutive à la construction de l'ouvrage hydro-électrique. Seulement 20% des casiers sont encore en eau et présentent une connectivité avec le chenal principal qui est très variable.



Casier R1

## Intérêt opérationnel:

Dans le cadre du plan Rhône, il est proposé une réactivation de l'érosion des marges par un démantèlement d'une partie des aménagements Girardon. Hormis les enjeux et les contraintes locaux (zones à risque pour les riverains, ou risque de relargage de polluants), les enjeux écologiques d'un tel démantèlement sont à clarifier. Si dans les secteurs, où il est prévu une restauration/réhabilitation des îlons, il semble nécessaire de supprimer les casiers pour redonner un hydrodynamisme significatif aux bras restaurés et reconnectés au fleuve, les avis semblent plus partagés dans le cas des secteurs où les îlons ne seront pas restaurés, car les casiers encore en eau (10 à 20% d'entre eux) constituent des éléments originaux du paysage fluvial dont le mode de fonctionnement et la contribution à la dynamique globale du fleuve restent peu étudiés.

## Objectifs:

L'objectif du présent projet était d'évaluer les fonctions écosystémiques de ces milieux aquatiques artificiels par une approche pluridisciplinaire explorant les liens entre leurs fonctionnements hydrologique, et géomorphologique par comparaison des unités connectées ou non avec le chenal actif du Rhône.

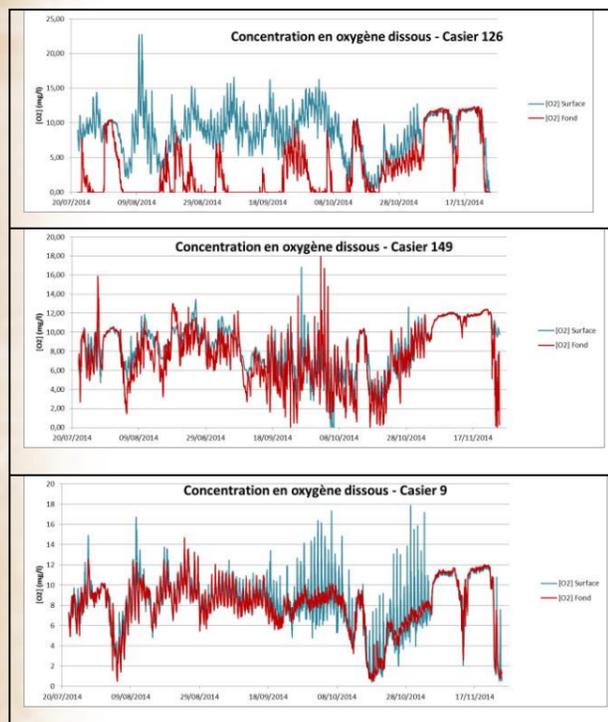
Compte-tenu de l'importance des flux de matière et des échanges faunistiques et floristiques dans le fonctionnement et la dynamique des écosystèmes aquatiques courants, nous nous attendons à ce que la connectivité entre les casiers et le chenal principal joue un rôle essentiel dans le fonctionnement de ces écosystèmes artificiels et qu'en retour, ces derniers contribuent à la productivité du fleuve (en terme de biomasse et de diversité des algues et des invertébrés benthiques) (Amoros & Bornette 2002, Paillex et al. 2007, 2009, 2013).

Face aux questionnements actuels sur le devenir de ces milieux aquatiques artificiels (Plan de Remobilisation des Marges Alluviales, Plan Rhône), il nous est apparu essentiel de :

- (1) décrire les conditions environnementales qui règnent dans ces casiers encore en eau,
- (2) comprendre leurs différents modes de fonctionnement, en précisant les facteurs de contrôle,
- (3) établir une typologie de ces systèmes et les trajets évolutifs (successions écologiques) qui les relient.

## Principaux résultats:

### Diversité des conditions environnementales



Les casiers aquatiques présentent une gamme de formes et de conditions environnementales variées. Les casiers les plus isolés sont caractérisés par des temps de résidence de l'eau assez longs, à l'opposé, les casiers les plus connectés ont des temps de résidence de l'eau courts, avec un renouvellement fréquent de la masse d'eau. La diversité des modes et des durées de connexion avec le chenal explique en partie la dynamique des concentrations en O<sub>2</sub> dissous. Dans un casier totalement isolé, la prolifération du phytoplancton va induire des anoxies régulières au fond comme en surface. Un casier très ouvert sur le chenal sera très turbide et sera mal oxygéné en profondeur. Ce sont les casiers connectés de façon intermédiaire (échange d'eau en surface ou au travers de la digue poreuse) qui offrent les teneurs en oxygène les plus favorables à la biodiversité.

Figure 2: Enregistrement en continu des concentrations en O<sub>2</sub> dissous, au centre des casiers en surface (tracés en bleu) et au fond (tracés en rouge)

### Biodiversité

Trois types de fonctionnements écologiques (au sens de Amoros et al. 1982) peuvent être décrits (Figure 3) grâce à l'étude des traits bio-écologiques des macroinvertébrés benthiques et du phytoplancton et à l'étude d'indicateurs directement liés aux processus écologiques, tels que le métabolisme des casiers, la production primaire ou encore la qualité de la matière organique disponible et les activités bactériennes des sédiments.

