

ÉTUDE DE DÉFINITION DES ENJEUX DE CONSERVATION DES POISSONS LIÉS À L'ÉLABORATION DU DOCOB NATURA 2000 DU SIC FR 9301592 "CAMARGUE"



Étude de définition des enjeux de conservation des poissons liés à l'élaboration du DOCOB NATURA 2000 du SIC FR 9301592 « Camargue »



ABDALLAH Yann
DELHOM Jonathan

Juillet 2008



Résumé

La Camargue, telle qu'elle nous apparaît aujourd'hui, est le résultat de facteurs physiques et géologiques particuliers, mais aussi d'une pression anthropique qui s'exerce sur le milieu depuis plusieurs siècles. Ainsi la Camargue s'est retrouvée isolée des milieux fluviaux et marins adjacents. Et les échanges hydriques et biologiques dépendent désormais d'un grau aménagé pour la mer et de stations de pompage pour le Grand et Petit Rhône.

Cette gestion anthropo-dépendante a induit des bouleversements tant au niveau hydro-morphodynamique que physico-chimique des différentes masses d'eau du delta, et ce en fonction des degrés de pression exercés par les usages (riziculture, chasse, tourisme...). Ces bouleversements ont ainsi profondément modifié les structures populationnelles de l'ichtyofaune de Camargue.

Les différents inventaires scientifiques ont permis d'identifier 6 espèces d'intérêt communautaire figurant en Annexe II de la Directive « Habitats » et 9 espèces d'intérêt patrimonial (d'importance locale, régionale ou nationale). Toutefois, après analyse des données bibliographiques (132 documents) issues de ces inventaires, trois espèces communautaires se sont avérées soit absentes des inventaires, soit citées très anciennement (avant 1975) : la Lamproie fluviatile (*Lampetra fluviatilis*), le Toxostome (*Chondrostoma toxostoma*) et le Blageon (*Leuciscus souffia*). Dans un souci de pertinence dans la définition des axes prioritaires d'actions, ces trois espèces ont été traitées avec une moindre importance. En outre, 2 espèces patrimoniales présentent un intérêt fort : l'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*) et l'Hippocampe à museau court (*Hippocampus hippocampus*).

L'Alose feinte du Rhône (*Alosa fallax rhodanensis*) et la Lamproie marine (*Petromyzon marinus*) colonisent le delta camarguais via un passage forcé par les stations de pompage liées à l'irrigation des terres rizicoles lors de la dévalaison des juvéniles vers la mer. L'enjeu de conservation de ces espèces sur le site Natura2000 « Camargue » est donc modéré et réside essentiellement dans le retour optimal en mer par une gestion adaptée des ouvertures des vannes au grau de la Fourcade. Toutefois, on notera l'importance d'acquérir des connaissances sur le rôle de certains habitats communautaires (H1130 et H1160 notamment) dans la dynamique de population de ces deux espèces.

La Bouvière (*Rhodeus amarus*) est caractérisée par une population pérenne strictement inféodée au réseau de canaux de drainage et d'irrigation. Si les différents suivis scientifiques menés à long terme permettent de confirmer le maintien de cette espèce, il faut néanmoins souligner les menaces qui pèsent sur elle : dégradation de ses habitats (mauvaise gestion des canaux, pollutions agricoles), expansion des espèces invasives et raréfaction des apports dulçaquicoles.

D'un point de vue plus général ressort l'importance d'intégrer la problématique piscicole au cœur des préoccupations de gestion des habitats et de leurs usages. Parallèlement, il faut relever un manque crucial de connaissances sur la biologie et l'écologie des espèces piscicoles communautaires. Or, un tel manque limite la pertinence du diagnostic et peut nuire à la conservation d'une espèce. Dans ce contexte, un programme d'études doit être mis en place pour combler les lacunes et s'assurer de la pérennité des espèces sur le site Natura2000 « Camargue ».

Tables des matières

Résumé.....	
Introduction.....	1
1 Travail bibliographique.....	2
2 Le site Natura2000 « Camargue » SIC FR 9301592.....	4
2.1 Historique	4
2.2 Les habitats communautaires et patrimoniaux	8
2.3 Les espèces piscicoles d'intérêt communautaire	12
2.3.1 <i>Alose feinte du Rhône - Alosa fallax rhodanensis</i>.....	12
2.3.2 <i>Lamproie marine - Petromyzon marinus</i>.....	15
2.3.3 <i>Lamproie fluviatile - Lampetra fluviatilis (Linnaeus 1758)</i>.....	18
2.3.4 <i>Bouvière - Rhodeus sericeus amarus (Bloch 1752)</i>.....	21
2.3.5 <i>Toxostome - Chondrostoma toxostoma (Vallot 1836)</i>.....	23
2.3.6 <i>Blageon - Leuciscus souffia (Risso, 1826)</i>.....	25
3 Les enjeux écologiques.....	27
3.1 Les enjeux par espèce.....	27
3.1.1 <i>Alosa fallax rhodanensis</i>.....	27
3.1.2 <i>Petromyzon marinus</i>.....	30
3.1.3 <i>Lampetra fluviatilis</i> :	31
3.1.4 <i>Rhodeus sericeus amarus</i>.....	31
3.1.5 <i>Chondrostoma toxostoma</i>.....	33
3.1.6 <i>Leuciscus souffia</i>.....	33
3.2 Hiérarchisation des enjeux.....	34
4 Les objectifs de conservation	35
4.1 Intégration de la problématique piscicole dans les politiques de gestion	35
4.2 Acquisition de connaissances en biologie et écologie.....	36
4.3 Agir sur les certitudes	37
4.4 Hiérarchisation des objectifs de conservation	37

5 Programme d'actions	37
5.1 <i>Alosa fallax rhodanensis</i>.....	37
5.2 <i>Petromyzon marinus</i>.....	39
5.3 <i>Rhodeus amarus sericeus</i>	40
5.4 Synthèse des actions préconisées	41
Conclusions.....	43
Bibliographie.....	44
Tables des figures et des tableaux.....	57
Annexes.....	58

Introduction

La Camargue bénéficie au titre des directives « Oiseaux » et « Habitats faune flore » d'une place privilégiée en matière de patrimoine biologique. En particulier, le delta du Rhône est reconnu au niveau local, national et international pour son rôle de grand corridor écologique situé à l'interface des continents africains et européens, notamment au bénéfice de la migration des oiseaux (Collectif, 2002).

Ainsi, dès 1996, le delta de Camargue a été identifié comme site éligible au réseau Natura 2000 (site PR96) puis proposé à l'Europe en 1998 sous l'appellation « Delta de Camargue » (pSIC FR9301592) (Vianet, 2006). Après annulation, reconsultation et extension, le site « Camargue » (SIC FR9301592) fait l'objet de l'élaboration du document d'objectifs (DOCOB) par son opérateur le Parc Naturel Régional de Camargue (PNRC).

En tant que document directeur de l'ensemble des paramètres d'un site Natura 2000, le DOCOB comprend notamment une analyse décrivant l'état initial de conservation et la localisation des habitats naturels et des espèces qui ont justifié la désignation du site. Il comprend par ailleurs les mesures réglementaires de protection qui y sont le cas échéant applicables, les activités humaines exercées sur le site, notamment les pratiques agricoles et forestières, ainsi que les objectifs de développement durable du site destinés à assurer la conservation. Enfin, s'il y a lieu, le DOCOB définit la restauration des habitats naturels et des espèces ainsi que la sauvegarde des activités économiques, sociales et culturelles qui s'exercent sur le site, et propose des mesures de toute nature permettant d'atteindre ces objectifs.

Ce dossier concerne en particulier la faune piscicole. Sur le site Natura2000 « Camargue », on distingue 6 espèces piscicoles d'intérêt communautaire :

- l'Alose feinte du Rhône (*Alosa fallax rhodanensis*, Roule 1924),
- la Lamproie marine (*Petromyzon marinus*, Linnaeus 1758),
- la Lamproie fluviatile (*Lampetra fluviatilis*, Linnaeus 1758),
- la Bouvière (*Rhodeus sericeus amarus*, Bloch 1752),
- le Toxostome (*Chondrostoma toxostoma*, Vallot 1836),
- le Blageon (*Leuciscus souffia*, Risso 1826).

Le travail bibliographique réalisé à partir de plus de 130 documents scientifiques et la consultation d'experts ont permis de réaliser ce dossier qui s'articulera de la façon suivante :

- Evaluation des enjeux de conservation par espèce,
- Définition des objectifs de conservation par espèce,
- Proposition d'un programme d'actions.

L'évaluation des enjeux de conservation des espèces fera l'objet d'un croisement entre la valeur patrimoniale des espèces et les menaces qui pèsent sur elles à plusieurs échelles spatiales. L'objectif sera de hiérarchiser les enjeux puis les objectifs de conservation des espèces afin d'assurer la rédaction d'un DOCOB pertinent, efficace et pragmatique pour le patrimoine piscicole.

1 Travail bibliographique

Parce que la conscience est forte d'ignorer plus qu'on ne connaît, et d'avoir négligé ou omis des pans entiers de la connaissance scientifique, tout travail d'étude doit faire appel à la consultation des sources bibliographiques disponibles afin d'assurer la pertinence de la réflexion et des idées avancées.

Pour la présente étude, le travail bibliographique a d'abord été basé sur un entretien avec Alain Jean Crivelli, chercheur à la Fondation Tour du Valat et spécialiste des peuplements ichtyologiques des masses d'eau de transition en Méditerranée occidentale, afin de réaliser un premier état des lieux des sources documentaires.

A partir de cet entretien et de la consultation d'une première partie des documents, une liste thématique de références a pu être établie. Les recherches ont alors été orientées vers les principaux centres documentaires locaux : bibliothèques de la Fondation Tour du Valat, du PNRC, de la Réserve Nationale de Camargue et du Domaine de la Palissade, et centre de documentation de la station biologique d'Endoume. En complément, une recherche Internet a été menée et les documents introuvés ont fait l'objet d'une demande directe auprès des auteurs.

Ce travail a permis d'identifier 132 documents faisant référence aux différentes espèces piscicoles d'intérêt communautaire ou aux habitats à enjeux pour leur conservation en Camargue. Ces 132 documents sont répartis en cinq grands types :

- Ouvrages (10 documents),
- Littérature grise (18 documents),
- Publications scientifiques (76 documents),
- Rapports internes (26 documents),
- Bibliographie annotée (2 documents).

Afin d'établir une première analyse de ce travail bibliographique, nous avons rassemblé les documents selon les thèmes d'étude qu'ils abordent :

- Biologie et écologie des espèces piscicoles (66 documents),
- Inventaire faunistique et/ou floristique (14 documents),
- Habitats (10 documents),
- Pêcheries (6 documents),
- Histoire (5 documents),
- Hydrologie (9 documents),
- Ecotoxicologie des espèces piscicoles (18 documents),
- Gestion (4 documents).

Il est alors intéressant d'observer la répartition des sources documentaires en fonction 1) du type de document et 2) du thème abordé (Figure 1). On constate alors qu'il y a des disparités importantes avec une nette domination du thème « biologie-écologie » et des publications scientifiques. La présence de la Fondation Tour du Valat contribue fortement à ce résultat grâce à un programme de recherche engagé depuis plus de 20 ans en Camargue.

Par ailleurs, on constate qu'il existe peu de documents abordant le thème « gestion » autour de la problématique piscicole. On a ici une première illustration du manque d'intégration de celle-ci dans les politiques locales de gestion.

Enfin, on remarquera la quasi inexistence de bibliographie annotée dans les documents répertoriés (Paris et Quignard, 1971). Il n'y a en effet jamais eu de véritable

travail de synthèse qui regroupe l'ensemble des études menées sur l'ichtyofaune dans le delta camarguais. Avec la présence de plusieurs structures scientifiques et de plusieurs gestionnaires sur le même territoire et abordant parfois les mêmes thématiques, un tel travail permettrait pourtant d'établir un état des lieux des connaissances acquises.

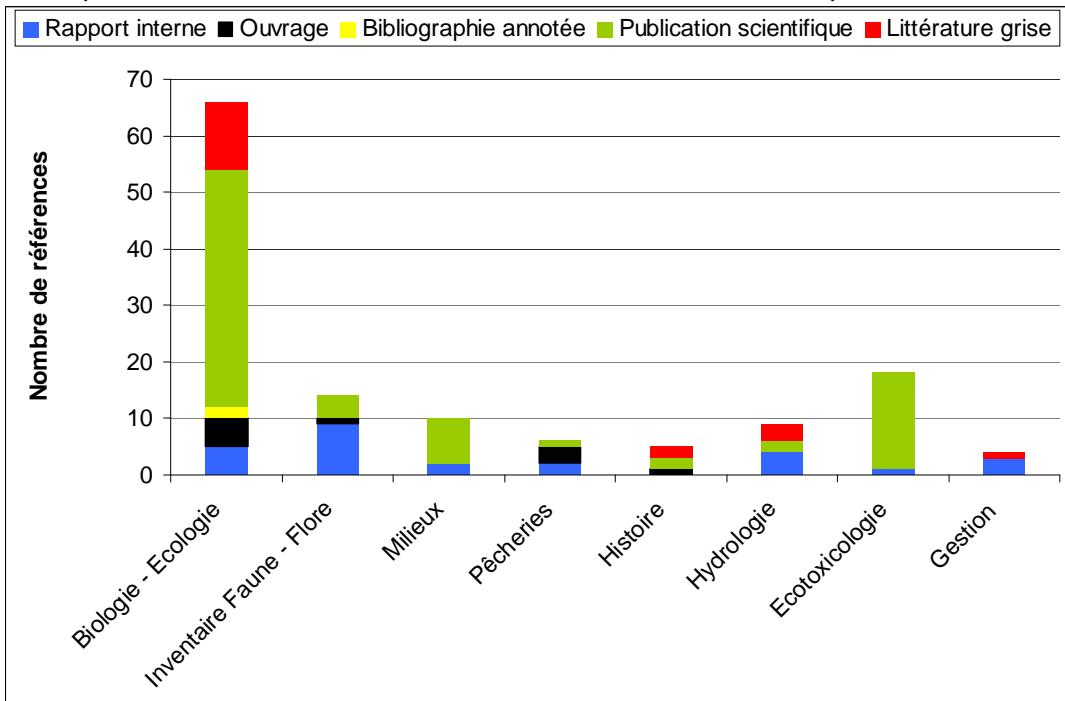


Figure 1 : Répartition des références documentaires en fonction du type de document et du thème abordé

Il est également intéressant d'observer l'évolution historique de parution des documents car cela permet d'identifier une éventuelle vétusté des données disponibles. Or, nous verrons ultérieurement que la Camargue est caractérisée par des bouleversements fonctionnels qui se sont enchaînés au cours du siècle dernier, provoquant de fortes variations de la structure du compartiment piscicole. Ainsi, les données issues de documents anciens doivent être replacées dans leur contexte historique et ne peuvent généralement pas contribuer à l'évaluation des enjeux actuels de conservation des espèces.

Concernant les 132 documents référencés, on constate une augmentation continue du nombre de parutions au cours du temps (Figure 2). Ainsi, 60% des références sont parues durant les quinze dernières années, on dispose donc d'une quantité importante d'informations récoltée dans un contexte local actuel.

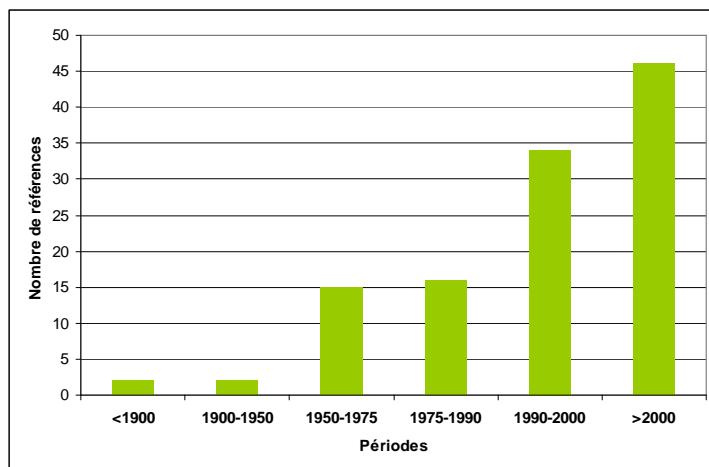


Figure 2 : Evolution du nombre de références parues au fil du temps

Enfin, on peut observer le nombre de documents où sont citées les différentes espèces piscicoles qui nous intéressent (Figure 3). On constate alors la rareté de l'information pour certaines espèces d'intérêt communauataire comme la Lamproie fluviale (LPF) ou le Toxostome (TOX). A l'opposé, les documents traitant, de près ou de loin, de l'Alose feinte du Rhône (ALF) sont nombreux. De tels écarts peuvent traduire une variabilité de l'abondance de l'espèce dans les études réalisées ou une rareté des investigations ciblant précisément l'espèce. Seule une analyse approfondie des documents permettra de conclure sur ces écarts. Toutefois, on notera qu'un tiers (34.8%) des documents traitent des espèces dites patrimoniales (Esp. Patr.) et un quart des espèces dites invasives (Esp. Inv.).

Concernant les espèces patrimoniales, il existe une quantité importante de documents traitant spécifiquement de l'Anguille européenne. Sa place dans l'économie locale (pêcherie professionnelle) et l'enjeu majeur de conservation qu'elle représente désormais à l'échelle européenne explique l'intérêt porté à son égard par la documentation scientifique.

La représentativité croissante des espèces invasives en termes de diversité spécifique et d'abondance sur le territoire deltaïque expliquerait le nombre important de documents où elles sont citées (33 documents).

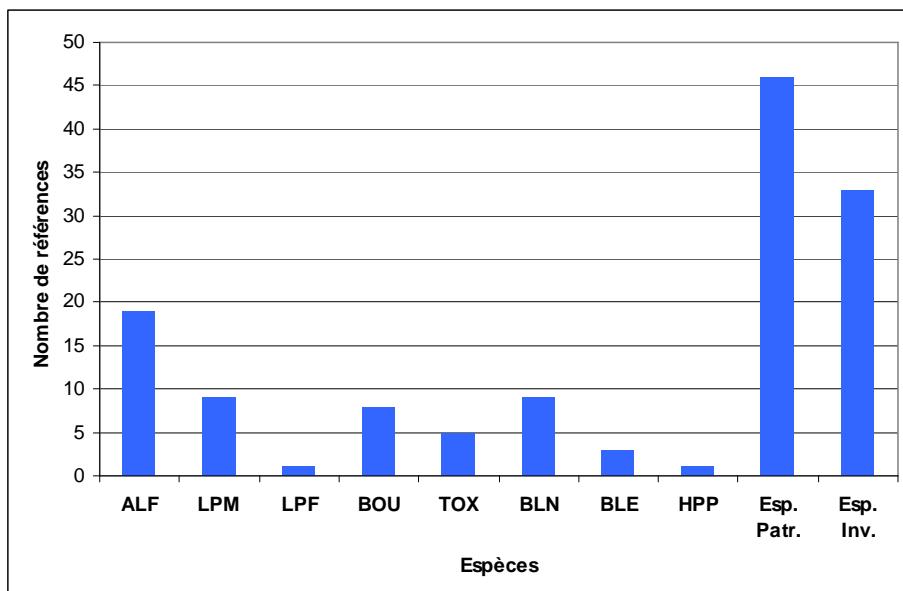


Figure 3 : Nombre de références documentaires par espèce ou groupe d'espèces

ALF = Alose feinte du Rhône ; LPM = Lamproie marine ; LPF = Lamproie fluviale ; BOU = Bouvière ; TOX = Toxostome ; BLN = Blageon ; BLE = Blennie fluviale ; HPP = Hippocampe à museau court ; Esp. Patr. = Espèces patrimoniales ; Esp. Inv. = Espèces invasives.

2 Le site Natura2000 « Camargue » SIC FR 9301592

2.1 Historique

La Camargue, triangle deltaïque, est la résultante d'évolutions physiques et géologiques mais aussi d'une transformation d'origine anthropique exercée depuis plusieurs siècles. Ce triangle de 78 000 ha est confiné entre les deux bras du Rhône à l'est et à l'ouest et la mer au sud. On peut définir trois ensembles géomorphologiques en Camargue (Pellegrin, 2007) :

- la Haute-Camargue (Figure 4) : s'étend de la confluent des deux Rhône au nord de l'étang du Vaccarès. C'est un ensemble fluvio-lacustre formé grâce aux apports telluriques du fleuve. Il accueille une partie majeure de l'activité agricole et son réseau de canaux de drainage et d'irrigation,
- la Moyenne-Camargue : constituée essentiellement par l'étang du Vaccarès,
- la Basse-Camargue : formation deltaïque composée des étangs inférieurs salés (Impériaux, Lion, Dame...) et de milieux émergés de type sansouïres. Cette formation a comme origine la charge sédimentaire fluvio-marine et la formation d'un cordon littoral soudé au continent et isolant le système lagunaire (Heurteaux, 1975).

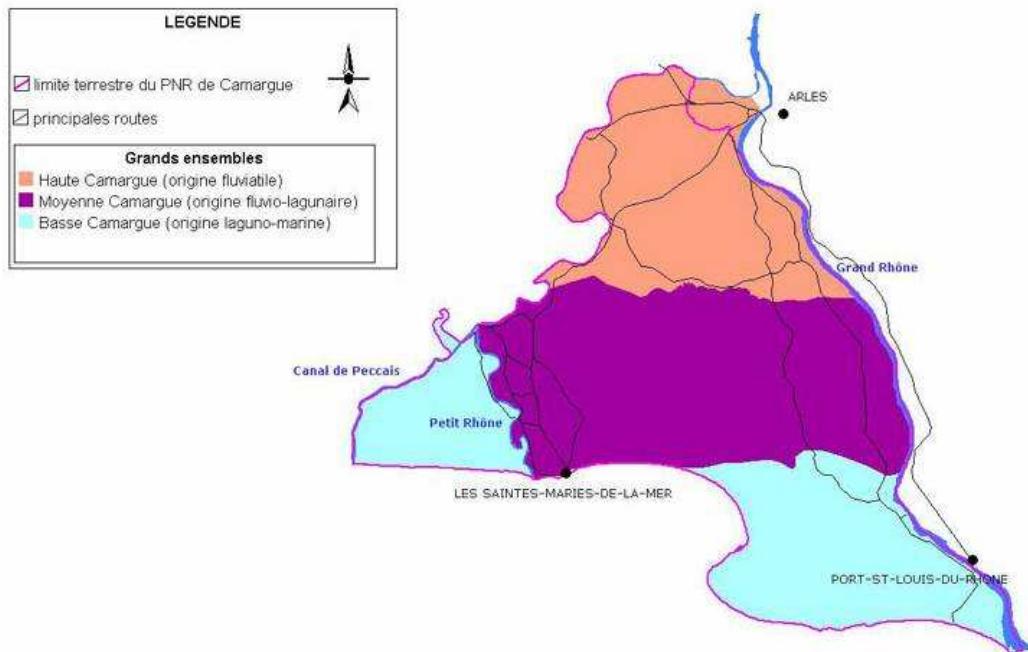


Figure 4 : Les grands ensembles biogéographiques sur le territoire du Parc Naturel Régional de Camargue (Source PNR Camargue)

Ainsi la Camargue est caractérisée par un gradient de salinité croissant du nord vers le sud. Toutefois, les évolutions des aménagements hydrauliques ont complexifié le fonctionnement hydrologique de l'ensemble des milieux deltaïques et ce sous la dépendance étroite des pressions d'usages anthropiques.

Les premiers aménagements remontent au Moyen-Âge avec l'édification de digues pour se protéger des crues du Rhône et faciliter l'installation d'une activité agricole (Picon, 1988). La déconnexion complète avec le Rhône s'achève en 1869 alors qu'au sud, des associations de propriétaires terriens engagent la construction de la digue à la mer, en 1857, afin de limiter les incursions marines et donc la salinisation de terres. En parallèle ils entament un drainage des lagunes pour gagner encore de l'espace cultivable (Begot, 1976).

Mais le résultat escompté s'inverse et engendre une stérilisation des terres du delta avec la présence sous-jacente de la nappe salée et le manque d'apports alluvionnaires et d'eau douce lié autrefois aux crues rhodaniennes.

Paradoxalement, les investisseurs vont alors se tourner vers un apport forcé d'eau douce grâce à l'utilisation de pompes à vapeur. Un réseau d'irrigation complexe va ainsi voir le jour, accompagné de nombreux équipements de contrôle de la circulation de l'eau (martellières, clapets mobiles, vannes, pompes fixes...), autant d'obstacles à la libre

circulation piscicole (CEDE, 2007). Ce développement de l'irrigation intervient dans un contexte où le vignoble français, touché par la crise du Phylloxéra, trouve refuge en Camargue. En effet, le seul remède aux ravages de ce puceron parasite est la submersion pendant 50 jours des terres viticoles et la plantation des céps en terrain sableux (Chauvelon et Mathevet, 2002). On dénombre alors 27 stations de pompages en 1939 (Chauvelon, 1996). Cette expansion du vignoble camarguais (jusqu'à 3600 ha) caractérise l'industrialisation de l'agriculture dans le delta, avec de grandes propriétés qui prendront fortement part dans la gestion du delta (Allard *et al.*, 2001). Cette expansion va indirectement engendrer un abaissement marqué de la salinité du Vaccarès et, combiné à des précipitations hivernales importantes, provoquer l'inondation des marais situés au nord du delta jusqu'à dégrader la qualité des terres cultivées (Aguesse et Marzanof, 1965 et 1966). Des voix commencent alors à s'élever contre cette gestion hydraulique.

Parallèlement, un nouveau lobbying émerge au sud du delta, sur une demande de l'industrie chimique alors en plein essor : la production salinière. Ainsi la Compagnie « Alais-Froges-Camargue » établit un marais salant sur 30 000 hectares nécessitant une introduction massive d'eau de mer par pompage de mars à septembre (Heurteaux, 1962).

On assiste alors à des conflits d'usages avec une confrontation entre les propriétaires agricoles et les industriels saliniers (Allard *et al.*, 2002). En effet, le Vaccarès et les étangs inférieurs, propriétés des saliniers, doivent être utilisés comme surface de concentration du sel. Or, ces masses d'eau sont également l'exutoire du drainage des terres viticoles (Chauvelon et Mathevet, 2002). La gestion n'est donc pas compatible. Après 20 ans de conflits, le tribunal condamne dans un premier temps les agriculteurs et le déversement des eaux de drainage au Vaccarès est alors stoppé. En parallèle, le Vaccarès, zone saumâtre à forte productivité biologique, est finalement confié à la Société Nationale d'Acclimatation de France (aujourd'hui devenue la Société Nationale de Protection de la Nature) qui crée alors une réserve zoologique et botanique (Picon, 1988). A partir de 1927, les gestionnaires et protecteurs de la nature viennent donc s'ajouter au fonctionnement complexe de la Camargue.

A cet équilibre précaire entre les agriculteurs et les industriels saliniers va succéder au lendemain de la seconde guerre mondiale un nouveau conflit avec l'avènement de la riziculture et la régression de l'activité viticole. La pratique rizicole, très gourmande en eau, va engendrer une augmentation considérable des volumes d'eau pompés au Rhône qui obligeront les riziculteurs à mettre en place un système de repompage des eaux de drainage des terres rizicoles vers le Rhône. Seuls les canaux de Fumemorte et de Roquemaure continuent de s'écouler vers le Vaccarès avec un apport d'eau douce estimé à 100 millions de m³/an (Heurteaux *et al.*, 1992).

Les évacuations gravitaires des eaux vers la mer et l'ensemble des échanges mer/lagune sont assurées par des ouvertures dans la digue à la mer aménagées de vannes de contrôle (Aubert, 1998). A l'origine, quatre pertuis jalonnaient la digue : Comtesse, Gacholle, Rousty et Fourcade. Depuis la moitié des années 1990, seul le pertuis de la Fourcade est opérationnel en permanence (Bardin, 2002).

La dynamique hydrosaline du delta, autrefois soumise aux aléas climatiques, est alors soumise quasi-exclusivement à une gestion anthropique. Toutefois, l'Homme ne maîtrise encore pas tout, et notamment le drainage du système vers la mer lors de conditions héliomarines (vent du sud empêchant l'évacuation des eaux) ou hydroclimatiques (épisodes pluvieux sur le bassin rhodanien) exceptionnelles. C'est ainsi qu'à l'automne 1993 et l'hiver 1994, des inondations provoquent la rupture de digues notamment sur le Petit Rhône et l'arrivée brusque d'un volume de 130 millions de m³ d'eau chargée de limons (CEDE, 2007). Cet évènement rappela à tous les acteurs locaux que la Camargue était avant tout une plaine d'inondation naturelle incontrôlable lors d'évènements exceptionnels.

Ce fait marquant a fait naître chez les acteurs économiques et écologiques la volonté de mettre en place une concertation sur la gestion hydrologique du triangle deltaïque.

Ainsi depuis 1996, une Commission Exécutive De l'Eau (CEDE) a été créée afin de trouver des solutions de gestion consensuelles et compatibles aux volontés divergentes. Sa mission s'effectue sous forme de préconisations de gestion des niveaux hydrosalins, notamment par la manœuvre des vannes du pertuis de la Fourcade.

De ce bref rappel historique apparaît la complexité du fonctionnement de l'hydrosystème Camargue (Figure 5), façonné au fil du temps par une interdépendance de fait entre les divers usages. L'ensemble des modifications de l'hydrosystème a également bouleversé le fonctionnement biologique de l'ichtyofaune. La compréhension de la structure contemporaine des populations de poissons dans le delta passe donc par une analyse historique des aménagements qui ont construit et déconstruit la Camargue. Si cette analyse est valable dans une vision passée, il est important de souligner que la définition des orientations de gestion des espèces piscicoles à venir dans le site Natura2000 Camargue sera également fortement dépendante des orientations de gestion hydrosaline de ce même site (Figure 5).

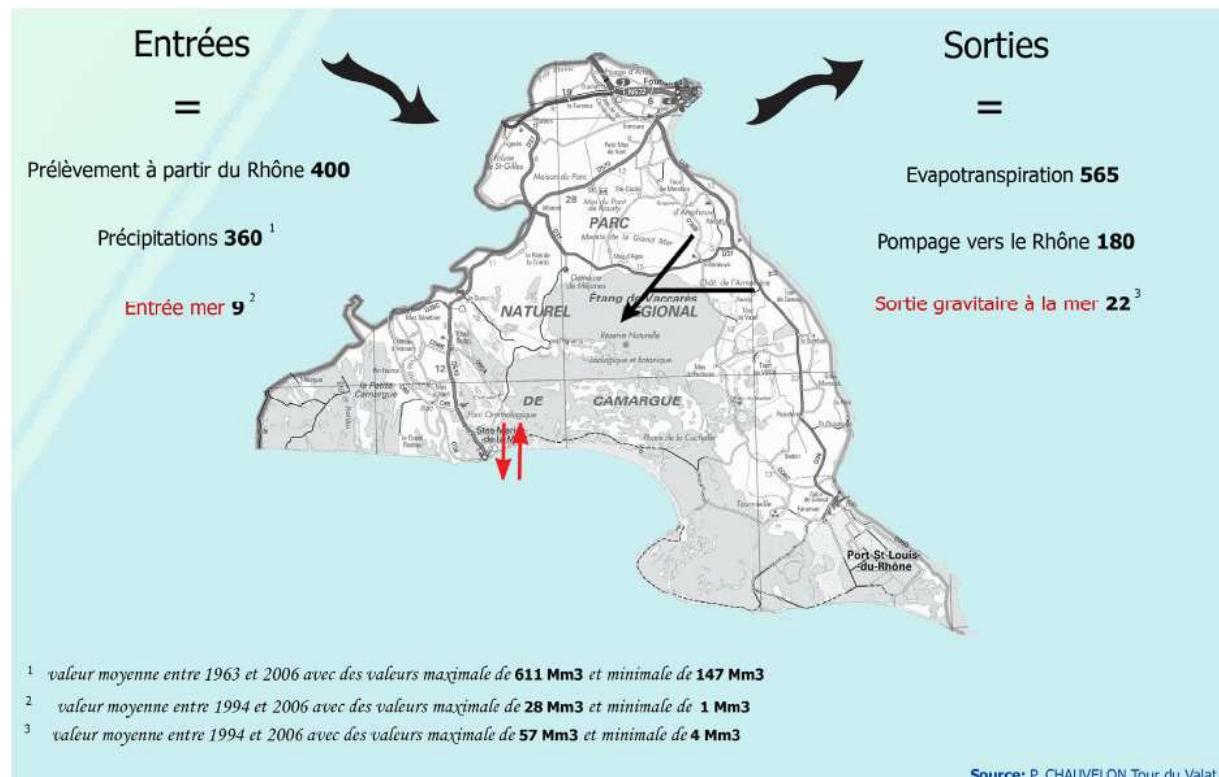


Figure 5 : Estimation des entrées et sorties d'eau pour l'île de Camargue (hors salins) en millions de m³.
(Source : Chauvelon *in* Pellegrin, 2007).

2.2 Les habitats communautaires et patrimoniaux

Sur le site Natura2000 « Camargue » SIC FR9301592, on recense cinq habitats d'intérêt communautaire et intervenant de manière directe dans tout ou partie du cycle biologique des espèces piscicoles concernées dans cette étude.

Les lagunes côtières. Habitat communautaire n°1150- 2 (Figure 6) :

« Habitat présent au niveau des étangs littoraux salés, mais aussi dans certaines zones marines estuariennes, où l'eau est irrégulièrement dessalée et la température variable. Ces fluctuations se produisent dans des intervalles de temps allant de la journée à l'année. L'évolution de ces paramètres se poursuit également à plus long terme.

Les organismes vivant dans cet habitat sont donc soumis à de fortes variations de salinité et de température d'où la présence d'espèces euryhalines et eurythermes.

Le sédiment est généralement de type vaseux ou sablo-vaseux. »

(Extrait de la Fiche Habitat Natura2000 n°1150-2)

L'habitat « lagunes côtières » est classé en tant qu'habitat prioritaire dans le réseau Natura 2000, cela signifie qu'il représente un enjeu de conservation majeur lié au danger de disparition sur le territoire européen des Etats membres. De ce fait, sa conservation par l'Union européenne prend une importance particulière.

Sur le territoire « Camargue », la surface couverte par l'habitat 1150-2 représente une superficie d'environ 20% (soit environ 110 km²). Il est donc considéré comme « site très important pour cet habitat » par le réseau Natura2000.

Il est constitué de l'étang du Vaccarès et des étangs inférieurs de Camargue (Impérial, Malagroy, Fournelet, Lion...) qui s'étendent à l'Est jusqu'au Domaine de La Palissade, propriété du Conservatoire du Littoral et zone d'interactions directes avec l'estuaire du Grand Rhône (étang de la Grande Palun).



Figure 6 : Habitat communautaire 1150-2 « Lagunes méditerranéennes ». PNRC / Alain Lagrave ©

Estuaires. Habitat communautaire n°1130 (Figure 7) :

« Cet habitat s'étend dans l'étage médiolittoral et la partie supérieure de l'infra-littoral. Les rives sont relativement stables, mais les fonds se modifient avec les violentes crues hivernales. Les sédiments sont formés de sables fins, sables vaseux et vases suivant le tracé du lit du fleuve.

La salinité de surface est faible (0,03 à 2,5 PSU pour le Rhône), celle de la couche profonde, c'est-à-dire celle en contact avec la faune benthique, beaucoup plus élevée (16 à 21 PSU pour le Rhône). On observe un coin salé marin s'enfonçant sous les eaux douces du fleuve. Les marées sont faibles et n'entraînent que de petites modifications dans la chlorinité de l'eau.

Les vents ont une influence plus nette sur la position du coin salé. »
(Extrait de la Fiche Habitat Natura2000 n°1130-2. Annexe 2)

Situé dans le domaine maritime, l'habitat « estuaires » est uniquement représenté sur l'arc méditerranéen par le site « Camargue » et les estuaires du Grand et Petit Rhône, qui encadrent le triangle deltaïque respectivement à l'est et à l'ouest. S'il n'est pas classé comme habitat prioritaire, il constitue néanmoins un creuset biologique unique sur le bassin Rhône-Méditerranée et son rôle majeur dans la dynamique de population de plusieurs espèces piscicoles d'intérêt communautaire est incontestable.



Figure 7 : Habitat communautaire 1130 « Estuaires ». PNRC / Alain Lagrave ©

Grandes criques et baies peu profondes. Habitat communautaire n°1160-3 (Figure 8)

« Habitat situé dans les criques protégées, en milieu calme, où peut s'effectuer une sédimentation fine donnant un sédiment sablo vaseux parfois mêlé d'une faible proportion de graviers. Sa profondeur n'excède pas 3 m ; elle est souvent limitée au 1^{er} mètre. »

(Extrait de la Fiche Habitat Natura2000 n°1160-3. Annexe 3)

En Camargue, l'habitat n°1160-3 est représenté par le Golfe de Beauduc, situé dans la zone maritime du site. Il couvre 3% de la surface totale du site et constitue un site très important pour ce type d'habitat. Les connaissances scientifiques sont limitées sur ce type de milieu. Toutefois, la forte productivité phytoplanctonique et microphytobenthique (Bellan-Santini *et al.*, 1994) créée une zone de nourricerie très intéressante pour l'ensemble des jeunes stades de l'ichtyofaune.

En lien avec cette capacité productrice, cet habitat subit de fortes pressions anthropiques, notamment par la pêche professionnelle (surchalutage) mais aussi plus récemment par l'explosion d'activités touristiques ou de loisir (windsurf, kitesurf) (Heloïn, 2005 ; Collectif, 2003).

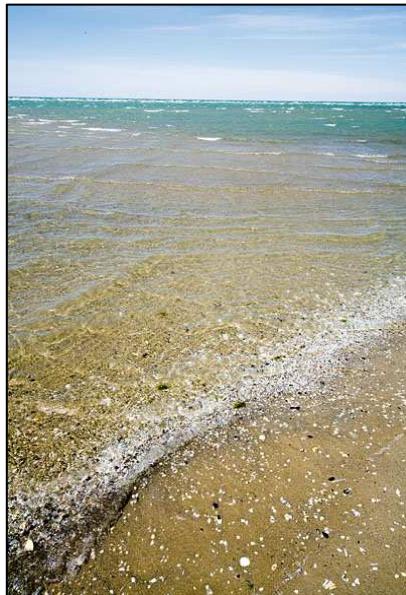


Figure 8 : Habitat communautaire 1160-3 « Sables vaseux de mode calme ». PNRC / Alain Lagrave ©

Rivières, canaux et fossés eutrophes des marais naturels. Habitat communautaire n°3150-4 (Figure 9)

« L'habitat est développé dans deux types de milieux le plus souvent fortement anthropisés :

- les canaux et rivières lentes planitaires à submontagnards eutrophes, auxquels il faut rajouter les bras morts plus ou moins déconnectés des grands fleuves ;

- les fossés de marais eutrophes, parfois littoraux. L'habitat correspond à des eaux eutrophes à hypertrophes, à pH neutre à basique, avec une grande richesse variable en orthophosphates.

Assez souvent, ces milieux peuvent être très légèrement saumâtres. Les variations de température, notamment dans les canaux et fossés peuvent être importantes, avec une forte augmentation au sein des herbiers, notamment dans la couche des lentilles d'eau. » (Extrait de la Fiche Habitat Natura2000 n°3150-4. Annexe 4)

Sur le site Natura2000 « Camargue », l'habitat est représenté par un réseau complexe de canaux de drainage et d'irrigation conçus pour la riziculture. Ce réseau est connecté aux deux bras du Rhône de manière artificielle, par des stations de pompage et de relevage. Toutefois, deux canaux s'écoulent gravitairement jusqu'à la lagune du Vaccarès avec qui ils communiquent librement (Chauvelon, 1998). C'est donc un vaste habitat d'échanges artificialisés entre le delta, le fleuve et indirectement la mer. Il assure donc une fonction de corridor, essentielle pour plusieurs espèces d'intérêt communautaire.

Cet habitat subit une intervention lourde de l'homme et sa gestion est étroitement liée aux activités agricoles (curage, assèchement, manipulation des martellières...). De plus, il accueille plusieurs espèces allochtones proliférantes (ragondins, écrevisses) qui mettent à mal son fonctionnement (Costa, 2005).



Figure 9 : Habitat communautaire 3150-4 « Rivières, canaux et fossés eutrophes des marais naturels ».
PNRC / Alain Lagrave ©

Mares temporaires et permanents doux (Figure 10)

Les mares temporaires sont des dépressions de faible profondeur dont l'alimentation hydrique est très irrégulière au cours d'un cycle annuel. Cette alimentation peut être liée aux précipitations, aux apports provenant du réseau de canaux annexes et éventuellement aux remontées des eaux souterraines.

On distingue une grande variété de marais temporaires dont les caractéristiques hydrologiques et biologiques dépendent du substrat, de la géomorphologie mais aussi en Camargue de la gestion anthropique de ces habitats (Poizat *et al.*, 1997 ; Aguesse *et al.*, 1960).



Figure 10 : Mares temporaires et permanents doux. PNRC / Alain Lagrave ©

2.3 Les espèces piscicoles d'intérêt communautaire

Les fiches « espèces » qui suivent ont pour objectif de synthétiser toutes les informations relatives à la connaissance de la biologie et de l'écologie des espèces piscicoles d'intérêt communautaire rencontrées en Camargue.

2.3.1 *Alose feinte du Rhône - Alosa fallax rhodanensis*

Taxonomie :

Super classe : Poissons

Classe : Osteichthyes

Sous classe : Neopterygians

Super ordre : Teleostei

Ordre : Clupeiformes

Sous ordre : Clupéidés

Famille : Clupéidés

Sous famille : Alosinae

Genre : Alosa



Figure 11 : *Alosa fallax rhodanensis* (Source MRM)

Statuts :

Statut de Protection	
Directive Habitats/Oiseaux	Annexes II et V
Convention de Berne	Annexe III
Protection nationale	Arrêté ministériel du 08/12/1988

Tableau 1 : Statut de protection d'*Alosa fallax rhodanensis* (Source INPN, MNHN)

Statut de Conservation (Livres rouges)	
France	Vulnérable
PACA	Vulnérable

Tableau 2 : Statut de conservation d'*Alosa fallax rhodanensis* (Source INPN, MNHN)

Description de l'espèce :

L'Alose feinte du Rhône est un poisson au corps fusiforme, aplati latéralement. Le dos est vert bleuté à reflets métalliques, les flancs argentés et le ventre blanc. Une tâche noire est présente au-dessus de l'opercule, généralement suivie de 4 à 8 autres plus petites sur les parties supérieures des flancs. L'Alose feinte du Rhône est par ailleurs également caractérisée par un nombre de branchiospines inférieur à 60 et une écaillure régulière le long de la ligne longitudinale (Douchement, 1981).

La taille moyenne adulte est de 30 à 50 cm à l'âge de 6 ou 7 ans.

Biologie de l'espèce :

- Habitat =

L'Alose feinte est un poisson marin, pélagique, qui vit sur le plateau continental et en zone littorale. Elle ne regagne les fleuves que pour se reproduire (Figure 12).

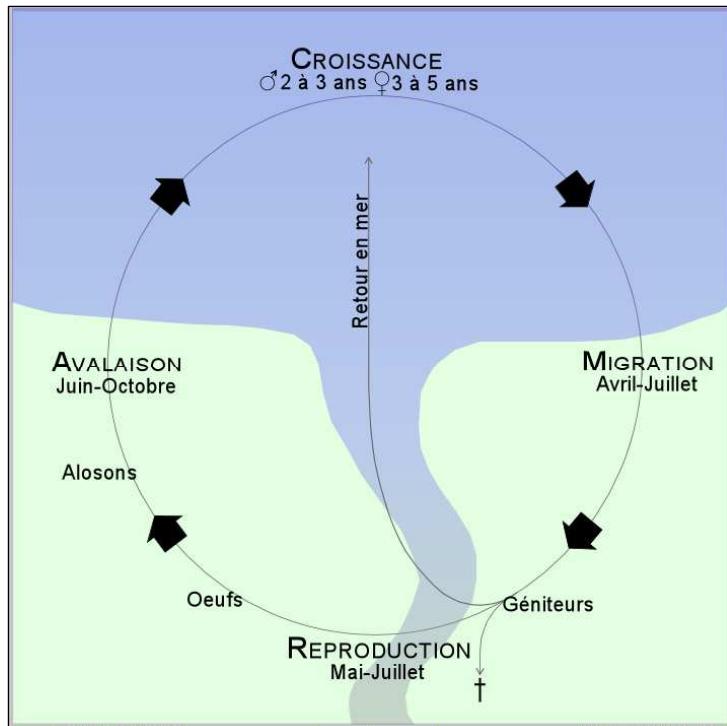


Figure 12 : Cycle biologique d'*Alosa fallax rhodanensis* (Source MRM)

- Alimentation =

Elle se nourrit de petits poissons et crustacés pélagiques ou semi pélagiques et cesse de s'alimenter une fois arrivée dans les eaux continentales (Lecorre *et al.*, 1996). Les alosons, quant à eux, ont un régime très riche et diversifié qui leur permet d'avoir une croissance tout à fait remarquable lors de la dévalaison (de 27 à plus de 90 mm à 4-5 mois).

- Reproduction =

Les aloses feintes du Rhône adultes se rassemblent généralement en mai-juin (Cassou-Leins, 1995) afin de coloniser les eaux continentales pour frayer (espèce amphihaline migratrice anadrome). Cette migration de reproduction est par ailleurs fonction des caractères hydrologiques et physico-chimiques des fleuves puisqu'elle ne peut par exemple s'effectuer qu'à partir de 11°C et s'il n'y a pas de brusque augmentation du débit (Aprahamian, 1982 ; Mennesson-Boisneau et Boisneau, 1990 ; Sabatié, 1993).

La reproduction a lieu la nuit, de mai à juillet (quand la température de l'eau est supérieure à 15°C, Taverny *et al.*, 2000) sur des frayères présentant les caractéristiques suivantes (Cassou-Leins et Cassou-Leins, 1986) :

- Hauteur d'eau de 1 à 1,5 m (Figure 13) avec à l'aval une zone moins profonde (40 à 50 cm),
- Vitesse du courant faible et laminaire dans la zone de ponte mais de l'ordre de 2 m/s dans la zone aval d'incubation,
- Granulométrie caractérisée par des galets de taille moyenne (7 à 8 cm de diamètre), accompagnée de graviers laissant entre eux des espaces où les œufs peuvent venir se placer durant l'incubation

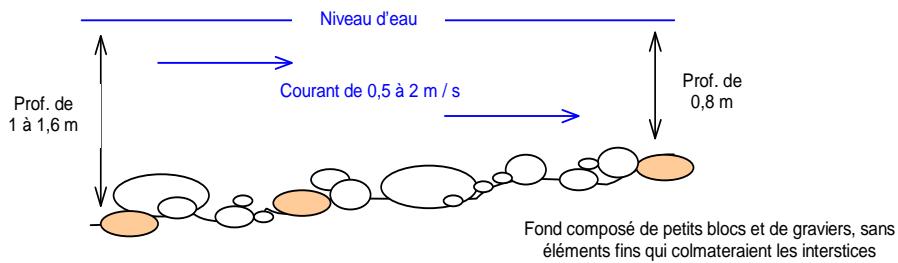


Figure 13 : Typologie d'une frayère à Alose (Barral, 2002).