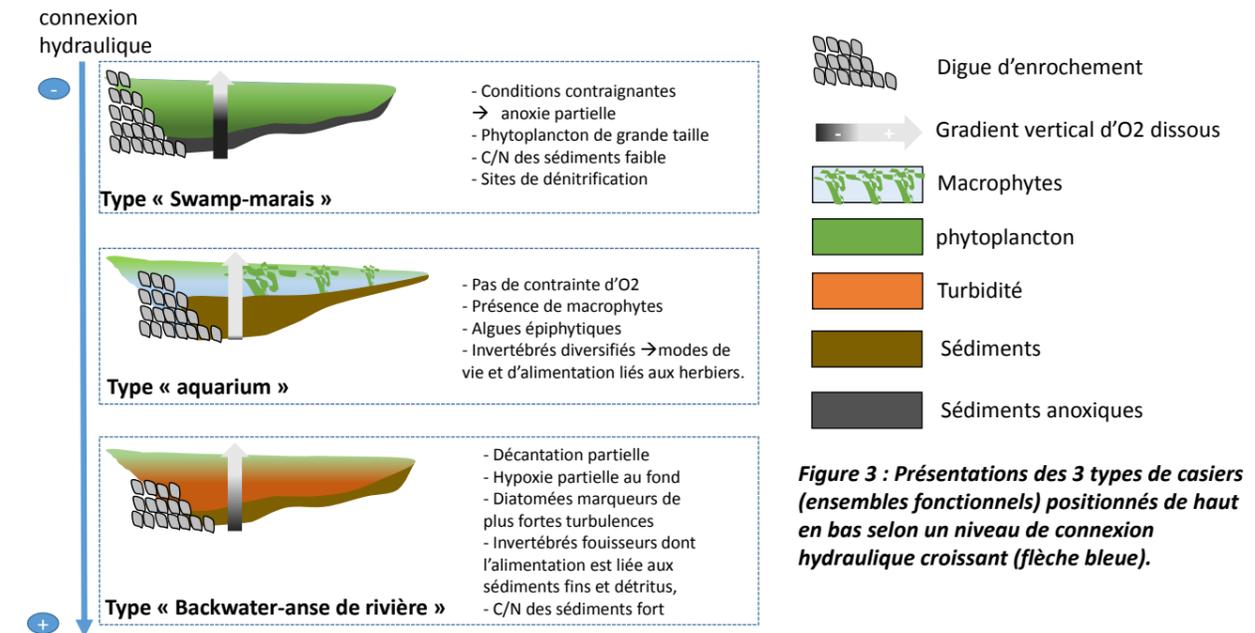


Figure 3 : Présentations des 3 types de casiers (ensembles fonctionnels) positionnés de haut en bas selon un niveau de connexion hydraulique croissant (flèche bleue).

Les casiers Girardon du Rhône contribuent à la biodiversité de l'hydrosystème dans son ensemble. Ils présentent des richesses taxonomiques variables ; les casiers de types « marais » sont caractérisés par une espèce supra dominante, alors que les autres présentent entre 13 et 38 espèces phytoplanctoniques et entre 11 et 39 espèces d'invertébrés benthiques (valeurs enregistrées au cours de l'été).

Les compartiments phytoplanctonique ou zoobenthique présentent des contenus spécifiques ou taxonomiques variables d'un casier à l'autre. L'hétérogénéité inter-casiers est donc écologiquement essentielle, elle contribue à la diversité à l'échelle du secteur. Ces assemblages floristiques et faunistiques variés ne sont pas redondants en termes fonctionnels.

### Zones d'alimentation pour les poissons

Les casiers Girardon jouent un rôle important dans le fonctionnement du fleuve pris dans son ensemble. Ainsi, les casiers présentant des densités d'invertébrés benthiques fortes (particulièrement dans le type « Aquarium » jusqu'à 10 ou 15 000 ind/m<sup>2</sup>) peuvent constituer un stock de biomasse et représenter un site d'alimentation pour les poissons. Ces densités d'invertébrés benthiques sont comparables à celles enregistrées dans des annexes naturelles, telle que la îlon Pilet à Fourques. Ces marges artificielles peuvent donc constituer des éléments « clé » dans le réseau trophique fluvial.

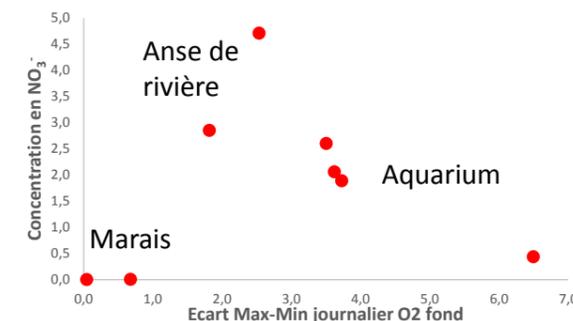


Figure 4 : Relation entre production primaire et concentration en nitrates

### Autoépuration et puit de carbone

Par leur production primaire autochtone, les casiers Girardon contribueraient donc, comme de nombreuses zones humides, à l'autoépuration des eaux en transformant une partie des nutriments en biomasse tout en fixant du CO<sub>2</sub> par photosynthèse (Figure 4). Certains casiers participent aussi à l'abattement des flux de nitrate lorsque leurs sédiments anoxiques basculent en dénitrification et induisent une disparition de l'azote du système. Ces marges artificielles présentent donc des processus assez similaires aux annexes fluviales naturelles et peuvent compenser la perte de certaines fonctions engendrée par la disparition de certaines des annexes fluviales naturelles.