Lorsque de telles conditions ne sont pas rencontrées, les alooses peuvent tout de même se reproduire sur des frayères de substitution, situées généralement au pied des seuils. L'aval d'un seuil a en effet pour particularité de présenter une élévation du courant qui suffit à la reproduction de l'aloise, bien que de telles conditions ne soient pas de toute évidence optimales pour ce poisson (Boisneau *et al.*, 1990).

Les œufs pondus en grand nombre (90 000 à 300 000 / kg, Cassou-Leins et Panisello, données non publiées) sont de très petite taille (Chiappi, 1933 ; Hoestlandt, 1948), et présentent un temps d'incubation très court (3 à 5 jours). De l'éclosion à la fin de la migration d'avalaison vers la mer (septembre-octobre), il s'est écoulé 2 à 4 mois pendant lesquels les alosons ont connu une croissance importante (Gendre *et al.*, 1997).

Répartition géographique :

Jusqu'au milieu du 20^{ème} siècle, les populations d'alooses remontaient sur le Rhône jusqu'au lac du Bourget, soit sur une distance d'environ 600 km de la mer. On la trouvait aussi sur la Saône, dans la région de Villefranche (Rameye *et al.*, 1976) et sur les affluents, principalement de rive gauche (Ardèche, Cèze et Gardon) (Annexe 1).

Mais dès la sortie de la seconde guerre mondiale, le besoin de reconstruire le pays pousse les autorités à chercher des sources d'énergie abondantes. C'est ainsi que très rapidement la plupart des axes hydrographiques vont être équipés d'ouvrages de production hydroélectrique. Les nombreux barrages construits alors vont constituer autant d'obstacles à la migration de l'Alose (Gallois, 1947) et de toutes les autres espèces migratrices (lampreys, anguilles, esturgeons).

Aujourd'hui, et grâce aux efforts engagés dans le cadre du Plan de Gestion des Poissons Migrateurs (PLAGEPOMI), les alooses atteignent à nouveau l'Ardèche, notamment grâce à l'aménagement des écluses du Rhône aval pour le franchissement piscicole (Lebel *et al.*, 2001). S'il est difficile d'estimer quantitativement le niveau d'abondance du stock de cette espèce, on sait toutefois qu'il ne s'agit pas d'un stock résiduel puisque une exploitation par la pêcherie amateur (engins et à la ligne) se maintient entre 9 et 12 Tonnes par an (Lebel, 1999 ; Abdallah, 2007).

Si des essais d'introduction de la Grande Alose (*Alosa alosa*) ont été réalisés par Hoestlandt (1958) en faisant éclore 500 000 œufs fécondés artificiellement dans l'Ardèche, des investigations génétiques ont permis d'identifier l'existence d'un seul taxon sur le bassin Rhône Méditerranée Corse (LeCorre *et al.*, 2005).

Vulnérable à l'échelle du bassin et au niveau national (Keith *et al.*, 1992), l'Alose peut notamment bénéficier de mesures de protection prises dans le cadre d'un arrêté de biotope (arrêté ministériel du 08/12/88).

Intérêt général de conservation de l'espèce :

Les mesures, relatives à la qualité de l'eau et des milieux, prises pour la conservation de l'Alose et de son habitat sont favorables à la biodiversité des écosystèmes aquatiques des eaux continentales et du littoral marin.

Par ailleurs, il est intéressant d'étudier le comportement migratoire de l'Alose dans la mesure où ses capacités de franchissement sont réduites (Larinier et Travade, 1994). Elle constitue donc un indicateur biologique intéressant de la continuité écologique, afin de restaurer la libre circulation des espèces piscicoles. Or, ce n'est que récemment que l'on a commencé à rouvrir certains axes de migration de l'Alose en France, suite aux progrès significatifs effectués dans la conception des ouvrages de franchissement (Croze et Larinier, 2000).

2.3.2 *Lamproie marine - Petromyzon marinus*

Taxonomie :

Embranchement : Chordata
Sous-embranchement : Agnatha
Classe : Céphalaspidomorphes
Ordre : Petromyzontiforme
Famille : Petromyzontidae
Genre : Petromyzon



Figure 14 : *Petromyzon marinus* (Source : MRM)

Statuts :

Statut de Protection	
Directive Habitats/Oiseaux	Annexe II
Convention de Berne	Annexe III
Convention de Barcelone	Annexe III
Protection nationale	Arrêté ministériel du 08/12/1988

Tableau 3 : Statut de protection de *Petromyzon marinus* (Source INPN, MNHN)

Statut de Conservation (Livres rouges)	
France	Vulnérable
PACA	En Danger

Tableau 4 : Statut de conservation de *Petromyzon marinus* (Source INPN, MNHN)

Description de l'espèce :

D'allure anguilliforme, la Lamproie marine a son corps dépourvu d'écailles et comprimée latéralement vers l'arrière. La respiration se fait à l'aide de 7 orifices branchiaux disposés en ligne à l'arrière de l'œil. Le squelette cartilagineux est dépourvu de côtes, et les mâchoires proprement dites font défaut (la lamproie appartient à la branche des agnathes). La bouche, antérieure, entourée d'une lèvre circulaire délimite un disque buccal, composé de dents labiales cornées et pointues disposées en rangées concentriques, adapté pour la succion.

La Lamproie marine a une couleur jaunâtre, marbré de brun sur le dos et mesure de 60 à 80 cm pour un poids de 700 à 900 g (Le Teuff, 1996).

Biologie de l'espèce :

- Habitat =

La Lamproie marine vit dans les eaux côtières pendant 2 à 4 ans fixée à un poisson marin ou amphihalin, à l'aide de son disque buccal. Elle ne regagne les fleuves que pour se reproduire (Figure 15).

Les larves affectionnent les zones lentes présentant un substrat très fin (sablonneux), où s'enracinent de nombreux herbiers afin de s'y enfouir.

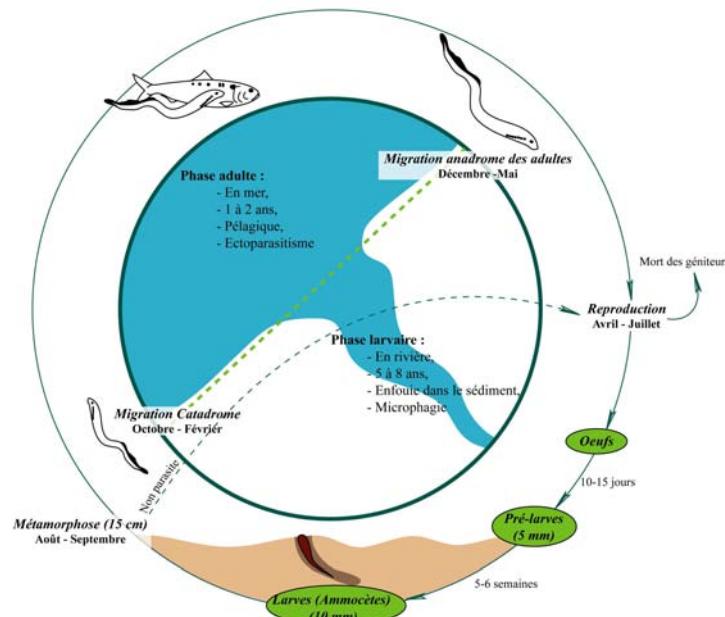


Figure 15 : Cycle biologique de *Petromyzon marinus* (Source MRM)

- Alimentation =

Lors de sa phase larvaire (5 ans) en eau douce, la Lamproie se nourrit de micro-organismes planctoniques filtrés face au courant. Une fois en mer, par contre, la Lamproie marine a un type d'alimentation exclusivement parasitaire effectué par succion sur un autre poisson.

- Reproduction =

Après 3 années de grossissement passées en zone littorale, les adultes effectuent leur migration de reproduction (fin hiver/début printemps) en eau continentale (espèce amphihaline anadrome) afin d'atteindre les frayères, où la ponte a lieu lorsque les températures approchent 15 à 18°C.

La reproduction a lieu d'avril à juin dans le cours inférieur des fleuves. Les lampreys se rassemblent alors en petits groupes sur des zones « profondes » et courantes, où un vaste nid en forme de cuvette est confectionné pour recevoir les œufs (230 000 / kg). Les frayères présentent généralement les caractéristiques suivantes (Figure 16) (Appelgate, 1950 ; Ducasse et Leprince, 1980 ; Hussakov, 1912 ; Lagarrigue et al., 2004 ; Manion et Mac Laine, 1971 ; Morman, 1979 ; Sabatié, 1998 ; White, 1990 ; Wigley, 1959) :

- Hauteur d'eau > 0,40 m,
- Vitesse du courant dépassant 0,40 m/s,
- Substrat à granulométrie grossière de type galets à graviers.

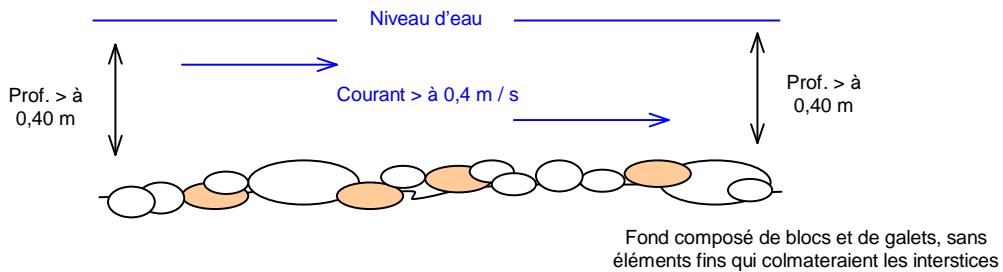


Figure 16 : Typologie d'une frayère à Lamproie marine (Barral, 2002).

Les observations de Le Teuff (1996) montrent que la localisation des zones de fraie semble fortement influencée par la présence d'obstacles (principalement les barrages de moulin). Cette concentration de frayères sous les obstacles est par ailleurs moins liée à un problème de franchissabilité qu'à la présence de certaines caractéristiques physiques : profondeur d'eau assez élevée, vitesses de courant importantes et substrat très grossier.

Les géniteurs meurent après la reproduction et les larves ammocètes de 5 mm éclosent après 10-15 jours. Dépourvues d'yeux et de disque buccal, ces dernières s'enfouissent (4 à 5 ans) dans les sédiments et filtrent les micro-organismes pour se nourrir. Durant le 4ème ou 5ème été, les ammocètes de près de 15 cm se métamorphosent en petites lampreies et dévalent les cours d'eau pour atteindre la mer l'hiver de la même année (octobre-février).

Répartition géographique :

Les données historiques concernant la Lamproie marine sur le bassin méditerranéen abondent beaucoup moins que pour l'Alose. Peu recherchée par les pêcheurs professionnels, peu appréciée de la gastronomie régionale (notamment en comparaison de la Gironde), cette espèce est restée discrète dans l'histoire halieutique et piscicole de l'arc méditerranéen. Au 19^{ème} siècle, la Lamproie marine semble très commune sur le bassin rhodanien, et notamment dans la partie estuarienne (Bouchon-Brandely, 1876).

On admet une limite historique de répartition similaire avec l'Alose feinte du Rhône (Moreau, 1880). Mais d'après Quignard et Doucement (1991), elle a disparu de la Saône dès les années 1930. Durant cette même période, Kreitmann (1932) localisait trois zones de reproduction actives près de Vienne (Isère), à l'embouchure du Gardon et près de Tarascon. Avec l'édification des grands barrages sur le Rhône, les populations sont alors confinées sur la partie basse du bassin.

Quelques communications orales permettent de dater la présence des lampreies sur quelques affluents du Rhône jusqu'au début des années 1960 : sur l'Ardèche, jusqu'à hauteur de Salavas, sur la Cèze, à l'aval des cascades du Sautadet ou encore sur le Gardon, jusqu'au niveau de Montfrin.

Les populations s'écroulent et les données de captures sont dès lors anecdotiques. Le Suivi National de la Pêche aux Engins initié en 1988 par l'ancien Conseil Supérieur de la Pêche (actuellement Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques) a permis d'obtenir quelques données qualitatives (CSP, 1998 a et 1998b). Les déclarations annuelles s'élèvent en moyenne à une dizaine d'individus, capturés en totalité par les pêcheurs au carrelet à l'aval de l'usine-écluse de Beaucaire-Vallabregues.

En 2001, la découverte d'une frayère active sur le Gardon a motivé la recherche d'autres frayères, mais aucun indice de présence n'a été relevé (Pantarotto, 2002). En 2002,

la frayère n'était plus active. Depuis, les observations se résument à quelques captures accidentelles par des pêcheurs professionnels pratiquant notamment dans les lagunes languedociennes. En 2007, deux lamproies adultes ont également été observées sur l'Aude et sur l'Hérault. Depuis 2 ans, l'Association Migrateurs Rhône Méditerranée mène une étude approfondie sur le Vieux Rhône de Beaucaire et sur le bas Gardon afin d'identifier une population résiduelle. Après 2 campagnes de pêche, aucune lamproie n'a été capturée et aucune frayère active n'a pu être recensée (Denoeux *et al.*, 2008).

On signale enfin la présence de *Petromyzon marinus* sur certains fleuves côtiers méditerranéens comme sur l'Aude (Delhom *et al.*, 2008) et l'Hérault (MRM, données non publiées).

Par ailleurs, outre les menaces que représentent les barrages, notamment pour les adultes et les sub-adultes, l'altération du sédiment ou de l'eau interstitielle (toxique, métaux lourds...) s'avère très préjudiciable pour les larves ammocètes qui restent enfouies pendant plusieurs années dans les dépôts sableux. Un excès de matière organique peut par exemple entraîner une désoxygénéation peu favorable pour cette écophase (Cieresko *et al.*, 2004 ; Peterle, 1991).

Intérêt général de conservation de l'espèce :

En tant qu'espèce grand migrateur, la Lamproie marine présente un intérêt indéniable à différents niveaux d'ordre socio-économique, écologique et patrimonial. Considérée comme vulnérable au niveau national et en danger sur la région PACA (Keith *et al.*, 1992), elle peut bénéficier de mesures de protection prises dans le cadre d'un arrêté de biotope.

Les mesures de préservation du biotope naturel de l'espèce : arrêt des dragages et des recalibrages, lutte contre les pollutions des sédiments, rétablissement de la libre circulation dans les deux sens, sont autant d'actions qui permettent l'amélioration des conditions de vie des autres espèces piscicoles.

Ainsi, lorsque les sites de reproduction des Lamproies se situent en première catégorie, ils correspondent très précisément à ceux exploités par les salmonidés qui fraient au début de l'hiver ; donc dans ce cas, toute mesure d'amélioration des frayères à Lamproies profite également aux salmonidés.

2.3.3 *Lamproie fluviatile* - *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus 1758)

Taxonomie :

Embranchement : Chordata
Sous-embranchement : Agnatha
Classe : Céphalaspidomorphes
Ordre : Petromyzontiforme
Famille : Petromyzontidae
Genre : Lampetra

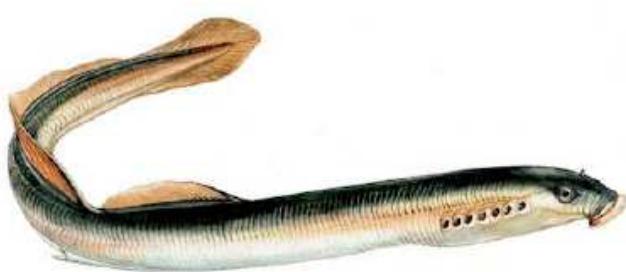


Figure 17 : *Lampetra fluviatilis* (Barral, 2002)

Statuts :

Statut de Protection	
Directive Habitats/Oiseaux	Annexe II
Convention de Berne	Annexe III
Convention de Barcelone	Annexe III
Protection nationale	Arrêté ministériel du 08/12/1988

Tableau 5 : Statut de protection de *Lampetra fluviatilis* (Source INPN, MNHN)

Statut de Conservation (Livres rouges)	
France	Vulnérable
PACA	En Danger

Tableau 6 : Statut de conservation de *Lampetra fluviatilis* (Source INPN, MNHN)

Description de l'espèce :

La Lamproie fluviatile appartient à la branche des agnathes (absence de mâchoire). Le corps, serpentiforme et dépourvu d'écailles, est comprimé latéralement vers l'arrière. Sa bouche, entourée d'un disque en forme de ventouse, est garnie de quelques dents cornées.

La respiration se fait à l'aide de 7 orifices branchiaux alignés de chaque côté de la tête.

Le dos est sombre, les flancs jaunâtres, le ventre presque blanc. Elle ressemble fortement à la Lamproie marine, mais elle est plus petite, avec une taille de 0,3 à 0,5 m pour environ 60 g (Allardi et Keith, 1990).

Biologie de l'espèce :

- Habitat =

La Lamproie fluviatile adulte vit une partie de sa vie en mer (12 à 20 mois) en parasitant d'autres espèces de poissons. Elle ne regagne les eaux continentales que pour se reproduire (Figure 18).

Les larves affectionnent les zones calmes (lentiques) avec un substrat fin, afin de s'y enfouir.

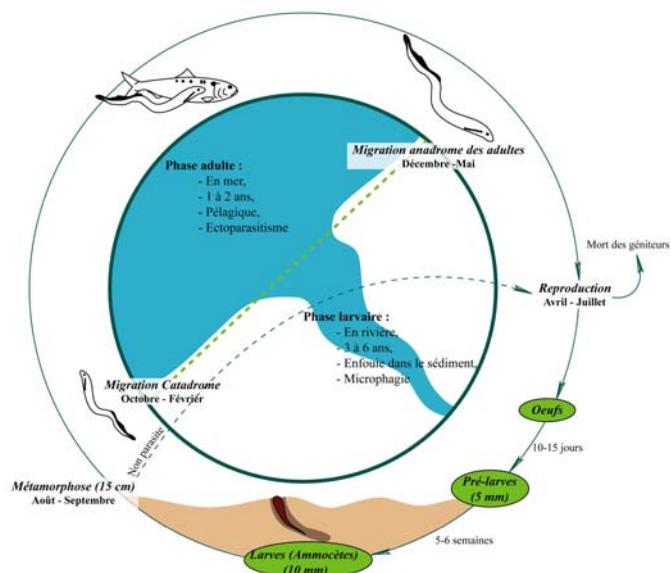


Figure 18 : Cycle biologique de *Lampetra fluviatilis* (Source MRM)

- Alimentation =

Tout comme la Lamproie marine, les larves ammocètes filtrent les sédiments à la recherche de micro-organismes. Concernant le stade adulte, la croissance en mer est assurée par un régime alimentaire essentiellement composé de sang puisque les Lamproies

fluviatiles se fixent sur des poissons marins ou amphihalins et les parasitent (Allardi et Keith, 1990).

- Reproduction =

Après une croissance marine rapide de 1 à 2 ans, les Lamproies fluviatiles regagnent, dès l'automne, les eaux continentales dans le but de s'y reproduire le printemps suivant (mars-mai), lorsque l'eau atteint 10 à 14°C.

Tout comme la Lamproie marine, cette espèce migratrice anadrome est très exigeante pour la reproduction, notamment en matière de granulométrie (fonds stables et non colmatés de graviers, galets ou de pierres), de vitesse du courant (proche des 0,40 m/s) et de hauteur d'eau (0,40 m).

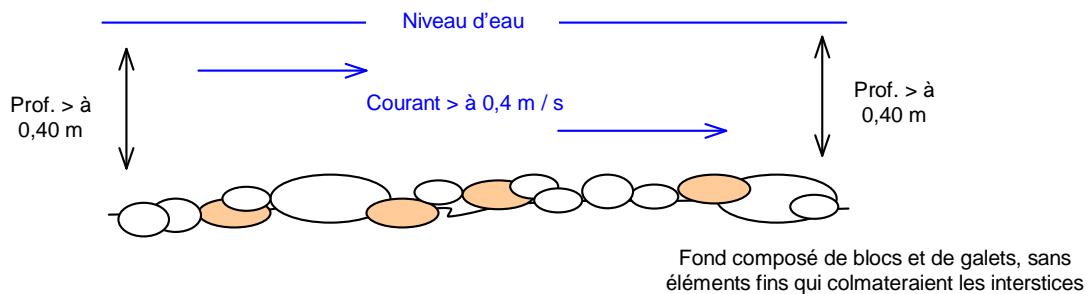


Figure 19 : Typologie d'une frayère à Lamproie fluviale (Barral, 2002).

Les œufs (375 000 à 405 000 / kg) sont déposés dans des nids creusés dans le gravier pour une incubation de 15 jours. Après éclosion, les larves ammocètes gagnent les « lits d'ammocètes », où elles resteront enfouies 3 à 6 ans dans le sédiment (vase, limon). Passé ce stade, les ammocètes vont se métamorphoser (juillet-octobre) et migrer en mer (mars-juin) pour y mener une vie parasitaire sur des poissons marins (Keith et al., 1992).

Répartition géographique :

Abondante en France au début du siècle, la Lamproie fluviale est devenue globalement rare dans une aire de répartition réduite et fragmentée. Elle a en effet fortement régressé, voire disparu dans certains bassins depuis 40 ans. Bien que les causes de cette régression soient multiples (pollution des cours d'eau, extraction de granulats en lit mineur, dégradation générale des habitats (frayères, abri des larves) et multiplication des barrages), certaines d'entre elles sont d'autant plus durement ressenties que la durée de la phase larvaire est relativement longue.

Malgré cela et en l'absence d'étude spécifique sur le bassin, il semblerait que cette espèce soit toujours présente sur le Rhône et certains affluents (Gardon notamment) ainsi que sur quelques fleuves côtiers méditerranéens (Gapeau, Aude, Hérault).

Intérêt général de conservation de l'espèce :

En tant que espèce grand migrateur, la Lamproie fluviale présente un intérêt indéniable à différents niveaux d'ordre socio-économique, écologique et patrimonial. Considérée comme vulnérable au niveau national et surtout en danger sur la région PACA (Keith et al., 1992), elle peut bénéficier de mesures de protection prises dans le cadre d'un arrêté de biotope (arrêté du 08/12/88).

Les mesures de préservation du biotope naturel de l'espèce (arrêt des dragages et des recalibrages, lutte contre les pollutions des sédiments, rétablissement de la libre circulation dans les deux sens), sont autant d'actions qui permettent d'améliorer les conditions de vie des autres espèces piscicoles.

Pour exemple, lorsque les sites de reproduction de la Lamproie se situent en première catégorie, ils correspondent très précisément à ceux exploités par les salmonidés qui fraient au début de l'hiver ; ainsi, toute mesure d'amélioration des frayères à lamproies profite également aux salmonidés.

2.3.4 Bouvière - *Rhodeus sericeus amarus* (Bloch 1752)

Taxonomie :

Embranchement : Chordata
Sous-embranchement : Gnathostomata
Classe : Actinopterygii
Sous-classe : Neopterygii
Super-ordre : Teleostei
Ordre : Clupeiformes
Famille : Cyprinidae



Figure 20 : *Rhodeus sericeus amarus* (Barral, 2002)

Statuts :

Statut de Protection	
Directive Habitats/Oiseaux	Annexe II
Convention de Berne	Annexe III
Protection nationale	Arrêté ministériel du 08/12/1988

Tableau 7 : Statut de protection de *Rhodeus sericeus amarus* (Source INPN, MNHN)

Statut de Conservation (Livres rouges)	
France	Vulnérable
PACA	Vulnérable

Tableau 8 : Statut de conservation de *Rhodeus sericeus amarus* (Source INPN, MNHN)

Description de l'espèce :

La Bouvière possède un corps court, haut, comprimé latéralement et recouvert de grandes écailles ovales. L'aspect du poisson est brillant, avec un dos gris verdâtre, des flancs argentés et la présence d'une bande vert bleu sur les flancs, à l'aplomb de la dorsale ainsi que sur le pédicule caudal. Le museau est court et la mâchoire supérieure avancée (Spillmann, 1961).

La taille des adultes est de 50 à 70 mm avec cependant un léger dimorphisme sexuel puisque les mâles sont souvent plus grands que les femelles pour un âge donné.

La longévité moyenne de la Bouvière est de 2 à 3 ans.

Biologie de l'espèce :

- Habitat =

D'activité diurne, la Bouvière est une espèce grégaire des milieux calmes (lacs, étangs ou plaines alluviales). Elle affectionne tout particulièrement les eaux claires, peu profondes sur substrats sablo-limoneux.

La Bouvière fréquente également les herbiers et sa présence est obligatoirement liée à celle des mollusques bivalves que sont les Unionidés (Holcik, 1990).

- Alimentation =

Le régime alimentaire de la Bouvière est exclusivement phytopophage (algues vertes filamentueuses et diatomées) et/ou détritivore.

- Reproduction =

La Bouvière se reproduit d'avril à août (ponte essentiellement estivale), lorsque l'eau atteint 15 à 21 °C. Le déroulement de la reproduction est tout à fait particulier puisqu'il nécessite la présence de moules d'eau douce dans lesquelles pond la Bouvière. En effet, une fois le bivalve choisi, la femelle dépose ses ovules (40 à 100 par femelles) dans le siphon exhalant de ce dernier alors que le mâle dépose son sperme près du siphon inhalant (Reynolds *et al.*, 1997).

Pendant tout le temps de l'incubation, le mâle défend un territoire autour de la moule. L'éclosion est rapide et ce sont des larves de 8 mm qui sortent de la cavité branchiale de la moule.

Répartition géographique :

Espèce autochtone que l'on retrouve notamment dans le bassin du Rhin, de la Seine et du Rhône. D'après Spillmann (1961), la Bouvière « manque au sud du Massif central et au sud-est, elle se raréfie dans le cours moyen du Rhône ». Maitland (1981), indique une distribution dans la vallée du Rhône jusqu'en amont de Lyon.

Plus tard, la Bouvière est référencée en Camargue (Johnson *et al.*, 1980 ; Kiener, 1985) et plus récemment sur le Lez (en aval de la station d'épuration de Bollène) suite aux inventaires du Réseau Hydrobiologique et Piscicole de 1999.

Son aire de répartition est très fragmentée à cause notamment de la raréfaction des mollusques nécessaires à sa reproduction. Cette raréfaction est par ailleurs la résultante de plusieurs facteurs comme la dégradation des milieux aquatiques, la pollution, la prédation par les ragondins et autre rat musqué ou encore la compétition avec des espèces piscicoles allochtones invasives (Rosecchi *et al.*, 1997). Outre cette entière dépendance avec les Unionidés, la Bouvière est globalement menacée par les pollutions industrielles et agricoles, les recalibrages qui uniformisent les habitats aquatiques ou encore les pompes.

Intérêt général de conservation de l'espèce :

Vulnérable à l'échelle du bassin et au niveau national (Keith *et al.*, 1992), la Bouvière n'est pourtant pas susceptible de bénéficier de mesures de protection prises dans le cadre d'un arrêté de biotope (arrêté du 08/12/88).

Par ailleurs, les mesures relatives à la qualité de l'eau et des milieux, prises pour la conservation de cette espèce et de son habitat sont favorables à la végétation aquatique, la stabilisation des fonds et la régulation des conditions hydrauliques. Concernant la circulation piscicole, la Bouvière n'a pas à effectuer de migration de reproduction, le rétablissement des connectivités longitudinales ne peut toutefois que lui être bénéfique (ainsi qu'aux moules d'eau douce indispensable à sa reproduction) compte tenu de ses exigences écologiques et habitationnelles. En effet, les seuils et barrages qui compartimentent les cours d'eau entraînent généralement des bouleversements (uniformisation des habitats, risque de sédimentation et d'eutrophisation, diminution de la capacité d'autoépuration du milieu, etc.) préjudiciables pour un grand nombre d'espèces piscicoles dont la Bouvière fait partie.

2.3.5 Toxostome - *Chondrostoma toxostoma* (Vallois 1836)

Taxonomie :

Embranchement : Chordata
Sous-embranchement : Gnathostomata
Classe : Actinopterygii
Sous-classe : Neopterygii
Super-ordre : Teleostei
Ordre : Clupeiformes
Famille : Cyprinidae

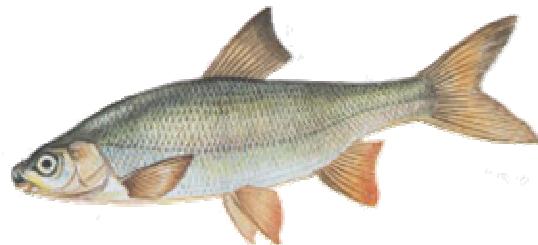


Figure 21 : *Chondrostoma toxostoma* (Barral, 2002)

Statuts :

Statut de Protection	
Directive Habitats/Oiseaux	Annexe II
Convention de Berne	Annexe III

Tableau 9 : Statut de protection de *Chondrostoma toxostoma* (Source INPN, MNHN)

Statut de Conservation (Livres rouges)	
France	Vulnérable
PACA	Vulnérable

Tableau 10 : Statut de conservation de *Chondrostoma toxostoma* (Source INPN, MNHN)

Description de l'espèce :

Long de 15 à 25 cm pour un poids compris entre 50 et 350 g, le Toxostome a le corps fuselé et une tête conique terminée par un museau court. La bouche est petite et présente des lèvres cornées et arquées en fer à cheval.

Le corps est vert-olive, les flancs clairs à reflets argentés avec une bande sombre qui ressort particulièrement en période de frai. Les nageoires dorsales et caudales sont grises, alors que les pectorales, les pelviennes et l'anale sont plutôt jaunâtres.

Biologie de l'espèce :

- Habitat =

Le Toxostome est une espèce rhéophile qui fréquente généralement les rivières où l'eau est claire, courante, bien oxygénée et à fond de galets ou de graviers. Vivant en bancs assez nombreux d'individus de même taille le jour, le banc se dissocie la nuit, et les poissons sont alors inactifs dans des anfractuosités du fond.

Par ailleurs, s'il peut séjourner en eau calme, le Toxostome se reproduit toutefois en eau courante.

- Alimentation =

Le régime alimentaire est essentiellement herbivore. Le Toxostome se nourrit en effet préférentiellement de diatomées du périphyton et d'algues filamentées, auxquelles s'ajoutent cependant quelques petits invertébrés aquatiques (petits crustacés et Mollusques) et du frai de poisson.

- Reproduction =

Ovipare, la maturité sexuelle est atteinte vers 4 ans. En période de frai (mars à juin, lorsque la température est de 11 à 13°C), le Toxostome remonte le cours des fleuves et des rivières (notion de migration de reproduction) à la recherche de zones peu profondes à fort courant, bien oxygénées et à substrat grossier (les petits affluents sont ainsi des sites potentiels forts pour la reproduction).

Répartition géographique :

Le Toxostome est la seule espèce autochtone du genre *Chondrostoma* à être originaire du bassin méditerranéen (Mathias, 1921 ; Nelva, 1988). A l'ouest de son aire de distribution, on le retrouve du nord de la péninsule ibérique (bassin de l'Ebre) jusqu'au Portugal (Tage) (Changeux et Pont, 1995). A l'est, il est cité sur quelques fleuves côtiers méditerranéens de la région Provence Alpes Côte d'Azur (Kiener, 1985).

Chondrostoma toxostoma est une espèce rhéophile qui affectionne les parties médianes des cours d'eau (distance à la source <100 Km) à pente moyenne (+/- 3 pour mille) avec un substrat de type grossier (galets) (Chappaz et al., 1989). S'il peut séjourner en zone lenticule, il est strictement inféodé aux secteurs lotiques pour sa reproduction.

La répartition du Toxostome s'est totalement modifiée ces dernières années, essentiellement pour des raisons d'atteinte des milieux aquatiques. En effet, outre les obstacles à la migration du Toxostome, on peut citer comme autres menaces les exploitations de granulats et les lâchers de barrages hydroélectriques qui ont des effets néfastes sur les substrats de ponte (Changeux et Pont, 1995 ; Keith, 1998).

L'hybridation introgressive entre *Chondrostoma toxostoma* et *Chondrostoma nasus* représente également une menace pour l'espèce (Costedoat et al., 2004). En effet, l'hybridation risque d'appauvrir la diversité des espèces et des gènes. La problématique dépasse le bassin de la Durance et s'étend sur le bassin du Rhône. Cette hybridation peut être à l'origine du déclin des populations de Toxostome au moins sur une partie de la Durance (Collectif, 2007).

Sur le bassin RMC, les pêches électriques du RHP ainsi que l'exploitation des différents Schémas Départementaux de Vocation Piscicole, permettent d'affirmer que le Toxostome reste notamment encore bien représenté sur l'Arc, le Vidourle, l'Aude ou encore la Durance.

Intérêt général de conservation de l'espèce :

Vulnérable à l'échelle du bassin et au niveau national (Keith et al., 1992), le Toxostome est notamment inscrit dans l'annexe III de la convention de Berne, ce qui oblige à réglementer de manière stricte son exploitation afin de le maintenir hors de danger. Concernant, ce dernier point, il est en effet utile de rappeler que malgré le faible intérêt halieutique du Toxostome, ce dernier est tout de même utilisé comme vif pour le brochet.

Les mesures relatives à la qualité des rivières prises pour la conservation du Toxostome et de son habitat sont favorables à la biodiversité des écosystèmes aquatiques des eaux continentales. Enfin, toutes les actions spécifiques menées en faveur du rétablissement de la libre circulation de cette espèce pourront également profiter à l'ensemble des espèces piscicoles. Comme l'ensemble des petites espèces piscicoles (taille moyenne < 30 cm), ce cyprinidé rhéophile possède des capacités de franchissement limitées (impossibilité d'utiliser le saut et vitesse de nage maximale réduite à quelques mètres parcourus dans un écoulement de 1,5 m/s : Croze et Larinier, 2000).

Compte tenu de ces caractéristiques, seuls les systèmes de franchissement du type rivière de contournement, passe à seuils successifs voire passe à bassins sont envisageables lorsqu'une telle espèce d'intérêt patrimonial est présente sur le cours d'eau considéré.

2.3.6 Blageon - *Leuciscus souffia* (Risso, 1826)

Taxonomie :

Embranchement : Chordata
Sous-embranchement : Gnathostomata
Classe : Actinopterygii
Sous-classe : Neopterygii
Super-ordre : Teleostei
Ordre : Clupeiformes
Famille : Cyprinidae

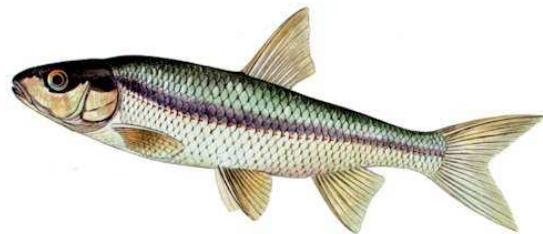


Figure 22 : *Leuciscus souffia* (Barral, 2002)

Statuts :

Statut de Protection	
Directive Habitats/Oiseaux	Annexe II
Convention de Berne	Annexe III

Tableau 11 : Statut de protection de *Leuciscus souffia* (Source INPN, MNHN)

Statut de Conservation (Livres rouges)	
France	Vulnérable
PACA	Rare

Tableau 12 : Statut de conservation de *Leuciscus souffia* (Source INPN, MNHN)

Description de l'espèce :

Cyprinidé d'eaux vives menu, effilé, au corps sub-cylindrique, bien reconnaissable à sa tête conique et à son museau arrondi ainsi qu'à la raie variant du bleu sombre au noir qui traverse ses flancs (Kiener, 1985). Le dos est brun olivâtre à reflets bleu ardoise et le ventre, plus ou moins brillant, varie du gris clair au blanc.

Il ne dépasse pas 12 à 16 cm, pour un poids de 50 à 70 g.

Biologie de l'espèce :

- Habitat =

Le biotope du Blageon est constitué par des eaux claires et courantes avec un substrat pierreux ou graveleux, correspondant à la zone à Ombre (Kiener, 1985). On le rencontre ainsi préférentiellement dans les rivières sub-montagnardes et planitaires à végétation flottante de renoncules, où il vit en bancs dans les courants tranquilles à l'écart du courant principal.

- Alimentation =

Le Blageon a un régime alimentaire à forte dominance carnivore avec une grande variété de proies consommées (larves de nombreux insectes aquatiques et insectes aériens gobés en surface) ainsi que des diatomées et des algues filamentées.

- Reproduction=

Une fois la maturité sexuelle atteinte (3 ans pour 80 % des mâles et 90 % des femelles), la reproduction se déroule de mars à juin (température de l'ordre de 12 °C), sur des fonds de graviers (substrat de 2-3 cm de diamètre), en eau courante (vitesse de 0,2 m/s) et sous faible hauteur d'eau (Figure 23). Le mâle présente alors des couleurs plus vives ainsi que des tubercules nuptiaux sur la tête, les opercules et le premier rayon des pectorales (Chappaz et Brun, 1993).

Les Blageons sont exigeants quant au support de ponte et si les conditions ne sont pas réunies, ils peuvent ne pas frayer et résorber leurs produits sexuels.

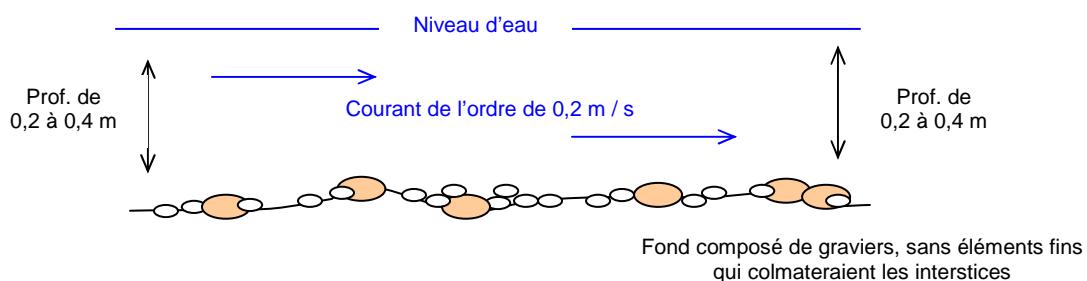


Figure 23 : Typologie d'une frayère à Blageon (Barral, 2002).

Répartition géographique :

Le Blageon a une distribution géographique centrée autour du massif alpin. Autochtone dans le bassin du Rhône (en particulier dans la Durance) et dans les fleuves côtiers méditerranéens descendant des Alpes, le Blageon et la zone à Ombre qu'il occupe sont menacés classiquement par la rectification drastique des berges, l'extraction anarchique de matériaux, les détournements de sources, les effluents saisonniers (caves, tourisme, etc.) et la multiplication des petits seuils où l'eau stagne.

Présent sur le Rhône aval et la majorité de ses affluents (Durance, Lez) ainsi que sur bon nombre de fleuves côtiers méditerranéens (Siagne, Loup, Vidourle, etc.), il semblerait cependant que le Blageon se soit raréfié sur plusieurs points du réseau hydrobiologique et piscicole (RHP).

Mais le polymorphisme génétique et les possibilités d'hybridation de l'espèce complique la détermination précise de sa répartition, notamment par l'existence de plusieurs sous-espèces sur une aire géographique concentrée : *Leuciscus souffia multicellus*, rencontré en Italie, *Leuciscus souffia souffia*, inféodé au fleuve Var (Spillmann, 1960)...

Par ailleurs, l'interprétation des données historiques dans l'évolution de l'aire de répartition de l'espèce est faussée par une confusion vernaculaire entre le Toxostome (appelé aussi *soiffe* ou *sofie*) et le Blageon (*souffie*) (Dorier, 1957 ; Spillmann, 1970).

Intérêt général de conservation de l'espèce :

Rare à l'échelle du bassin et au niveau national (Keith *et al.*, 1992), le Blageon est notamment inscrit dans l'annexe III de la convention de Berne, ce qui oblige à réglementer de manière stricte son exploitation afin de le maintenir hors de danger.

L'espèce n'étant pas menacée dans un bassin où il reste une libre circulation entre un affluent intégralement protégé et l'axe principal où les juvéniles se disperseront toujours, des mesures relatives au rétablissement de la libre circulation ainsi qu'à la restauration des secteurs dégradés (maintien de la qualité physico-chimique des eaux et d'un débit minimum dans le cours d'eau) doivent être prises pour la conservation du Blageon et de son habitat. Protéger ce dernier, c'est par ailleurs souvent protéger également le Barbeau méridional.

3 Les enjeux écologiques

3.1 Les enjeux par espèce

3.1.1 *Alosa fallax rhodanensis*

L'endémisme d'*Alosa fallax rhodanensis* au bassin méditerranéen, la restriction de son aire de répartition et son rôle d'indicateur biologique de la continuité écologique des cours d'eau font de cette espèce un enjeu fort de conservation à l'échelon national.

Sur le site Natura2000 « Camargue », on recense dans plusieurs documents bibliographiques la présence de l'Alose feinte du Rhône. Si on se place dans une logique de réalisation du cycle vital, la Camargue ne constitue qu'une zone de passage sur un gradient amont/aval, lors de la migration générésique des adultes (montaison et dévalaison) et lors de la dévalaison des juvéniles. Mais comme il a pu être vu précédemment, le site « Camargue » ne fonctionne plus « naturellement » depuis des décennies. Ces bouleversements ont également eu un impact sur les populations d'*Alosa fallax rhodanensis*.

Il n'existe aucune source bibliographique permettant de connaître les interactions originelles entre le delta camarguais et les populations d'aloises. Seul Marion (1897) site la présence de l'espèce au niveau du grau de Roustan, au sud-est du delta, sur l'actuel Domaine de la Palissade (propriété du Conservatoire du Littoral). Au-delà de cette citation, on ne retrouve plus l'Alose avant un travail d'inventaire de Lévéque (1963) où un spécimen juvénile de 125 mm est signalé au niveau de la station de pompage de Beauduc (le 15 juillet 1957, détermination Spillmann). Dans les années 1950 à 1970, quelques travaux scientifiques abordent brièvement l'ichtyologie camarguaise (Schachter, 1950, Petit et Schachter, 1954, Aguesse et Marazanof, 1965) mais ils traitent essentiellement de biométrie et de systématique.

Ce n'est véritablement que dans les années 1980 que la cause naturaliste commencera à s'intéresser aux populations de poissons (Skubich, 1978) et à leur écologie (Crivelli, 1979 et 1981).

Il n'existe qu'un seul travail qui traite spécifiquement de l'Alose feinte du Rhône en Camargue (Crivelli et Poizat, 2001). Toutefois, d'autres travaux ichtyologiques permettent, dans une vision d'ensemble, de mieux comprendre le statut de cette espèce sur le site Natura 2000 SIC FR 9301592.

Le premier élément important est que dans les quelques études où ont pu être trouvées des données biométriques (SNPN, 2006 ; Heloin, 2004) sur les captures d'aloises, on constate l'absence totale d'individus adultes. Par ailleurs, les divers travaux menés sur

les échanges mer-lagune au niveau des martellières du Grau de la Fourcade montrent également l'absence de recrutement d'individus de la mer vers la lagune (Bardin, 1994 et 2002, Rosecchi *et al.*, 1998).

Il semblerait ainsi qu'il n'existe pas de colonisation naturelle de la lagune par les aloses. Cette hypothèse a longtemps été privilégiée (Crivelli et Poizat, 2001), notamment parce qu'on imaginait une migration trophique vers la lagune, tout comme bon nombre d'espèces marines migrantes qui rentrent dans la lagune au début du printemps pour profiter de la productivité forte des milieux transitoires euryhalins (Bourquard, 1985).

Mais les captures répétées d'individus juvéniles dans les canaux d'irrigation et de drainage (Poizat *et al.*, 1999) ont permis d'identifier définitivement la nature du recrutement (Annexe 2). Il s'agit en effet d'une colonisation « forcée » dans le delta endigué lors des pompages de l'eau du Rhône pour l'irrigation des nombreuses terres rizicoles. La période d'occurrence de cette colonisation semble se situer entre juin et juillet (Poizat *et al.*, *ibidem*).

En se reportant aux données bibliographiques, on constate pourtant que la période de dévalaison des juvéniles du genre *Alosa* est considérée plus tardive dans la saison (Août à Novembre). Sur la Severn (Grande Bretagne), Aprahamian (1988) montre que les premiers juvéniles apparaissent dans l'estuaire à la fin du mois d'août. Dans l'estuaire de l'Elbe, le pic de dévalaison est observé au mois d'octobre (Thiel *et al.*, 1996). Toutefois, dans l'estuaire de la Gironde, les premiers juvéniles peuvent arriver dès juillet (Taverny, 1990). Il semblerait ainsi qu'il y ait une forte variabilité dans le temps du phénomène de dévalaison, en fonction de la latitude du fleuve considéré, des variabilités hydroclimatiques interannuelles et surtout de la distance de migration (éloignement à la mer des sites de pontes).

Pour la Camargue, l'élément avancé était la proximité des premiers sites de pontes, situés à environ 30 km des premières stations de pompage (Le Corre *et al.*, 1997 ; Lebel *et al.*, 1999). Cette hypothèse a pu être confirmée par l'analyse des tailles moyennes de 2 159 alosons capturés au niveau de 3 stations de pompages (l'Aube de Bouic, le Sambuc et le Grand Manusclat) entre janvier 1993 et décembre 1999. On obtient en effet une taille moyenne de 30 mm, correspondant à des juvéniles ayant fraîchement quitté la zone de frai (Crivelli et Poizat, 2001).

Les juvéniles ne stabulent pas dans le réseau de canaux mais dévalent rapidement vers la lagune lorsque cela leur est possible. En effet, seuls les bassins de Fumemorte et de Roquemaure (CEDE, 2007) ne sont pas poldérisés. Les bassins des Saintes Maries de la Mer et du Japon disposent quant à eux d'un écoulement gravitaire directement vers la mer mais leur connexion n'est pas permanente. Concernant les bassins situés au nord (Corrèze et Camargue Major) et à l'ouest (Sigoulette), il est raisonnable d'admettre que les alosons pompés depuis le Rhône sont voués à mourir (sauf période automnale exceptionnelle où certaines communications avec le Vaccarès sont réouvertes). En l'état des connaissances, il est impossible d'évaluer les mortalités de juvéniles d'aloises importés dans ces trois bassins.

Depuis les bassins de Roquemaure et de Fumemorte, les alosons dévalent donc rapidement vers la lagune. On les retrouve alors durant plusieurs mois dans la lagune (SNPN, 2006) où ils vont avoir une croissance linéaire forte entre juillet et octobre-novembre (Crivelli et Poizat, 2001). Aux premiers froids, les jeunes aloses vont tenter de rejoindre la mer, en fonction des ouvertures du grau de la Fourcade.

L'étude de Crivelli et Poizat (*ibidem*) a permis de montrer une croissance exceptionnelle des aloses dans la lagune, notamment en comparaison d'individus provenant du bassin rhodanien. Ils ont comparé les tailles d'individus capturés aux même dates dans le Vaccarès et au niveau du barrage hydroélectrique de Sauveterre, sur le Rhône (Gendre *et al.*, 1997). Les résultats montrent des différences de taille significatives ($p < 0.001$) des

individus provenant du Vaccarès. Ainsi, la longueur totale des alooses à l'âge d'un an a été évaluée à 183 mm en Camargue. A titre de comparaison, à un an, les alooses prélevées sur le Rhône mesurent environ 124 mm pour les mâles et 126 mm pour les femelles (Doucement, 1981).

A la lumière de ces éléments, on peut donc résumer le statut de l'espèce en Camargue comme une situation artificielle, provoquée par la juxtaposition de deux paramètres exceptionnels issus d'origine anthropique (stations de pompage, barrages hydroélectriques). Les conditions écologiques rencontrées par les juvéniles d'alooses à l'intérieur du delta semblent très favorables à leur croissance (nourriture abondante dans la partie saumâtre du système). Cette particularité augmente les chances de survie des juvéniles (notion de préation en milieu marin) et contribue donc favorablement au recrutement annuel.

Toutefois, il est impossible d'estimer quantitativement cette contribution, nous ne disposons donc pas à l'heure actuelle des moyens permettant d'évaluer le rôle du site Natura2000 Camargue dans la dynamique intra-populationnelle de l'Alose feinte du rhône.

Notons par ailleurs que l'Alose est également signalée dans la zone marine du site, à l'intérieur du Golfe de Beauduc. Héloïn (2004) note la présence de 9 individus dans les pêches réalisées à la senne de plage. Sur 29 coups de senne répartis entre le printemps, l'été et l'automne, il répertorie notamment 7 juvéniles capturés en été, au droit du pertuis de Rousty. Les captures de juvéniles varient entre 3.2 et 9 cm. Ces premiers résultats semblent donc témoigner d'une présence des alooses majoritairement au stade juvénile (uniquement 2 adultes capturés).

Le Golfe de Beauduc est une zone très caractéristique (dite « lagune secondaire », Vacquier, 2007) à l'échelle de l'arc méditerranéen. De plus, il appartient aux communautés de substrats meubles, communautés longtemps ignorées des gestionnaires et dont la fonctionnalité complexe échappe encore à nos connaissances (Vacquier, *ibidem*). Mais sa position intermédiaire entre la lagune et les deux estuaires lui confère une place particulière au sein du système deltaïque dont le rôle en temps que zone de nurserie et de nourricerie pour les juvéniles d'espèces marines dont l'Alose doit être affiné.

De plus, l'hyperchalutage infractionnel est une problématique récurrente sur la zone (Héloïn, 2005). En l'absence de connaissances sur la fonctionnalité du milieu, il est impossible d'estimer les dommages commis par cette exploitation intensive.

Enfin, on notera la présence de l'Alose au sud-est du delta (Domaine de la Palissade), seule zone naturellement connectée avec le Rhône. Quelques inventaires permettent de confirmer sa présence (Ximenes et Frisoni, 1986 ; Leroy, 1994 ; Bardin, 2002), mais toujours en très faible abondance. Il semblerait donc que ces étangs ne soient pas colonisés par l'Alose et que les captures accidentelles correspondent à des entrées erratiques de juvéniles en dévalaison.

Synthèse des enjeux :

- Echelle nationale :

- 1) Endémisme sur le bassin méditerranéen,
- 2) Aire de répartition réduite,
- 3) Indicateur biologique de la continuité écologique.

- **Echelle locale :**

- 1) Colonisation forcée des juvéniles par les stations de pompage,
- 2) Devenir des juvéniles introduits dans les bassins poldérisés,
- 3) Croissance forte dans la lagune = juvéniles d'un an plus robustes,
- 4) Quantité de juvéniles sortant du système deltaïque,
- 5) Contribution globale à la dynamique de l'espèce,
- 6) Utilisation naturelle du Golfe de Beauduc par les juvéniles : zone de nourricerie et de nurserie privilégiée,

3.1.2 *Petromyzon marinus*

De fortes inquiétudes portent sur le statut de l'espèce dans le bassin méditerranéen (Crivelli et Delhom, 2008) . En Camargue, les données de présence sont également très rares et se résument à quelques captures accidentnelles par les pêcheurs professionnels ou par les scientifiques. Les données les plus anciennes confirment l'abondance de la Lamproie marine dans la partie estuarienne (Gourret, 1897 ; Kreitmann, 1932) mais on ne dispose d'aucune donnée pour la zone deltaïque.

Les données les plus anciennes remontent à 1968 (Kiener) et font uniquement état de la présence exceptionnelle de l'espèce dans les échantillonnages. Puis en 1986, Ximenes et Frisoni font état de la présence d'un individu dans l'étang de la Grande Palun, sans apporter de précision biométrique supplémentaire.

Les principales données proviennent du suivi biologique de la Réserve Naturelle de Camargue (SNPN, 2006) sur deux sites de l'étang du Vaccarès (Capelière, rive est et Mornès, sud). On note ainsi la capture de lampreies marines (information qualitative, présence/absence uniquement) au printemps 2000 à la Capelière (adulte, ou ammocète « enfermée » ?) et à l'automne 1994, 1996, 1999 et 2000 à Mornès (Annexe 3). Ces captures automnales correspondent très probablement à des ammocètes en dévalaison, entrées dans le delta par la même voie que les juvéniles d'aloises, les pompages du Rhône. Quelques données provenant de captures au niveau de la station du Sambuc et du Bois d'Estaing permettent de le confirmer. On note ainsi (Crivelli, données non publiées) :

- 20/04/1998 : Station de pompage du Bois d'Estaing. Longueur totale Lt) = 170 mm et Poids total (Pt) = 7.6g,
- 17/05/1999 : Station de pompage du Sambuc. Lt = 144mm et Pt = 5.6 g,
- 17/06/1999 : Station de pompage du Sambuc. Lt = 663 mm et Pt = 830 g (adulte),
- 30/05/2000 : Station de pompage du Sambuc. Lt = 120 mm et Pt = 3.08 g.

Sur le Vaccarès (site de la Capelière), on retrouve également une capture de lamproie marine en 1994 dans le suivi mené par la Fondation de la Tour du Valat (Poizat *et al.*, 2003). Ce suivi, réalisé sur une capéthade posée et visitée une fois par mois durant 4 jours consécutifs a été mené d'avril 1993 à décembre 2002. Ainsi, une si faible occurrence de l'espèce dans un suivi à long terme témoigne de sa très faible abondance dans le milieu.

Au vu des informations issues de la bibliographie, il semblerait que les individus de lamproie marine rencontrés sur le site Natura2000 Camargue soient des ammocètes en dévalaison vers la mer. Contrairement à l'Alose feinte du Rhône, les juvéniles restent sur les frayères durant 5 à 8 ans. La phase continentale intervient donc beaucoup plus dans le cycle de vie de la lamproie. Ainsi, après métamorphose, les ammocètes quittent les nids pour rejoindre la mer. Les zones euryhalines ne sont pas du tout utilisées par les ammocètes qui

rejoignent sans transition le plateau continental pour entamer leur vie parasitaire (Hardisty et Porter, 1971).

Dans ces conditions, l'enjeu « Camargue » comme zone de production de juvéniles robustes n'intervient pas pour la Lamproie marine. L'objectif pour les ammocètes introduites dans le système réside donc à rejoindre la zone marine sans stabulation et sans gain trophique particulier.

Synthèse des enjeux :

- **Echelle nationale :**

- 1) Dégradation de son habitat naturel (nids d'ammocètes),
- 2) Aire de répartition réduite,
- 3) Incertitude totale sur l'état de conservation à l'échelle du bassin RMC,
- 4) Nécessité d'acquérir des connaissances sur l'espèce,
- 5) Indicateur biologique de la continuité écologique.

- **Echelle locale :**

- 1) Colonisation forcée des ammocètes par les stations de pompage,
- 2) Devenir des juvéniles introduits dans les bassins poldérisés,
- 3) Pas de colonisation trophique dans la zone deltaïque,
- 4) Nécessité d'un retour rapide vers la mer,
- 5) Statut de l'espèce,
- 6) Colonisation du Golfe de Beauduc.

3.1.3 *Lampetra fluviatilis* :

A l'échelle du bassin Rhône Méditerranée Corse, le statut de l'espèce est particulièrement flou. Il n'existe aucune étude spécifique à l'espèce sur le bassin méditerranéen et les quelques signalements de présence ne sont pas vérifiables (Keith, *Comm.pers.*).

En Camargue, seul Baroux (1984) site l'espèce lors d'observations faunistiques sur les étangs du Domaine de La Palissade. Mais cette donnée n'a jamais pu être vérifiée (Annexe 5).

La grande problématique autour de cette espèce à l'échelle du bassin RMC comme à l'échelle du site Natura2000 est de statuer sur la présence de *Lampetra fluviatilis*. En tout état de cause, son abundance semble extrêmement limitée.

Dans ce contexte, l'espèce ne constitue pas un enjeu majeur du futur DOCOB du site « Camargue ».

3.1.4 *Rhodeus sericeus amarus*

Les premiers inventaires piscicoles réalisés en Camargue ne citent pas la présence de l'espèce (Lévêque, 1957 et 1963, Petit et Schachter, 1954). Ainsi, il faut attendre le 14 août 1976 pour que Morgan N.G.K fasse état de la présence d'un adulte de *Rhodeus sericeus amarus* dans une nasse posée dans le canal du Petit Badon (sud de la Tour du Valat, Annexe 4). Quelques mois plus tard, le 2 septembre 1976, Johnson A. capture un second individu à la Tour du Valat (Johnson *et al.*, 1980)..

Grâce à un suivi piscicole engagé par la Tour du Valat sur son réseau de canaux entre 1976 et 1977, Johnson et Morgan vont confirmer « l'extension de l'aire de distribution de *R. sericeus amarus* d'environ 250 km vers le sud » (Johnson *et al.*, *ibidem*). Durant ce suivi, 770 individus sont capturés avec des tailles comprises entre 38 et 62 mm (longueur à la fourche). Au printemps 1977, plusieurs femelles sont capturées avec le tube de ponte entièrement déployé et 3 mâles sont en parure de noce. Il semblerait ainsi que la population de bouvières se maintienne de manière autonome sur le site, et non seulement par des intrants du Rhône via les stations de pompage. De plus, la présence d'*Anodonta anatina* et d'*Unio requiena* dans les canaux permet à la Bouvière de trouver son support de ponte indispensable.

Des observations de juvéniles durant l'été 1979 viendront confirmer la reproduction naturelle de la Bouvière en Camargue.

Par la suite, d'autres études viendront confirmer la pérennité de l'espèce dans le réseau de canaux de Camargue. Jeudy (1995) dans le suivi des peuplements de poissons d'un canal de drainage (Fumemorte) et d'un canal d'irrigation (Aube de Bouic) révèle la présence de la Bouvière dans les deux canaux sur la période 1989-1993 avec une abondance majeure dans le canal de Fumemorte. Sur ce même canal, Poizat et Crivelli (1997) relatent la capture de 26 individus au gangui entre novembre 1988 et juin 1989. La Bouvière semble en revanche peu abondante dans les marais (une capture, en 1997 dans le marais de la Basse Salée, Poizat *et al.*, 1999).

Enfin, dans le cadre d'une étude sur le passage des poissons du Rhône par les pompes d'irrigation de Camargue (Poizat *et al.*, *ibidem*), 7 individus sont à nouveau recensés dans le canal de l'Aube de Bouic et 22 dans le canal de Fumemorte.

La chronologie des données et l'abondance relative de l'espèce dans les inventaires permettent de conclure sur le maintien effectif d'une population de Bouvière sur le réseau de canaux de Camargue. Pourtant, cette espèce et le milieu auquel elle est strictement inféodée dans le triangle deltaïque subissent de nombreuses agressions :

- pollutions par les intrants organiques et chimiques de la riziculture (Chauvelon *et al.*, 1996 ; De Groot, 1991),
- recalibrages et curages sauvages des canaux,
- préation par des espèces allochtones invasives (écrevisses, ragondins...) sur l'espèce et sur son hôte vital.

Synthèse des enjeux :

- **Echelle nationale :**
 - 1) Dégradation d'origine physico-chimique et hydromorphologique des habitats et des frayères,
 - 2) Compartimentage des populations,
 - 3) Nécessité d'acquérir des connaissances sur l'espèce.
- **Echelle locale :**
 - 1) Espèce bien installée sur le site,
 - 2) Strictement inféodée au réseau de canaux (eau douce),
 - 3) Corrélation des enjeux de conservation avec d'autres espèces communautaires (Cistude d'Europe, Macro invertébrés...),
 - 4) Site idéal pour une étude plus approfondie sur la biologie et l'écologie de l'espèce.

3.1.5 *Chondrostoma toxostoma*

En raison de ses préférenda écologiques, le Toxostome n'a pas vocation à être présent à l'intérieur du delta camarguais où l'absence totale de zone potentielle pour la reproduction élimine tout espoir de maintien de cette espèce dans le réseau de canaux.

Ainsi, on ne trouve aucune citation de présence de l'espèce dans les documents bibliographiques. Si Lévêque (1957) précise que *Chondrostoma nasus* (le Hotu) est communément capturé dans le Fumemorte, il précise que *toxostoma* n'a jamais pu être identifié dans le delta, alors qu'il est signalé sur le Rhône (Dottrens, 1952).

Le signalement le plus récent, et le plus proche du delta, remonte à l'automne 1993, où un individu avait été capturé dans les caissons du Rhône, à l'amont immédiat d'Arles (Nicolas, 1996). Cette capture suivait une période de crues des divers affluents du Rhône (notamment le Gardon et la Durance), ce qui pourrait expliquer sa présence accidentelle sur le Rhône par dévalaison lors de l'épisode hydrologique (Annexe 5).

A la lecture de ces éléments et pour garantir la pertinence du futur DOCOB du site Natura2000 « Camargue » SIC FR 9301592, l'espèce *Chondrostoma toxostoma* doit donc être retirée de la liste des espèces d'intérêt communautaire traitée dans le futur document final.

3.1.6 *Leuciscus souffia*

Le croisement de diverses sources bibliographiques permettent d'identifier la présence du Blageon dans le Delta camarguais (Petit et Schachter, 1954) et sur le Grand Rhône (Brun, 1967), du moins durant une certaine période historique difficilement identifiable. En tout état de cause, la présence de *Leuciscus souffia* en Camargue semble corrélée avec l'explosion de la riziculture au lendemain de la seconde guerre mondiale et l'intrusion de quantités très importantes d'eau douce dans le système deltaïque. Ainsi Schachter (1960) cite dans un inventaire faunistique réalisé au cours de l'année 1955-1956 sur les étangs du Vaccarès, de l'Impérial et du Fournel la présence du Blageon tout au long de l'année dans le Vaccarès. A cette période, la salinité de l'étang oscille entre 5 et 6 g/L.

Après cette période de désalinisation du système, on assiste à une diminution progressive de la surface rizicole (5 à 8 000 ha) et à une raréfaction des apports pluvieux entre les années 1970 et 1985. Ainsi, à la fin des années 1980, le Vaccarès connaît une salinité comprise entre 30 et 35 g/l (CEDE, 2007). Cette salinisation de la lagune va logiquement provoquer la disparition totale de espèces dulçaquicoles qui trouveront refuge dans le réseau de canaux de drainage et d'irrigation (Crivelli, 1981).

A la salinisation de la lagune correspond la disparition du Blageon dans les divers inventaires faunistiques, y compris dans les canaux comme le Fumemorte. Dès lors et jusqu'à aujourd'hui, *Leuciscus souffia* ne semble plus présent dans le delta camarguais. En égard aux préférenda écologiques de l'espèce, c'est en toute logique que ce rhéophile caractéristique de la zone à ombre (Huet, 1949a, 1949b) n'est plus présent dans le delta.

Ainsi, tout comme le Toxostome, il apparaît nécessaire de ne pas prendre en compte cette espèce dans la rédaction du DOCOB du site Natura2000 « Camargue » SIC FR 9301592.

3.2 Hiérarchisation des enjeux

Confrontation des enjeux en fonction des espèces et des habitats.

Comprendre pour mieux gérer. Tel devrait être la devise de toute politique de gestion d'un espace naturel et des espèces qu'il abrite. Chez les poissons, et à l'échelle d'un site Natura2000, l'enjeu est de définir le rôle de tel ou tel habitat pour tout ou partie du cycle vital de l'espèce visée. En ce sens, la préservation des habitats et des espèces sont indissociables. Et lorsqu'on confronte les enjeux de conservation de plusieurs espèces, vivant sur plusieurs habitats différents, il est alors possible de définir des enjeux communs qui leur donnent alors une dimension supplémentaire.

Après avoir présenté les enjeux par espèce sur le site Natura2000 Camargue, nous allons établir une synthèse regroupant les enjeux déclinés par habitats, en précisant la fonction de ces habitats pour les espèces (Tableau 13).

Afin de faciliter la lecture et la compréhension de cette synthèse, nous regrouperons les enjeux « habitats » selon 4 critères :

- 1 = habitat prioritaire,
- 2 = habitat secondaire,
- 3 = absence,
- X = habitat fréquenté,
- ? = habitat susceptible d'être fréquenté.

En lien avec ces enjeux « habitats », nous distinguerons 4 types de fonctionnalité des milieux :

- R = reproduction,
- A = alimentation,
- S = stationnement, stabulation, refuge,
- C = corridors, déplacements.

Espèce Natura 2000	Habitats d'intérêt communautaire et Autres Habitats d'espèces importants				
	1150	1130	3150	1160	Marais
<i>Alosa fallax rhodanensis</i>	2 A S	1 A S	2 C	1 A S	2 C
<i>Petromyzon marinus</i>	2 A S	1 A S	2 C	1 A S	2 C
<i>Lampetra fluviatilis</i>	2 A S	1 A S	2 C	1 A S	2 C
<i>Rhodeus sericeus amarus</i>	3	X	1 R A	3	2 A S
<i>Chondrostoma toxostoma</i>	3	X	3	3	3
<i>Leuciscus souffia</i>	3	X	3	3	3

Tableau 13 : Interactions Habitats-Espèces sur le site Natura2000 « Camargue »

Cette matrice de croisement permet ainsi de définir le spectre écologique de chaque habitat et espèce sur le site. Ainsi, on peut dégager 2 éléments marquants :

- Pour l'**Alose** et les deux espèces de **Lamproies** (principalement *Petromyzon marinus*) : les habitats 1130 et 1160 constituent un enjeu prioritaire en termes de zone de nourricerie et de refuge pour les juvéniles. A moindre niveau, l'habitat 1150 constitue un enjeu pour l'Alose, également en termes de zones de nourricerie et de refuge pour les juvéniles (Crivelli et Poizat, 2001). Pour ces 3 espèces, la colonisation de l'habitat 1150 est uniquement fonction d'une action de l'homme.
- Pour la **Bouvière**, l'enjeu se situe sur l'habitat 3150 où elle est strictement inféodée et où elle réalise la totalité de son cycle de vie. La protection de cet habitat est donc un enjeu prioritaire pour l'espèce.

Le niveau d'enjeu dépend étroitement de l'échelle géographique à laquelle on aborde l'espèce. Dans un cadre Natura2000, l'échelle géographique retenue est l'enjeu local soit à l'échelle du site même. Mais il est généralement plus pertinent d'adopter une vision globale de l'enjeu de conservation de l'espèce, notamment pour des espèces migratrices comme l'Alose ou les Lamproies dont la problématique dépasse largement les frontières de la Camargue. Ainsi, dans notre diagnostic, l'enjeu local de conservation est défini et influencé par un état de conservation d'ordre régional, national voire européen.

Afin de hiérarchiser les enjeux de conservation par espèce, dans un souci de cohérence du futur DOCOB, ont été croisés la valeur patrimoniale de l'espèce à plusieurs échelles (notion d'état de conservation) et le risque pesant sur celle-ci, également à plusieurs degrés (Tableau 14). Ce risque traduit les menaces (effectives ou potentielles) pouvant compromettre à plus ou moins long terme la pérennité de l'espèce. La qualification du niveau d'enjeu a été établie à partir de la matrice de croisement proposer par le Cahier des Charges pour les Inventaires Biologiques (CCIB – DIREN PACA, 2007)

Espèce Natura 2000	Valeur Patrimoniale globale/locale	Risque global/local	Enjeu local de conservation
<i>Alosa fallax rhodanensis</i>	Fort/Moyenne	Moyen/Moyen	Moyen
<i>Petromyzon marinus</i>	Fort/Faible	Fort/Faible	Moyen
<i>Lampetra fluviatilis</i>	Fort/Faible	Fort/Faible	Moyen
<i>Rhodeus amarus</i>	Moyenne/Moyenne	Moyen/Moyen	Moyen
<i>Chondrostoma toxostoma</i>	Fort/Faible	Moyen/Faible	Faible
<i>Leuciscus souffia</i>	Fort/Faible	Moyen/Faible	Faible

Tableau 14 : Hiérarchisation des enjeux locaux de conservation par espèce.

4 Les objectifs de conservation

Les objectifs de conservation découlent des enjeux de conservation préalablement énoncés et constituent une reformulation des enjeux sous une forme littérale synthétique permettant de préciser le(s) but(s) poursuivi(s).

Ces objectifs doivent être fédérateurs afin d'assurer de manière pragmatique la mise en œuvre des actions visant à les atteindre. En ce sens, les objectifs qui formulés n'ont pas vocation à énumérer une liste singulière de propositions par espèce mais plutôt à regrouper les problématiques selon des axes de réflexion.

Nous discernons ainsi 3 grands objectifs à l'échelle du site Natura2000 « Camargue ».

4.1 Intégration de la problématique piscicole dans les politiques de gestion

Nous avons pu voir dans le rappel historique la complexité et l'interdisciplinarité du fonctionnement du système camarguais. Cette approche historique nous a notamment permis de comprendre les interactions contemporaines entre les espèces et les habitats Natura2000. Il a notamment été évoqué la colonisation d'origine strictement anthropique des juvéniles d'Aloses et de Lamproies à l'intérieur du delta via les stations de pompage.

Un tel constat ne doit pas nous éloigner des objectifs de ce document : décrire un état, définir des enjeux et proposer des mesures adaptées aux enjeux à l'échelle du site.

Mais tout au long de l'analyse bibliographique est apparue la déconnexion entre la connaissance scientifique (sur l'ichtyofaune) et la gestion contemporaine de la Camargue. En effet, si l'interdisciplinarité a permis une approche plus systémique des spécificités de ce milieu deltaïque, il est apparu dans le détail que certains enjeux étaient oubliés des débats (Allard *et al.*, 2001). L'enjeu piscicole en est un.

Cette hiérarchisation disciplinaire trouve son explication dans le fait que les propriétaires du sol s'octroient une légitimité historique sur la gestion du territoire qu'ils refusent aux utilisateurs des milieux humides (pêcheurs, gestionnaires). Or, ce sont bien ces derniers qui sont susceptibles de défendre l'intérêt halieutique et piscicole (Belon, 1983 ; Barthélemy, 1999).

La gestion du grau de la Fourcade en est l'illustration parfaite. Elle est objet de querelles depuis des années puisque le Grau constitue aujourd'hui la seule communication permanente entre la mer et la lagune. Ainsi, le recrutement en juvéniles d'espèces migrantes (dont l'Anguille, espèce d'intérêt patrimonial et économique fort) est strictement dépendant des priorités d'usages, de même que la sortie de la lagune à l'automne de nombreuses espèces dont l'Alose et les Lamproies.

Or, à l'heure actuelle, la problématique piscicole dans la gestion des pertuis de la Fourcade n'est pas abordée ou est abordée d'un point de vue strictement halieutique (via la CEDE). Il en va de même pour le réseau de canaux d'irrigation et de drainage dont la gestion se résume à un entretien physique sans prise en compte de l'habitat qu'il constitue pour de nombreuses espèces dont la Bouvière.

Toutefois, le but à poursuivre par un objectif Natura2000 ne doit pas être de vouloir instaurer une vision rigide et indiscutable de protection des espèces piscicoles. Ce serait oublier « l'ancestrale culture du rejet étatique de la part d'insulaires qui, à l'abri de leurs digues et de leurs traditions, intérieurisent depuis un siècle l'idée d'un particularisme camarguais qui ne doit sa notoriété qu'à leur seule action » (Picon, 2002).

L'objectif sera donc de se donner les moyens de fournir aux politiques de gestion les connaissances scientifiques permettant d'identifier plus précisément les enjeux. La prise en compte de ces enjeux sans tenir compte du particularisme camarguais est une utopie, mais des préconisations adaptées et pertinentes établies sur la base de connaissances solides sont autant de garanties à son succès.

4.2 Acquisition de connaissances en biologie et écologie

L'analyse bibliographique a mis en évidence d'importantes lacunes quant à la connaissance des espèces mais aussi des relations entre les espèces et les habitats. Ces lacunes limitent la pertinence du diagnostic et doivent donc être comblées avant toute autre programmation d'actions.

Un programme d'études décliné par espèce ou groupe d'espèces doit être rédigé à partir de la définition des enjeux de conservation. Ce programme devra tenir compte des programmes d'actions en cours à plus grande échelle (Plan de Gestion des Poissons Migrateurs, Règlement R [CE] N°1100/2007 pour la reconstitution des stocks d'Anguille européenne, Volet Qualité de la ressource et biodiversité du Plan Rhône), ce dans une logique de cohérence globale. Il sera développé plus loin.

4.3 Agir sur les certitudes

Malgré le manque de lisibilité lié aux lacunes sus-mentionnées, cette étude a mis en évidence des enjeux locaux sur lesquels nous sommes susceptibles d'intervenir dès à présent. Dans ce cadre, un programme d'actions spécifiques doit être réalisé dans les meilleurs délais afin de s'assurer de sa réussite.

Les axes prioritaires qui se dégagent sont :

- 1) Gestion hydraulique du Grau de la Fourcade,
- 2) Gestion des ouvrages hydrauliques (martellières, clapets, pompes,...),
- 3) Veille sur la qualité des eaux du système camarguais (pompages du Rhône),
- 4) Entretien des canaux (recalibrage, curage),
- 5) Maîtrise de l'activité rizicole (intrants organiques et chimiques),
- 6) Réflexion sur les échanges mer-lagune (ouverture de graus supplémentaires),
- 7) Usages sur le Golfe de Beauduc (hyperchalutage, autres loisirs).

4.4 Hiérarchisation des objectifs de conservation

Tout comme les enjeux de conservation, il est important de pouvoir évaluer des niveaux de priorité à accorder aux divers objectifs. Pour une meilleure lisibilité, les objectifs sus-cités sont représentés sous la dénomination suivante :

- Objectif n°1 = Gestion
- Objectif n°2 = Connaissance
- Objectif n°3 = Actions

Espèce Natura 2000	1) Gestion	2) Connaissance	3) Actions
<i>Alosa fallax rhodanensis</i>	*	***	**
<i>Petromyzon marinus</i>	*	***	**
<i>Lampetra fluviatilis</i>	/	***	/
<i>Rhodeus sericeus amarus</i>	***	***	***
<i>Chondrostoma toxostoma</i>	/	/	/
<i>Leuciscus souffia</i>	/	/	/

Tableau 15 : Hiérarchisation des objectifs de conservation par espèce

Priorité : *** Très élevée, ** élevée, * Moyenne, / Absence

5 Programme d'actions

5.1 *Alosa fallax rhodanensis*

Nous avons expliqué lors de la définition des enjeux par espèce que la présence de l'Alose à l'intérieur du delta camarguais était certainement liée à deux paramètres exceptionnels d'origine anthropique : les barrages hydroélectriques sur le Rhône, qui ont forcé les alooses à trouver des sites de ponte de substitution très aval de leurs sites originels et les stations de pompage du système camarguais, qui ont introduit accidentellement les juvéniles lors de leur dévalaison vers la mer.

Toutefois, depuis l'étude de Crivelli et Poizat (2001), la situation a évolué, notamment grâce aux actions mises en place dans le cadre du Plan de Gestion des Poissons Migrateurs. Ainsi, nous savons que le blocage induit par l'usine-écluse de Vallabregues (premier obstacle depuis la mer) est fortement atténué par la mise en place des éclusages

spécifiques à poissons (Roche *et al.*, 2007). Nous savons également que les aloses se reproduisent désormais chaque année dans la Cèze (Demange *et al.*, 2007) et dans l'Ardèche (Jean *et al.*, 2007).

Cette récente extension de l'aire de répartition de l'Alose sur le bassin rhodanien a probablement réduit l'activité des frayères de substitution situées sur le bas Rhône. Par ailleurs, les aloses ayant désormais accès à des frayères situées à 200 km de l'embouchure, il est fort probable que la période de dévalaison des juvéniles ait été retardée dans le temps par rapport à la période précoce de dévalaison observée par Crivelli et Poizat (2001).

Or, il faut rappeler que les stations de pompage fonctionnent principalement entre mai et août, lorsque la riziculture a un besoin important en eau pour l'inondation des terres. Ainsi, si la période de dévalaison des juvéniles d'aloises est désormais décalée dans le temps, on peut supposer que les quantités pompées sont réduites. Malheureusement, nous ne possédons pas les connaissances pour en juger. C'est pourtant bien là que l'enjeu de l'espèce dans le delta se situe.

Il serait donc intéressant de mettre en place un suivi saisonnier similaire à celui réalisé par Crivelli et Poizat (2001) afin d'observer précisément les périodes d'occurrence des juvéniles au niveau des stations de pompage et de répondre aux hypothèses pré-énoncées. Un tel suivi permettrait en outre d'aborder deux autres enjeux :

- 1) le devenir des juvéniles pompés dans les bassins polderisés (mortalités lors du repompage)
- 2) la gestion des ouvertures du Grau de la Fourcade pour la fuite hivernale vers la mer.

Concernant le 1), s'il advenait que des juvéniles d'aloises étaient toujours pompés au niveau des stations, il serait alors important de connaître de manière quantitative le nombre d'individus pompés dans les bassins poldérisés afin d'estimer précisément les pertes induites par ces pompages. Si ces quantités se révélaient être importantes, il serait alors impératif de trouver un système pour éviter, à la base, les pompages de juvéniles (grilles plus fines par exemple) ou pour permettre aux individus introduits de retourner vers le Rhône ou vers la lagune sans dommage.

Concernant le 2), Crivelli et Poizat (2001) ont montré que dès les premiers froids hivernaux, les juvéniles de l'année présents dans la lagune cherchent à partir vers la mer. Cette période, d'octobre à janvier, coïncide avec la sortie de bon nombre d'espèces marines migrantes comme le Loup (*Dicentrarchus labrax*), la Sole (*Solea solea*), la Daurade (*Sparus aurata*) mais aussi l'Anguille (dévalaison des argentées). Ces espèces, à haute valeur économique et patrimoniale, devraient également inciter les gestionnaires (représentés dans la Commission Exécutive de l'Eau) à mieux adapter la gestion des vannes hydrauliques aux besoins naturels d'entrées et de sorties de la lagune (Kraft, 2001 ; Heurteaux, 1971). De plus, il serait intéressant de profiter de la configuration particulière du système d'échanges mer/lagune pour mettre en place un protocole de piégeage quantitatif des sorties hivernales afin d'obtenir le nombre réel d'aloises transitant par le delta. Un tel chiffre permettrait alors de mieux appréhender la contribution de ces juvéniles « camarguais » au recrutement total de l'espèce.

En parallèle, il apparaît primordial d'appuyer les projets en cours au sein du PNR et de la CEDE concernant la réouverture d'anciens graus, notamment celui de La Comtesse pour lequel une réflexion concertée a d'ores et déjà été engagée (Comm. pers., Marche S. - PNR Camargue ; CEDE, 2007). Le rétablissement de la fonctionnalité du pertuis de la Comtesse assurerait de plus amples échanges mer/lagune, notamment avec la partie sud-est du delta. De plus, le pertuis se situant au droit du golfe de Beauduc, qui semble constituer une zone de nourricerie pour nombre d'espèces marines (Heloin, 2004 ; Vacquier,

2007), cela permettrait d'accroître considérablement le recrutement en juvéniles dans le système et de garantir les chances de sortie vers la mer pour les alosons.

Toutefois, la rareté des captures dans les différents suivis ichthyologiques de longue chronologie (Tour du Valat, Réserve Naturelle) devra être prise en compte lors de la rédaction du DOCOB et de la priorisation des actions à mettre en place.

Au-delà des frontières strictes du site Natura2000, il faut signaler un manque de connaissances très important sur le rôle du contexte unique « estuaires du Rhône, lagune du Vaccarès, Golfe de Beauduc » en Méditerranée occidentale sur la dynamique intra-populationnelle de l'Alose feinte du Rhône mais aussi sur bien d'autres espèces migrantes marines.

Concernant l'Alose, il pourrait être intéressant d'orienter les recherches sur la stratégie d'utilisation de ces trois types d'habitats par les juvéniles et la description de la phase marine chez les adultes. Concernant les autres espèces (valeur patrimoniale et économique), les recherches devraient s'axer sur la définition du rôle des différents habitats en tant que zone de nourricerie afin d'identifier des secteurs nécessitant une protection particulière. Ces données sont à l'heure actuelle quasi-absentes de la littérature scientifique (Darnaude, 2003) et de tels travaux pourraient voir s'associer gestionnaires (PNRC), chercheurs (MRM, Tour du Valat, laboratoires universitaires) et acteurs locaux (pêcheurs professionnels) pour un même objectif de gestion raisonnée des stocks et des habitats.

Enfin, il nous est apparu primordial de développer nos connaissances sur la condition sanitaire des populations d'aloises feintes du Rhône, d'évaluer les risques en termes de pérennité de l'espèce mais aussi la qualité des milieux aquatiques récepteurs et la dynamique des populations (via la lecture parasitaire). De telles connaissances permettent également de mieux appréhender l'étiologie et l'épidémiologie de certaines pathologies devant faire l'objet de surveillances particulières en raison de l'intérêt majeur qu'elles présentent sur les plans écologique, économique et/ou sanitaire (Amilhat, 2007).

Ainsi, un réseau d'épidémirosurveillance pourrait être mis en place avec l'appui pratique des pêcheurs professionnels et l'expertise de laboratoires vétérinaires spécialisés. Un tel réseau pourrait d'ailleurs s'intégrer à un projet de plus grande ampleur, notamment à l'échelle du bassin rhodanien dans le cadre du PLAGEPOMI 2009-2013.

5.2 *Petromyzon marinus*

A l'échelle du site Natura2000, nous avons vu précédemment que l'enjeu de conservation de l'espèce était relativement faible, eu égard au fait que la zone deltaïque est un exutoire forcé de transition pour les ammocètes pompés dans le Rhône lors de leur dévalaison.

Ainsi, le point le plus important est d'assurer aux individus introduits, la possibilité de rejoindre la mer sans dommage. On retrouve donc ici les mêmes actions à mettre en œuvre que pour les juvéniles d'alosons qui doivent également rejoindre la mer.

En parallèle, un suivi quantitatif des sorties hivernales de la lagune vers la mer par les pertuis de la Fourcade permettrait de connaître le nombre d'ammocètes introduites dans le delta. Ce serait également l'opportunité de disposer d'individus pour en apprendre d'avantage sur les traits d'histoire de l'espèce, opportunité non négligeable quand on connaît les difficultés actuelles à disposer de spécimens de Lamproie marine (Crivelli et Delhom, 2008).

Par ailleurs, une réflexion est en cours sur l'apparente raréfaction de l'espèce sur ces dernières décennies. En effet, il est supposé que les ammocètes, du fait de leur vie benthique et de leur mode de nourriture, puissent être particulièrement exposées aux contaminations à la fois parasitaires et toxiques, par phénomènes de bioconcentration et/ou de bioaccumulation. Il apparaît donc indispensable à court terme d'évaluer l'état sanitaire des ammocètes, notamment celles dévalant le bassin rhodanien.

Enfin, devrait être développé sur le site Natura2000 « Camargue », un suivi halieutique en routine auprès de tous les pêcheurs professionnels pratiquant en mer, dans la lagune ou sur le fleuve, et ce dans l'objectif de recueillir un maximum d'informations sur le statut de l'espèce. Un tel suivi pourrait être mis en place sous forme de fiches de capture (contraintes faibles pour le pêcheur puisque les captures sont d'ordre exceptionnel) ou d'enquête téléphonique.

A noter que concernant la Lamproie fluviatile, aucune action spécifique n'est proposée. L'unique objectif est aujourd'hui d'être en mesure de trancher sur le statut de l'espèce sur le bassin Rhône Méditerranée et Corse. Le suivi halieutique pourrait apporter des éléments de réponses.

5.3 *Rhodeus amarus sericeus*

La Bouvière est une espèce strictement inféodée au milieu dulçaquicole, ce qui signifie qu'en Camargue, son aire de répartition se limite au réseau de canaux de drainage et d'irrigation. La pérennité de l'espèce dépend donc 1) du maintien des apports d'eau douce (et donc de l'activité rizicole), 2) de la qualité (physique, biologique et chimique) du seul milieu où elle évolue, 3) de la connectivité du réseau de canaux (notion de brassage intrapopulationnel) et 4) du maintien de son hôte notamment en lien avec l'expansion d'espèces allochtones (ragondins, rats musqués, écrevisses...).

Le maintien des apports dulçaquicaux dépend uniquement d'une activité économique qui sort du cadre d'actions Natura2000. Aucune action concrète n'est ainsi préconisée.

En revanche, il est possible d'agir sur la qualité de ces apports dulçaquicaux qui proviennent du Rhône en s'assurant dans un premier temps de l'état de la charge polluante introduite par les eaux du fleuve (De Groot et Golterman, 1999). Dans un second temps, il est nécessaire de contrôler l'activité agricole locale et ses apports en éléments chimiques qui cheminent jusqu'aux eaux superficielles où se développe la Bouvière (Gonzalez et Desauziers, 1999). Il serait intéressant de proposer une évaluation du niveau de contamination de cette population, dans différents canaux afin de mieux appréhender les effets de bioaccumulation en micropolluants dont les effets sur le métabolisme sont nombreux (Buet *et al.*, 1998 et 2001 ; Roche *et al.*, 2000, 2001, 2002, 2003 et 2004)

Par ailleurs, il est impératif de repenser la gestion physique des canaux, notamment lors des opérations de curage, qui actuellement ne prennent pas en compte la fonctionnalité écologique de ce milieu. Il faut rappeler à ce propos que d'autres espèces y évoluent dont la Cistude d'Europe, autre espèce d'intérêt communautaire. Ainsi, pourrait être développé un cahier des charges d'entretien de ces canaux qui serait adressé aux gestionnaires de ce réseau afin de sensibiliser sur les impacts de leurs interventions.

Le réseau très complexe de canaux est jalonné de petits ouvrages hydrauliques qui déconnectent les habitats entre eux et peuvent causer des dommages physiques (pompes). Concernant la Bouvière, il est important pour la pérennité de l'espèce qu'il y ait un brassage suffisant au sein de la population pour assurer la rusticité des individus. La CEDE a réalisé en 2007 un inventaire de ces ouvrages avec un descriptif fonctionnel sommaire et une

cartographie (Pellegrin, 2007). Ce travail pourrait être une base de réflexion et de gestion concertée, notamment au sein de la CEDE avec une prise en compte des exigences biologiques des espèces piscicoles. Dans ce cadre, il faut signaler l'importance d'une telle gestion pour l'Anguille européenne qui, au stade argenté, dévale à l'automne vers la mer pour rejoindre son unique lieu de reproduction, en mer des Sargasses. Une mauvaise gestion des ouvertures des martellières et autres clapets au moment de la dévalaison peut engendrer des mortalités très fortes chez l'espèce qui, à ce stade, a une obligation morphologique vitale de rejoindre la mer.

La prédation sur la Bouvière, et plus particulièrement sur son hôte, par des espèces allochtones invasives est également un danger réel en Camargue. En l'état des connaissances, il est impossible d'estimer le préjudice de cette prédation. Toutefois, la maîtrise de l'extension démographique de ces espèces ne peut être que bénéfique à la Bouvière, mais également à la diversité biologique du site, et à l'état de système de canaux (Costa, 2005 ; Cesco *et al.*, 2001).

Comme pour les autres espèces piscicoles d'intérêt communautaire, il faut rappeler la nécessité d'obtenir une meilleure connaissance de l'espèce qui depuis Johnson en 1980 n'a plus fait l'objet d'attention scientifique particulière. Pourtant, sa biologie, son écologie et l'étendue de son aire de répartition son très mal connues.

Soulignons également la nécessité de travailler sur le Golfe de Beauduc, longtemps négligé par les gestionnaires et les scientifiques mais qui représente pourtant une grande diversité biologique (Harmelin-Vivien, 1984 ; Heloin, 2004 ; Vacquier, 2007) et une particularité écologique au droit du delta du Rhône. Il semble donc important que soit engagé un travail approfondi sur les peuplements ichtyologiques de cette zone afin d'estimer précisément son rôle écologique et de mettre en place, si cela se révèle nécessaire, des mesures de protection efficaces.

Evoquons enfin l'enjeu « Anguille », qui, si elle ne figure pas dans l'Annexe II de la Directive « Habitats », représente aujourd'hui une priorité de conservation à l'échelle européenne à travers un règlement européen de reconstitution des stocks. A l'échelle de la Camargue, elle représente également un enjeu économique fort puisque près d'une vingtaine de pêcheurs professionnels déclarent en vivre (Barthélemy et Roche, 2002 ; Abdallah, 2008). Son intégration aux préoccupations du futur DOCOB apparaît ainsi incontournable. Les actions doivent se placer en cohérence avec les programmes déjà en cours sur le delta, notamment concernant la problématique du recrutement en civelles (Crivelli *et al.*, 2007), l'état sanitaire de la population (Lefebvre *et al.*, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 et 2007) et l'approche dynamique initiée à travers la mise en place d'un modèle de dynamique de population (Bevacqua *et al.*, 2007 ; Melia *et al.*, 2006)).

5.4 Synthèse des actions préconisées

- 1) Mise en place d'un suivi au niveau des stations de pompage afin d'évaluer les introductions de juvéniles d'aloises et de lamproies à l'intérieur du delta (nombre, période d'occurrence, caractéristiques biométriques),
- 2) Suivi quantitatif des sorties hivernales de la lagune vers la mer au droit des pertuis de la Fourcade afin de dénombrer précisément les aloises et les lamproies sortant du système deltaïque (intérêt également pour l'Anguille européenne),
- 3) Rétablir la fonctionnalité d'anciens graus (pertuis de la Comtesse et de Rousty) afin d'améliorer les échanges mer-lagune (Miller *et al.*, 1990),
- 4) Réflexion sur le devenir des individus introduits par les pompages dans les bassins poldérisés (évaluation des mortalités par repompage),
- 5) Etude sur la stratégie d'utilisation des habitats n°1130, 1150 et 1160 par les juvéniles d'*Alosa fallax rhodanensis*,

- 6) Etude de la phase marine des adultes d'*Alosa fallax rhodanensis*,
- 7) Etude sur le rôle des habitats n°1130, 1150 et 1 160 dans le recrutement annuel des espèces marines d'intérêt patrimonial et/ou économique (mises en place de zones « réserves » pour les milieux de nursing et de nourriceries),
- 8) Développer un réseau d'épidémirosurveillance des espèces piscicoles (aloises, ammocètes de lampreys, anguilles, bouvières),
- 9) Mise en place d'un suivi halieutique auprès de la population de pêcheurs professionnels pour acquérir des données sur les populations de lampreys migratrices,
- 10) Veiller à la qualité des eaux introduites dans le delta,
- 11) Maîtriser les intrants de l'activité agricole,
- 12) Etablir un cahier des charges d'entretien physique des canaux afin de limiter son impact sur le milieu et son fonctionnement,
- 13) Intégrer au niveau de la CEDE une gestion des petits ouvrages hydrauliques adaptée aux exigences biologiques des espèces piscicoles telles que la Bouvière ou l'Anguille européenne,
- 14) Maîtriser le développement des espèces allochtones dites invasives et connaître son impact de prédation sur la Bouvière et son hôte vital,
- 15) Etude spécifique sur la biologie, l'écologie et l'aire de répartition de la Bouvière dans le réseau de canaux du site Natura2000 « Camargue »,
- 16) Mettre en place un programme d'études sur les peuplements ichtyologiques du Golfe de Beauduc,
- 17) Intégration de l'enjeu « Anguille » aux préoccupations du futur DOCOB.

Conclusions

Dans un premier temps, ce travail a permis d'actualiser la liste des espèces d'intérêt communautaire présentes sur le site « Camargue ». Ainsi, 3 espèces ne justifient pas leur prise en considération dans l'élaboration du futur DOCOB. En effet, par leur absence dans les inventaires ou par leur disparition ancienne sur le site (liée aux bouleversements écologiques caractéristiques du delta camarguais), *Lampetra fluviatilis*, *Chondrostoma toxostoma* et *Leuciscus souffia* n'ont pas été traités dans ce dossier ou avec une moindre importance.

Concernant les 3 autres espèces, le manque de connaissances fondamentales a compliqué la définition des enjeux de leur conservation au niveau local. Il apparaît ainsi important de programmer dans un premier temps une série d'études visant à mieux connaître le rôle des différents habitats du site « Camargue » dans la dynamique de population de ces espèces, et ce à plusieurs échelles spatiales.

Toutefois, l'étude a mis en évidence la nécessité d'intégrer les problématiques inhérentes à l'ichtyofaune au sein des politiques de gestion. La gestion hydraulique du grau de la Fourcade, les orientations futures des connexions mer-lagune, les usages agricoles, l'entretien du réseau de canaux, ou encore la réglementation de la pêche professionnelle doivent ainsi considérer ce paramètre supplémentaire à partir d'éléments scientifiques solides.

Il faut rappeler à ce sujet que les orientations du futur DOCOB, en termes de conservation de l'ichtyofaune, devront tenir compte du particularisme camarguais et de son interdisciplinarité qui complexifie les prises de décisions et leur mise en pratique. En ce sens, les enjeux ont été traités dans ce dossier dans l'objectif de définir des orientations de gestion fédératrices et non singulières.

Ainsi, les axes de réflexion et les actions proposées ont vocation à défendre un fonctionnement systémique, et non une conservation spécifique. De plus, il n'est pas sans rappeler que certaines espèces piscicoles ont une valeur économique forte à l'échelle du site (Anguille notamment) et que des actions simples et concertées peuvent mener à terme à une préservation de la richesse ichthyologique du site et à un maintien d'une exploitation économique raisonnée et durable.

L'importance écologique du site Natura2000 « Camargue » pour le peuplement piscicole n'est plus à prouver mais les points de questionnement sont encore nombreux concernant le recrutement des juvéniles dans les différents types d'habitats, certains éléments de la biologie de nombreuses espèces, les processus d'échanges et de migrations entre les habitats ou encore l'état sanitaire des populations.

Le futur DOCOB doit donc répondre en partie à ces questions et agir sur les éléments de connaissances acquis afin de garantir la pérennité des espèces et des habitats dans une gestion concertée et lucide du territoire auquel elle s'applique.

Bibliographie

ABDALLAH Y., 2007. *Suivi de la pêcherie d'Alose feinte du Rhône (Alosa fallax rhodanensis, Roule 1924) sur le bassin du Rhône. Campagne d'études 2007.* Association Migrateurs Rhône Méditerranée. 75 p.

ABDALLAH Y., 2008. *État des lieux de la pêcherie professionnelle à l'Anguille (Anguilla anguilla) en Région Provence-Alpes-Côte d'Azur.* DIREN RMC, CRPMEM PACA, Fondation Tour du Valat, PNR Camargue, Association Migrateurs Rhône Méditerranée.

AGUESSE P., BIGOT L., 1960. *Observations floristiques et faunistiques de Moyenne Camargue : la Basse-Salée de la Tour du Valat.* Vie et Milieu Tome 11 fascicule 2. 284-307 p.

AGUESSE P., MARAZANOF F., 1965. *Les modifications du milieu aquatique de Camargue lors de ces trente dernières années.* Annales de Limnologie Vol. 1. 163-190 p.

AGUESSE P., MARAZANOF F., 1966. *L'évolution récente de la faune aquatique des étangs de Camargue.* La Terre et la Vie Vol. 3. 338-345 p.

ACOU A., POIZAT G., LEFEBVRE F., PANFILI J., CONTOURNET P., CRIVELLI A.J., 2003. *Silvering of female eels (Anguilla anguilla) in two sub-populations of the Rhône delta.* Bulletin français de Pêche et de Pisciculture. Vol. 368. 55-68p.

ALLARD P., BARDIN O., BARTHELEMY C., PAILHES S., PICON B., 2001. *Eaux, poissons et pouvoirs: Un siècle de gestion des échanges Mer-Lagune en Camargue.* Natures sciences sociétés : (Montrouge). Vol.9 n°1. 5-18 p. (14)

ALLARD P. et al, 2002. *L'Histoire de la Camargue au péril des reconstitutions identitaires.* Faire-savoirs n° 17-79 p.

ALLARDI J., KEITH P., 1990. *Atlas préliminaire des poissons d'eau douce de France.* Collection Patrimoines Naturels, vol. 4, Secrétariat Faune Flore. MNHN, Paris, 234 p.

AMILHAT E., 2007. *Etat sanitaire de l'anguille européenne Anguilla anguilla dans le bassin Rhône-Méditerranée et Corse : synthèse bibliographique.* Rapport Pôle lagunes et Cépralmar. CBETM, Université de Perpignan. 88 p.

APPELGATE V.C., 1950. *Natural history of the sea lamprey, Petromyzon marinus, in Michigan.* U.S. Fish and Wildlife Service Special Science Report n°55. 237 p.

APRAHAMIAN M.W., 1988. *The biology of the twaite shad, Alosa fallax fallax (Lacépède), in the Severn Estuary.* Journal Fish Biology n°33 (Suppl. A). 141-152 p.

APRAHAMIAN M.W., 1982. *Aspects of the biology of the twaite shad, Alosa fallax fallax in the rivers Severn and Wye (Britain).* Ph. D thesis, University of Liverpool. 372 p.

AUBERT D., 1998. *La circulation des eaux dans le système Vaccarès. Approche hydrodynamique.* Rapport de thèse. Université de Montpellier II.

BARDIN O., 1994. *Facteurs régulant les échanges piscicoles entre la mer et les étangs centraux de Camargue.* Rapport de DEA, Université Aix-Marseille III. 31p.

BARDIN O., 2002. *Dynamique des peuplements piscicoles colonisant les milieux estuariens et lagunaires du Delta du Rhône. Étude de deux cas : le domaine de la Palissade et le Pertuis de la Fourcade.* Université d'Aix-Marseille, Thèse de Doctorat.

BAROUX, B., 1984. *Observations sur la faune ichthyologique des étangs du domaine de la Palissade (Camargue). Méthodologie, inventaire, évolution de la communauté piscicole.* Université des Sciences et Techniques du Languedoc. CEMAGREF. 124p.

BARRAL M., 2002. *État de lieux de la circulation piscicole sur les affluents de Rive gauche du Rhône et les fleuves côtiers méditerranéens. Fiches descriptives espèces.* Association Migrateurs Rhône Méditerranée. 33p.

BARTHELEMY C., 1999. *Pêches et pêcheurs en Camargue : État des lieux 1999.* Arles, Parc Naturel Régional de Camargue. 96 p.

BARTHELEMY C., ROCHE J., 2002. *Pêches et pêcheurs en Camargue.* Courrier du Parc n°52-53. Parc Naturel Régional de Camargue. 88 p.

BATTY J., PAIN D., CAURANT F., 1996. *Metal concentrations in eels *Anguilla anguilla* from the Camargue region of France.* Biological conservation Vol. 76. 17-23 p.

BEGOT D., 1976. *La Camargue dans la première moitié du XIX^{ème} siècle. Essai d'étude sociale.* Rapport de thèse, Université de Provence. 425 p.

BELLAN-SANTINI D., LACAZE J.C. POIZAT C., 1994. *Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée, synthèse, menaces et perspectives.* Eds. Coll. Patrimoines naturels, vol.19, Secrétariat Faune Flore, MNHN Ministère de l'Environnement. 246 p.

BELON D., 1983. *La pêche en Camargue. Histoire et situation actuelle de la pêche professionnelle aux Saintes Maries de la Mer.* Arles, Parc Naturel Régional de Camargue. 131 p.

BEVACQUA D., MELIA P., CRIVELLI A.J., GATTO M., DE LEO G.A., 2007. *Multi-objective assessment of conservation measures for the European eel (*Anguilla anguilla*): an application to the Camargue lagoons.* ICES Journal of Marine Science Vol. 64. 1483-1490 p.

BOISNEAU P., MENNESSON-BOISNEAU C., BAGLINIERE J.L., 1990. *Description d'une frayère et comportement de reproduction de la grande alose (*Alosa alosa L.*) dans le cours supérieur de la Loire.* Bull. Fr. Pêche Piscic. (316) : pp 15-23.

BOUCHON-BRANDELY, 1876. *Rapport sur la situation du littoral français de la Méditerranée, au point de vue de la pêche, de la pisciculture et de la conchyliculture.* Rapport de la commission sénatoriale d'enquête du repeuplement des eaux. Imprimerie du Sénat. 213 p.

BOURQUARD C., 1985. *Structure et mécanismes de mise en place, de maintien et d'évolution des peuplements ichthyologiques du Golfe du Lion.* Thèse de 3^{ème} cycle. Université de Montpellier. 298p. + annexes

BRITTON R.H., JOHNSON A.R., 1987. *An ecological account of a Mediterranean salina : the Salin-de-Giraud, Camargue (France).* Biological Conservation Vol. 42. 185-230 p.

BRL Ingénierie, 2004. *Diagnostic préalable pour une gestion halieutique dans la zone marine du PNR de Camargue.* 81 p.

BRUN G., 1967. *Étude écologique de l'estuaire du « Grand Rhône ».* Bulletin de l'Institut Océanographique de Monaco n°1371 (66). 2 0-27p.

BUET A., ROCHE H. , ANHEIM S. , RAMADE F., 2001. *Méthode d'évaluation du niveau de contamination par des polluants organiques persistants des communautés de la réserve de biosphère de Camargue.* Ichtyophysiologica acta. Vol.23. 57-70p. (14)

BUET A., ROCHE H., HABERT H., CAQUET T., RAMADE F. 1998. *Évaluation du niveau de contamination par les micropolluants organiques des poissons de la réserve de biosphère de Camargue : Proposition d'un plan expérimental pour la validation de biomarqueurs utilisables in situ.* Ichtyophysiologica acta. Vol. 21. 61-76 p. (16)

CASSOU-LEINS J.J., 1995. *L'aloise de l'Aude. Suivi de la reproduction (1983-1995). Eléments de réflexion pour une décision d'arrêté de biotope.* Rapport Institut National Polytechnique - E.N.S.A.T., 12 p + annexes.

CASSOU-LEINS F., CASSOU-LEINS J.J., 1986. *Réserve naturelle de la frayère d'Alose - Etude des oeufs de la grande Alose (*Alosa alosa L.*) : répartition et dérive, taux de mortalité, influence des pollutions.* Rapport ENSA Toulouse, Laboratoire d'Ichtyologie appliquée : 12 p et annexes.

CEMAGREF Montpellier, 1989. *Étude écologique des étangs centraux de la Camargue : Le Vaccarès et les Impériaux.* CR 1989. CEMAGREF Montpellier. Parc Naturel Régional de Camargue.

CESCO H., LAMBERT A., CRIVELLI A. J. 2001. *Pseudorasbora parva (Téléostéen, Cyprinidae) espèce invasive, nouvel agent du maintien et de la dissémination de l'anguillicolose en France.* Parasite : (Paris). Vol. 8 n°1. 75-76 p. (2)

CHANGEUX T., PONT D., 1995. *Current status of the riverine fishes of the French Mediterranean basin.* Biological conservation. Vol.72 n°2. 137-158 p.

CHAPPAZ R. & BRUN G., 1993. *Données nouvelles sur la biologie et l'écologie d'un poisson cyprinidé du sud de l'Europe *Leuciscus (Telestes) soufia* Risso, 1826.* Comptes rendus de l'Académie des sciences, Paris, série III, 316 : 35-41.

CHAPPAZ R., BRUN G. OLIVARI G. 1989. *Données nouvelles sur la biologie et l'écologie d'un poisson Cyprinidé peu étudié *Chondrostoma toxostoma* (Vallot, 1836).* Comparaison avec *Chondrostoma nasus* (L., 1766). C.R. Académie des Sciences de Paris. n°309 (Série III). 181–186 p.

CHAUVELON P., 1998. *A wetland managed for agriculture as an interface between the Rhône river and the Vaccarès lagoon (Camargue, France): transfers of water and nutrients.* Hydrobiologia. 181-191 p.

CHAUVELON P., 1996. *Hydrologie quantitative d'une zone humide méditerranéenne aménagée : le bassin de Fumemorte en Grande Camargue, delta du Rhône.* Thèse de Doctorat, Université de Montpellier II. 275 p.

CHAUVELON P., POIZAT G., CRIVELLI A.J., 1996. *Hydro-agricultural management on the Rhône river delta, France : consequences on dissolved and solid fluxes, potential impact on fish population.* Second International Symposium on Habitat Hydrolics, Quebec. 167-176 p.

CHAUVELON P., MATHEVET R., 2002. *Carrefour des eaux à l'interface nature-société : l'hydrosystème camarguais.* Faire Savoirs n°2. 57-64 p.

CHIAPPI, 1933. *Note su alcuni stadi di aviluppo dell'agone introdotto nei laghi laziali, e della cheppia del Tevere.* Boll. Pesca, Piscic. Idrobiol. N°9. 1052-1061 p.

CIERESKO A., BABIAK I., DABROWSKI K., 2004. *Efficacy of animal anti-fertility compounds against sea-lamprey (*Petromyzon marinus*) spermatozoa.* Theriogenology n°61. 1039-1050 p.

Collectif, 2007. *Synthèse bibliographique : Bilan des connaissances faunistiques et floristiques de la vallée de la Durance. De la Confluence Rhône-Durance au lac d'Espinasse.* Syndicat Mixte d'Aménagement de la Vallée de la Durance. Naturalia, GOMILA H., Maison Régionale de l'Eau. 40 p. + annexes.

Collectif, 2002. *Contrat de Delta Camargue. Dossier préalable de candidature.* Arles, Parc Naturel Régional de Camargue. 161 p. + Annexes.

Collectif, 1993. *Schéma de Mise en Valeur de la Mer en Camargue.* Office Régional de la Mer. 96p.

Commission Exécutive de l'Eau de Camargue, 2007. *Plan d'actions 2007-2012, évolutions et perspectives.* Version 2. Réserve Nationale de Camargue, Parc Naturel Régional de Camargue, DESMID et DDAF 13. 53 + annexes

COSTA C., 2005. *Atlas des espèces invasives présentes sur le périmètre du Parc Naturel Régional de Camargue.* École des Métiers de l'Environnement de Rennes / Parc Naturel Régional de Camargue. 220 p.

COSTEDOAT C., PECH N., CHAPPAZ R., SALDUCCI M. D., LIM P., GILLES A. 2004. *Étude de l'hybridation introgressive entre *Chondrostoma t. toxostoma* et *Chondrostoma n. nasus* (Téléostéen, Cyprinidae) en utilisant une approche multiple.* Cybium Vol.28 (Suppl.). 51–61 p.

COURTOT J.C., 2002. *A la découverte des poisons et des pêches en Camargue.* Arles, Parc Naturel Régional de Camargue. 20 p.

CRIVELLI A. J., DELHOM J., 2008. *Étude de la population de lamproies du Rhône en aval de Vallabrègues et sur le Gardon. Campagne 2007.* Association Migrateurs Rhône-Méditerranée.

CRIVELLI A.J., VANEL N., CONTOURNET P., LEBEL I., 2007. *Étude de l'amélioration du recrutement en civelles de la lagune du Vaccarès. Campagne 2007.* Association Migrateurs Rhône-Méditerranée & Station Biologique de la Tour du Valat.

CRIVELLI A.J., POIZAT G., 2001. *Timing of migration and exceptional growth of YOY *Alosa fallax rhodanensis* (Roule, 1924) in a lagoon in southern France.* Bulletin français de Pêche et de Pisciculture. Vol. 362-363. 761-772 p.

CRIVELLI A.J., 1981. *Les peuplements de poissons de la Camargue.* Revue d'écologie (Terre et Vie). Vol. 35. 617-671p.

CRIVELLI A.J., 1979. *Contribution à l'écologie de la Carpe, Cyprinus carpio L., dans les étangs de Camargue, dans le sud de la France.* Thèse de Doctorat, Université Paris VI.

CROZE O., LARINIER M., 2001. *Libre circulation des poissons migrateurs.* Guide Technique n°4 - SDAGE RMC, 51 p.

CSP, 1998a. Note du service concernant les carnets de captures aux engins sur le domaine public fluvial du Rhône deltaïque. Service technique du Conseil Supérieur de la Pêche, Direction Générale (Paris). 7p. + annexes.

CSP, 1998b. Note du service concernant les carnets de captures aux engins sur le domaine public fluvial du Rhône aval. Service technique du Conseil Supérieur de la Pêche, Direction Générale (Paris). 9p. + annexes.

DARNAUDE A., 2003. *Apports fluviaux en zone côtière et réseaux trophiques marins benthiques : transfert de matière organique particulaire terrigène jusqu'aux poissons plats au large du Rhône.* Thèse de Doctorat en Biosciences de l'Environnement, Chimie et Santé. Université Aix - Marseille II, Centre d'Océanologie de Marseille (UMR CNRS DIMAR 6540). 373 p.

DE GROOT, C.-J., 1991. *Analyse de la qualité de l'eau en Camargue du Rhône au système Vaccarès.* In C. Rendu Scient. SNPN Réserve de Camargue, Tour du Valat (unpublished report).

DE GROOT C. J., GOLTERMAN H., 1999. *Le risque d'eutrophisation de l'Étang de Vaccarès et des marais de la Camargue (Delta du Rhône, France).* Ecologie : (Brunoy). Vol.30 n°2. 91-100 p. (10)

DELHOM J., LEBEL I., VERDOT G., 2008. *Mise en place d'un réseau de surveillance de captures de lamproies et de grands salmonidés sur le bassin Rhône-Méditerranée-Corse. Campagne 2007.* Association Migrateurs Rhône-Méditerranée.

DEMANGE H., ROURE F., DELHOM J., JOUFFRET S., 2007. *Suivi 2007 de la reproduction d'Alosa fallax rhodanensis sur la Cèze.* GECO Ingénierie, Association Migrateurs Rhône Méditerranée.

DENOUEX A., DEHLOM J., 2008. *Etude des populations de lamproies migratrices sur le Rhône aval (13) et le bas Gardon (30).* Rapport de stage de Master GESMARE 2^{ème} année. Université Paul Verlaine-Metz et Association Migrateurs Rhône Méditerranée. 64 p. + annexes.

DIREN PACA, 2007. *Inventaire et cartographie des habitats naturels et des espèces végétales et animales dans les sites Natura2000 de la région Provence-Alpes Côte d'Azur.* Cahier des Charges pour les Inventaires Biologiques (CCIB). Document Final, Version 2. 50 p.

DORIER A., 1957. *Répartition du barbeau méridional dans le sud-est de la France.* Trav. Lab. Hydrobiol. Pisc. Grenoble, Vol. n°48-49. 141-149 p.

DOTTRENS E., 1952. *Les poissons d'eau douce d'Europe.* Delachaux et Niestlé. 2 Volumes.

DOUCHEMENT C., 1981. *Les aloses des fleuves français, Alosa fallax Lacépède, 1803 et Alosa alosa Linné, 1758. Biométrie, Ecologie, Autonomie des populations.* Thèse de Doctorat, Université Montpellier II. 275 p.

DUCASSE J., LEPRINCE Y., 1980. *Etude préliminaire de la biologie des lampreys dans les bassins de la Garonne et de la Dordogne.* CTGREF Bordeaux, Division ALA/ENIOTEF. Mémoire ENIOTEF-CEMAGREF Bordeaux. 151 p.

GALLOIS C., 1947. *Aménagement du Rhône Vivarais par la Compagnie Nationale du Rhône.* Bull. Fr. Pêche Piscic. n°146. 25-34 p.

GANDOLFI-HORNYOLD A., 1931. *Observations sur la petite Anguille de l'étang du Vaccarès.* Bull. Soc. Acclim. Fr. Vol. 78. 196-204 p.

GENDRE L., MENELLA J.Y., CORRAO B., 1997. *Suivi de la dévalaison des alosons. Campagne d'étude 1995.* Association Migrateurs Rhône Méditerranée. 40 p.

GONZALEZ C., DESAUZIERS V., 1996. *Recherche de polluants organiques dans les eaux du Parc Naturel Régional de Camargue.* Rapport de synthèse. École des Mines d'Alès. 54 p.

GOURRET P., 1897. *Les étangs saumâtres du Midi de la France et leurs pêcheries.* Museum d'Histoire Naturelle de Marseille. 386 p.

HARDISTY M.W., POTTER I.C., 1971. *The biology of the lampreys.* Vol.I. Academic Press, New York. 423 p.

HARMELIN-VIVIEN M., 1984. *Résultats des prélèvements à Faraman et dans le golfe de Beauduc.* 2p.

HELOIN Y., 2004. *Pré-inventaire qualitatif et premiers travaux sur la dynamique des poissons du golfe de Beauduc (Camargue-France).* Rapport de stage de Maîtrise - Biologie des Populations et des Ecosystèmes. Université de Rennes 1, Agence de l'Eau, Région PACA, Parc Naturel Régional de Camargue. 62 p. + annexes

HELOIN Y., 2005. *Étude de faisabilité d'une Aire Marine Protégée dans la zone marine du Parc Naturel Régional de Camargue.* 133p.

HELOIN Y., 2005. *Richesse biologique de la zone marine du Parc Naturel Régional de Camargue : compilation de résultats obtenus entre 1955 et 2004.* Rapport annexe à l'étude de faisabilité d'une Aire Marine Protégée dans la zone marine du Parc Naturel Régional de Camargue. 61 p.

HEURTEAUX P., 1975. *Histoire géologique de la Camargue.* Courrier de la nature n° 35. 5-17 p.

HEURTEAUX P., 1971. *Examen des différents aménagements hydrologiques envisageables susceptibles d'améliorer la pêcherie des Impériaux.* Rapport cyclostylé. 8p.

HEURTEAUX P., 1962. *L'eau et le sel en Camargue. Position du problème et résultats des premières recherches.* La Terre et la Vie Vol. 16. 11-33 p.

HEURTEAUX P., CROMBE O., TONI C., 1992. *Essai de quantification de l'eau d'irrigation introduite en Grande Camargue notamment par la riziculture.* Ecologia Mediterranea. Vol.17. 31-48 p.

HOESTLAND H., 1948. *Fécondation artificielle et incubation chez un téléostéen* *Paralosa rhodanensis* Roule. Ann. Stat. Cent. Hydrobiol. Appl. N°2. 223-228 p.

HOESTLAND H., 1958. *Reproduction de l'alosa atlantique (Alosa alosa L.) et transfert au Bassin méditerranéen.* Verh. Internat. Ver. Limnol. N°13. 736-742 p.

HOLCIK J., 1990. *Rhodeus sericeus* (Pallas, 1776). In BANARESCU P. (ed.), Freshwater Fishes of Europe. Vol. 5. (sous presse).

HUET M., 1949 a. *Appréciation de la valeur piscicole des eaux douces.* Travaux de la Station de Recherches de GROENENDAAL, série D, n°1 0, 75 p.

HUET M., 1949 b. - *Aperçu des relations entre la pente et les populations piscicoles des eaux courantes.* Revue Suisse d'Hydrologie, XI, 3-4, 332-351 p.

HUSSAKOV L., 1912. *The spawning habits of the sea lamprey, Petromyzon marinus.* Am. Nat. n°46. 729-740 p.

JEAN G., DOUBLET D., DELHOM J., 2007. *Rapport de synthèse du suivi 2007 de la reproduction de l'Alose feinte du Rhône dans la rivière Ardèche.* Syndicat de Gestion des Gorges de l'Ardèche, Fédération de Pêche de l'Ardèche, AAPPMA de Burzet, Association Migrateurs Rhône Méditerranée.

JEUDY E., 1995. *Étude du suivi des peuplements de poissons d'un canal de drainage et d'un canal d'irrigation en Camargue (delta du Rhône, France).* DAA, ENSA Rennes. 130 p.

JOHNSON A.R., MORGAN N.G.K.C, MORGAN N.C., 1980. *Une extension de l'aire de répartition de la Bouvière (Rhodeus sericeus amarus, Bloch 1972).* Revue d'écologie La Terre et la Vie Vol.34. 135-137 p.

KEITH P., 1998.- *Évolution des peuplements ichthyologiques de France et stratégies de conservation.* Thèse de Doctorat - Université de Rennes I. 239 p.

KEITH P., ALLARDI J., MOUTOU B., 1992. *Livre rouge des espèces menacées de poissons d'eau douce de France et bilan des introductions.* Muséum National d'Histoires Naturelles, CEMAGREF, CSP, Ministère de l'Environnement, Paris, 110 p + annexes.

KIENER A., 1985. *Au fil de l'eau en pays méditerranéen.* Aubanel, Avignon.

KIENER A., 1979. *Inventaire et biogéographie des espèces ichthyologiques de la Camargue en fonction des biotopes et de la salinité des eaux.* In Congrès Européen d'Ichtyologie. Varsovie (Pologne) 09/1979. 7p.

KIENER A., 1968. *L'évolution des populations de Sandre dans deux étangs méditerranéens.* Terre et Vie Vol.4. 470-491 p.

KIENER A., 1968 b. *Capture d'un jeune esturgeon dans l'étang de Vaccarès.* Terre et Vie Vol.22. 492-495 p.

KRAFT A., 2001. *Échanges hydrosalins et recrutement piscicole entre le système Vaccarès et la mer : essai de quantification du bilan salin du système Vaccarès et étude des contraintes d'échantillonnage sur l'estimation des flux piscicoles.* Maîtrise Sciences de l'Environnement, Université Claude Bernard Lyon I. 40p.

KREITMANN L. 1932. *Les grandes lignes de l'économie piscicole du bassin français du Rhône.* Travaux du Laboratoire d'Hydrobiologie et de Pisciculture de l'Université de Grenoble. 127-131 p.

LAGARRIGUE T., LASCAUX J.M., BRINKERT S., CHANSEAU M., 2004. *Suivi de la reproduction de la grande alose (Alosa alosa) et de la lamproie marine (Petromyzon marinus) sur la Dordogne en aval du barrage de Tuilières (Départements de la Dordogne et de la Gironde). Mai-juin 2003.* Rapport ECOGEA-MIGADO. 2D-04-RT. 32 p.

LARINIER M., TRAVADE F., 1994. « *La conception des dispositifs de franchissement pour les aloses* ». In : Larinier M., Porcher J.P., Travade F., Gosset C. *Passes à poissons : Expertise, conception des ouvrages de franchissement.* Conseil Supérieur de la Pêche. Collection Mise au Point : pp 190-203.

LEBEL I., 1999. *Suivi de la pêcherie d'Alose feinte du Rhône (Alosa fallax rhodanensis, Roule 1924) sur le bassin du Rhône. Campagne d'études 1999.* Association Migrateurs Rhône Méditerranée, 1999 n°1/2. 66 p.

LEBEL I., MENELLA J.Y., LECORRE M., 2001. *Bilan des actions du Plan Migrateurs concernant l'Alose feinte (Alosa fallax rhodanensis) sur le bassin Rhône Méditerranée-Corse.* Bull. Fr. Pêche Piscic. N°362/363. 1077-1100 p.

LE CORRE M., BAGLINIERE J.L., SABATIE R., MENELLA J.Y., PONT D., 1996. *Caractérisation morphologique et biologie de l'Alose feinte du Rhône (Rapport final).* Laboratoire d'écologie aquatique INRA Rennes, Laboratoire Halieutique ENSA Rennes, Ministère de l'environnement DIREN Rhône Alpes : 11p.

LE CORRE M., BAGLINIERE J.L., SABATIE R., MENELLA J.Y., PONT D., 1997. *Données récentes sur les caractéristiques morphologiques et biologiques de la population d'aloise feinte du Rhône (Alosa fallax rhodanensis, Roule 1924).* Bull. Fr. Pêche Piscic. n°346. 527-545 p.

LE CORRE M., ALEXANDRINO P., SABATIE R., APRAHAMIAN M.W., BAGLINIERE J.L., 2005. *Genetic characterisation of the rhodanian twaite shad.* Fisheries Management and Ecology n°12. 275-282 p.

LEFEBVRE F., CONTOURNET P., CRIVELLI A.J., 2007. *Interaction between the severity of the infection by the nematode Anguillicola crassus and the tolerance to hypoxia in the European eel Anguilla anguilla.* Acta Parasitologica Vol. 52. 171-175 p.

LEFEBVRE F., MOUNAIX B., POIZAT G., CRIVELLI A. J., 2004. *Impacts of the swimbladder nematode Anguillicola crassus on Anguilla anguilla : variations in live and spleen masses.* Journal of Fish Biology. Vol. 64. 435-447p.

LEFEBVRE F., CONTOURNET P., PRIOUR F., SOULAS O., CRIVELLI A.J., 2002. *Spatial and temporal variation in Anguillicola crassus counts: results of a 4 year survey of eels in Mediterranean lagoons.* DISEASES OF AQUATIC ORGANISMS Vol.50. 181-188 p

LEFEBVRE F., CRIVELLI A. J., 2004. *Anguillicolosis: dynamics of the infection over two decades.* Diseases of Aquatic Organisms. Vol. 62. 227-232 p.

LEFEBVRE F., SERGENT, E.,ACOU A., LECOMTE-FINIGER R., CRIVELLI A.J., 2003. *Recrutement des civelles (Anguilla anguilla) sur la côte méditerranéenne française : analyse comparée des caractéristiques biométriques et pigmentaires des saisons 1974-75 et 2000-01.* Bulletin français de Pêche et de Pisciculture. Vol. 368. 85-96 p.

LEFEBVRE F., ACOU A., POIZAT G., CRIVELLI A.J., 2003. *Anguillicolosis among silver eels. A two years survey in four habitats of Camargue.* Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture n°368. 97-108 p.

LEFEBVRE F., CONTOURNET P., CRIVELLI A.J., 2001. *The health state of the eel swimbladder as a measure of parasite pressure of *Anguillicola crassus*.* Tour du Valat.

LEROY I., 1994. *Le peuplement de poissons du Vaccarès. Analyse d'un suivi.* 44 p.

LE TEUFF L., 1996. *Premiers éléments de l'écologie de la lamproie marine (*Petromyzon marinus*) dans une rivière bretonne, le Scorff.* Mémoire de fin d'études de l'Ecole Supérieure d'Ingénieurs et de Techniciens Pour l'Agriculture, 38 p.

LEVEQUE R., 1957. *Note sur la faune ichtyologique de Camargue.* Terre et Vie Vol.2-3. 231-240 p.

LEVEQUE R., 1963. *Complément à l'inventaire ichtyologique de la Camargue.* Terre et Vie Vol.17. 316-318 p.

MAITLAND P.S. 1981. *Les poissons des lacs et rivières d'Europe en couleurs.* In Multiguide nature. Bordas. Elsevier-Séquoia. Bruxelle. 255 p.

MARION A.F., 1897. *Zoologie, Travaux du laboratoire de zoologie marine.* Annales du Musée d'Histoire Naturelle de Marseille. Tome V, Fascicule Premier. 125-200 p.

MATHIAS P., 1921. *Etude du genre *Chondrostoma* dans l'Europe occidentale et la région circum-méditerranéenne.* Mém. Soc. Zool. France n°1-2 (28). 52p.

MANION P.J., Mac LAIN N.A.L., 1971. *Biology of larval sea lampreys (*Petromyzon marinus*) of the 160 year class, isolated in the Big Garlic river, Michigan. 1960-1965.* GLFC Technical Report n°16. 1-35 p.

MILLER J.M., PIETRAFESA L.J., SMITH N.P., 1990/ *Principles of hydraulic management of coastal lagoons for aquaculture and fisheries.* Rome, FAO. 88p.

MELIA P., BEVACQUA D., CRIVELLI A. J., DE LEO G. A., PANFILI J. , GATTO M., 2006. *Age and growth of *Anguilla anguilla* in the Camargue lagoons.* Journal of fish biology. Vol. 68 n°3. 876-890 p. (15).

MENNESSON-BOISNEAU C., BOISNEAU P., 1990. In : Bagliniere J.L, Elie P. (Eds). *Les aloses (*Alosa alosa* et *Alosa fallax* sp.) - Ecologie et variabilité des populations.* Cemagref, INRA. Paris. 277 p.

MOREAU E., 1881. *Histoire naturelle des poissons de la France.* Paris. 3 Volumes.

MORMAN, 1979. *Distribution and ecology of lampreys in the lower Peninsula of Michigan.* GLFC Technical Report n°33. 1-59 p.

NELVA A., 1988. *Origine et biogéographie des deux Chondrostomes français : *Chondrostoma nasus* et *C. toxostoma* (Pisces, Cyprinidae).* Cybium, n°12 (4). 287-299 p.

NICOLAS Y., 1996. *Le Peuplement piscicole du Bas-Rhône : occupation d'un espace fluvial aménagé et typologie des sites nursery et de refuge.* Thèse de Doctorat. DESMID et Université Claude Bernard – Lyon I. 137 p. + annexes.

NICOLAS Y., PONT D., 1996. *Rôle des aménagements Girardon et des bras morts vis-à-vis du maintien de la diversité piscicole dans le Rhône aval (secteur d'Arles).* Rapport Final. ESA CNRS 5023, Compagnie Nationale du Rhône et Agence de l'Eau RMC. 95 p. + annexes.

QUIGNARD J.P., DOUCHEMENT C., 1991. *"Alosa fallax rhodanensis, Distribution".* In : *The freshwater Fishes of Europe, 2 : Clupeidae, Anguillidae (Hoestland H., Eds.)*. Aula-Verlag, Wiesbaden : pp. 278-280.

PANTAROTTO T., 2002. *Une frayère à Lamproie marine sur le Bas Gardon.* Rapport de la brigade mobile d'intervention « Rhône aval » du Conseil Supérieur de la Pêche. 19p.

PARIS J., QUIGNARD J.P., 1971. *La faune ichtyologique des étangs languedociens de Sète à Carnon (écologie, éthologie).* Vie et Milieu Vol. 22. 301-327 p.

PELEGREN O., 2007. *La commission Exécutive de l'Eau : une gestion opérationnelle concertée de l'eau dans le delta du Rhône.* Rapport de Master II. Parc Naturel Régional de Camargue / Université Lyon II. 73 p. + annexes.

PETIT G., 1953. *Introduction à l'étude écologique des étangs méditerranéens.* Vie et Milieu Vol. 4. 576-604 p.

PETIT G., SCHACHTER D., 1954. *Note sur l'évolution hydrologique et écologique de l'étang du Vaccarès.* Terre et Vie Vol. 8. 121-128 p.

PETIT, G. & SCHACHTER, D. 1954. *La Camargue, Étude écologique et faunistique.* Année biol. Vol. 20 : 193-253 p.

PETERLE T.J., 1991. *Wildlife toxicology.* Van Nostrand Reinhold publishing, New York, USA. 322 p.

PICON B., 1988. *L'espace et le temps en Camargue.* Actes Sud. 232 p.

PICON B., 2002. *La Camargue, objet interdisciplinaire, objet environnemental.* Faire Savoirs 2. 13-15 p.

POIZAT G., 1993. *Échelle d'observation et variabilité d'abondance de juvéniles de poissons dans un secteur aval du Rhône.* Thèse de Doctorat, Université Claude Berbard-Lyon I. 155p.

POIZAT G., ROSECCHI E., CHAUVELON P., CONTOURNET P., CRIVELLI A. J., 2003. *Long-term fish and macro-crustacean community variation in a Mediterranean lagoon.* Estuarine, coastal and shelf science. Vol.59 n°4. 6 15-624 p. (10)

POIZAT G., CHAUVELON P., ROSECCHI E., CRIVELLI A. J., 1999. *Passage des poissons du Rhône par les pompes d'irrigation de Camargue : premiers résultats.* Station Biologique de la Tour du Valat. Bull. Fr. Pêche Piscic. Vol. 352. 31-43 p.

POIZAT G., CRIVELLI A. J., 1997. *Use of seasonally flooded marshes by fish in a Mediterranean wetland : timing and demographic consequences.* Journal of Fish Biology. Vol.51. 106-119 p.

PURWANTO J., 1979. *Introduction à l'étude des populations de certains peuplements ichthyologiques (muges, athérines, anguilles) du grau du Piemanson en Camargue.* Université des Sciences et Techniques du Languedoc. 62 p.

RAMEYE L., KIENER A., SPILLMANN C.P., BIOUSSE J., 1976. *Aspects de la biologie de l'Alose du Rhône. Pêche et difficultés croissantes de migrations.* Bull. Fr. Pêche Piscic. n°263. 5 -76 p.

REYNOLDS J.D., DEBUSE V.J., ALDRIDGE D.C., 1997. *Host specialisation in an unusual symbiosis : European bitterlings spawning in freshwater mussels.* Oikos n°78. 539-545 p.

ROCHE P., BALLE G., BROSSE L., DELHOM J., GOMEZ P., LEBEL I., SUBRA S., VANEL N., 2007. *Etude par radiopistage de la migration de l'Alosa dans le Rhône aval.* Rapport final – Synthèse 2004-2005-2006. Convention CNR-CSP n°1537. 58 p.

ROCHE H., BUET A., RAMADE F., 2004. *Recherches écotoxicologiques sur la contamination des peuplements de poissons de la réserve naturelle nationale de Camargue par les polluants organiques persistants.* Revue d'écologie La Terre et La Vie. Vol.59 n°1-2 . 101-11p. (11).

ROCHE H., BUET A., RAMADE F., 2003. *Mise en évidence et validation de biomarqueurs écotoxicologiques dans la population d'anguilles d'un étang de la Réserve Naturelle Nationale de Camargue, le Vaccarès, exposée à des polluants organiques persistants.* Revue d'écologie La Terre et La Vie. Vol.58 n°1. 127-141 p. (15).

ROCHE H., BUET A., RAMADE F., 2003. *Caractéristiques écophysiologiques d'une population d'anguilles de Camargue exposée à une pollution clandestine par des polluants organiques persistants.* Revue d'écologie La Terre et La Vie. Vol.58 n°1. 103-126p. (24).

ROCHE H., BUET A., TIDOU A., RAMADE F., 2003. *Contamination du peuplement de poissons d'un étang de la Réserve Naturelle Nationale de Camargue, le Vaccarès, par des polluants organiques persistants.* Revue d'écologie La Terre et La Vie. Vol.58 n°1. 77-102p. (26).

ROCHE H., BUET A., RAMADE F., 2002. *Impact et transfert de substances organochlorés dans les réseaux trophique de l'étang de Vaccarès. Structure des réseaux et amplitude de la contamination.* SNPN, Réserve Nationale de Camargue.

ROCHE H., DORVAL J., BUET A., FREITAS S., RAMADE F., 2001. *Contamination des anguilles de la réserve naturelle de Camargue par les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPS) et recherche de biomarqueurs.* Ichtyophysiologica acta. Vol. 23. 71-85 p. (15)

ROCHE H., BUET A., JONOT O., RAMADE F., 2000. *Organochlorine residues in european eel (Anguilla anguilla), crucian carp (Carassius carassius) and catfish (Ictalurus nebulosus) from Vaccarès lagoon (French National Nature Reserve of Camargue): effects on some physiological parameters.* Aquatic toxicology. Vol.48 n°4. 443-459 p. (17)

ROSECCHI E., POIZAT G., CRIVELLI A. J. 1997. *Les introductions d'espèces dans les milieux aquatiques continentaux en métropole. Enjeux, conséquences et recommandations.* BULLETIN FRANCAIS DE LA PECHE ET DE LA PISCICULTURE. Vol. 70 n°344-345. 221-232 p. (12).

ROSECCHI E., CHAUVELON P., POIZAT G., CRIVELLI A. J. 1998. Appel à proposition de recherche sur le littoral (LITEAU 98). Conséquences de la variation hydrosaline d'un complexe lagunaire méditerranéen, induite par la gestion hydraulique et les contraintes climatiques, sur ses peuplements piscicoles : le cas du système Vaccarès. Rapport Final (1 juillet 2000 – 30 juin 2003). Station biologique de la Tour du Valat, Université Montpellier II, Réserve Nationale de Camargue. 81 p.

SABATIE M.R., 1998. Eléments d'écologie de la Lamproie marine (*Petromyzon marinus L.*) dans une rivière bretonne : le Scorff. Rapport final INRA L.E.A Rennes. Convention Région Bretagne n°12172/95. 54 p.

SABATIE M.R., 1993. Recherches sur la biologie et l'écologie des aloses au Maroc (*Alosa alosa*, Linné 1758 et *Alosa fallax*, Lacépède 1803) : Exploitation et taxonomie des populations atlantiques, Bioécologie des aloses de l'oued Sebou. Thèse de Doctorat. Université de Bretagne occidentale, Brest : 326 p.

SCHACHTER D., 1960. Données nouvelles sur l'évolution de quelques étangs du Delta du Rhône. CIEFMM Rapport et Procès Verbaux des réunions. Vol. 15 n°3. 155-162 p.

SCHACHTER D. 1950. Contribution à l'étude écologique de la Camargue . Le milieu aquatique et sa faune. Ann. Inst. océanogr, XXV. 1-108 p.

SCHACHTER D., CONAT M., 1951. Note préliminaire sur la faune des rizières. Bulletin de la Société Zoologique de France Tome 76. 365-370 p.

SKUBICH M., 1978. Contribution à la faune ichtyologique d'un étang de l'embouchure du Grand Rhône, le Grau de Piémanson. Mémoire d'Ingénierat, Montpellier.

SNPN et Réserve Nationale de Camargue, 2006. Suivi scientifique 2006 de la Réserve Nationale de Camargue et Bilan 1988 – 2006. Partie 4 « Peuplements de poissons du Vaccarès ». Société Nationale de Protection de la Nature, Réserve Nationale de Camargue. 41-49 p.

SPILLMANN J., 1960. Sur la systématique de *Telestes souffia* Risso – 2^{ème} note. Bull. Mus. Natio. Hist. Nat. (2^{ème} série) Vol. 32. 411-414 p.

SPILLMANN J., 1961. Poisson d'eau douce. In Faune de France. Paul Lechevalier, Paris. 304 p.

SPILLMANN J., 1970. A propos d'une population de poissons de la famille des Cyprinidae *Leuciscus (Telestes) souffia* Risso, provenant de la Droubie, affluent de l'Hérault – 7^{ème} note. Bull. Mus. Natio. Hist. Nat. (2^{ème} série). Vol.42. 170-174 p.

TAVERNY C., CASSOU-LEINS J.J., CASSOU-LEINS F., ELIE P. 2000. De l'oeuf à l'adulte en mer. In BAGLINIERE et ELIE (eds.), Les aloses (*Alosa alosa* et *alosa fallax* sp.). Hydrobiologie et Aquaculture. CEMAGREF Editions, INRA Editions : 93-124.

TAVERNY C., 1990. An attempt to estimate *Alosa alosa* et *Alosa fallax* juveile mortality caused by three types of human activity in the Gironde river.

THIEL R., SEPULVEDA A., OESMANN S., 1996. Ocurrence and distribution of twaite shad (*Alosa fallax fallax*) in the lower Elbe river, Germany. In CRIVELLI A.J., POIZAT G., 2001. Timing of migration and exceptional growth of YOY *Alosa fallax rhodanensis* (Roule, 1924) in a lagoon in southern France. Bulletin français de Pêche et de Pisciculture. Vol. 362-363. 761-772 p. (762) .

VACQUIER C., 2007. *Inventaire de la macrofaune benthique du Golfe de Beauduc en vue de l'élaboration d'un protocole de suivi biologique du littoral marin du Parc Naturel Régional de Camargue.* Rapport de Master II. Parc Naturel Régional de Camargue / Université d'Aix-Marseille II / Centre d'Océanologie de Marseille. 51 p. + annexes.

VIANET R., 2006. *Etude préalable à la désignation du site Camargue dans le réseau Natura2000. Eléments de connaissance pour aider à la rédaction du Document d'objectifs.* PNR Camargue. 125 p.

SKUBICH M., 1978. *Contribution à l'étude de la faune ichtyologique d'un étang de l'embouchure du Rhône, le Grau de Piémanson.* Mémoire d'ingénierat. Montpellier

XIMENES M.C., SAGIOCCO M., FRISONI G.F., LABOURG P.J., 1989. *Étude écologique des étangs centraux de Camargue : le Vaccarès et les Impériaux.* CEMAGREF Montpellier. 166p.

XIMENES M.C., FRISONI G.F., 1986. *Diagnose écologique en vue de la gestion d'un milieu naturel.* CEMAGREF Montpellier, Syndicat Mixte de Gestion du Domaine de la Palissade. 103 p.

WHITE D.S., 1990. *Biological relationships to convective flow patterns within stream beds.* Hydrobiologia n°196. 149-158 p.

WIGLEY R.L., 1959. *Life history of the sea lamprey of Cayuga Lake, New York. U.S. Fish. Wild. Serv. Fish. Bull. N°59.* 559-617 p.

Tables des Figures et des Tableaux

Figure 1 : Répartition des références documentaires en fonction du type de document et du thème abordé	3
Figure 2 : Evolution du nombre de références parues au fil du temps	3
Figure 3 : Nombre de références documentaires par espèce ou groupe d'espèces.....	4
Figure 4 : Les grands ensembles biogéographiques sur le territoire du Parc Naturel Régional de Camargue (Source PNR Camargue).....	5
Figure 5 : Estimation des entrées et sorties d'eau pour l'île de Camargue (hors salins) en millions de m ³ . (Source : Chauvelon <i>in</i> Pellegrin, 2007).....	7
Figure 6 : Habitat communautaire 1150-2 « Lagunes méditerranéennes ». PNRC / Alain Lagrave ©.....	8
Figure 7 : Habitat communautaire 1130 « Estuaires ». PNRC / Alain Lagrave ©	9
Figure 8 : Habitat communautaire 1160-3 « Sables vaseux de mode calme ». PNRC / Alain Lagrave ©.....	10
Figure 9 : Habitat communautaire 3150-4 « Rivières, canaux et fossés eutrophes des marais naturels ». PNRC / Alain Lagrave ©.....	11
Figure 10 : Mares temporaires et permanents doux. PNRC / Alain Lagrave ©	11
Figure 11 : <i>Alosa fallax rhodanensis</i> (Source MRM)	12
Figure 12 : Cycle biologique d' <i>Alosa fallax rhodanensis</i> (Source MRM)	13
Figure 13 : Typologie d'une frayère à Alose (Barral, 2002).....	14
Figure 14 : <i>Petromyzon marinus</i> (Source : MRM).....	15
Figure 15 : Cycle biologique de <i>Petromyzon marinus</i> (Source MRM)	16
Figure 16 : Typologie d'une frayère à Lamproie marine (Barral, 2002).....	17
Figure 17 : <i>Lampetra fluviatilis</i> (Barral, 2002)	18
Figure 18 : Cycle biologique de <i>Lampetra fluviatilis</i> (Source MRM).....	19
Figure 19 : Typologie d'une frayère à Lamproie fluviatile (Barral, 2002).....	20
Figure 20 : <i>Rhodeus sericeus amarus</i> (Barral, 2002)	21
Figure 21 : <i>Chondrostoma toxostoma</i> (Barral, 2002)	23
Figure 22 : <i>Leuciscus souffia</i> (Barral, 2002)	25
Figure 23 : Typologie d'une frayère à Blageon (Barral, 2002).	26
 Tableau 1 : Statut de protection d' <i>Alosa fallax rhodanensis</i> (Source INPN, MNHN).....	12
Tableau 2 : Statut de conservation d' <i>Alosa fallax rhodanensis</i> (Source INPN, MNHN)	12
Tableau 3 : Statut de protection de <i>Petromyzon marinus</i> (Source INPN, MNHN).....	15
Tableau 4 : Statut de conservation de <i>Petromyzon marinus</i> (Source INPN, MNHN).....	15
Tableau 5 : Statut de protection de <i>Lampetra fluviatilis</i> (Source INPN, MNHN).....	18
Tableau 6 : Statut de conservation de <i>Lampetra fluviatilis</i> (Source INPN, MNHN).....	19
Tableau 7 : Statut de protection de <i>Rhodeus sericeus amarus</i> (Source INPN, MNHN).....	21
Tableau 8 : Statut de conservation de <i>Rhodeus sericeus amarus</i> (Source INPN, MNHN).....	21
Tableau 9 : Statut de protection de <i>Chondrostoma toxostoma</i> (Source INPN, MNHN).....	23
Tableau 10 : Statut de conservation de <i>Chondrostoma toxostoma</i> (Source INPN, MNHN).....	23
Tableau 11 : Statut de protection de <i>Leuciscus souffia</i> (Source INPN, MNHN)	25
Tableau 12 : Statut de conservation de <i>Leuciscus souffia</i> (Source INPN, MNHN)	25
Tableau 13 : Interactions Habitats-Espèces sur le site Natura2000 « Camargue »	34
Tableau 14 : Hiérarchisation des enjeux locaux de conservation par espèce.....	35
Tableau 15 : Hiérarchisation des objectifs de conservation par espèce.....	37

Annexes

Annexe 1 :

Evolution de l'aire de répartition de l'Alose feinte du Rhône sur le bassin RMC

Annexe 2 :

Cartographie de la distribution d'*Alosa fallax rhodanensis* sur le site Natura2000 « Camargue »

Annexe 3 :

Cartographie de la distribution de *Petromyzon marinus* sur le site Natura2000 « Camargue »

Annexe 4 :

Cartographie de la distribution de *Rhodeus sericeus amarus* sur le site Natura2000 « Camargue »

Annexe 5 :

Cartographie de la distribution de *Lampetra fluviatilis* et de *Chondrostoma toxostoma* sur le site Natura2000 « Camargue »

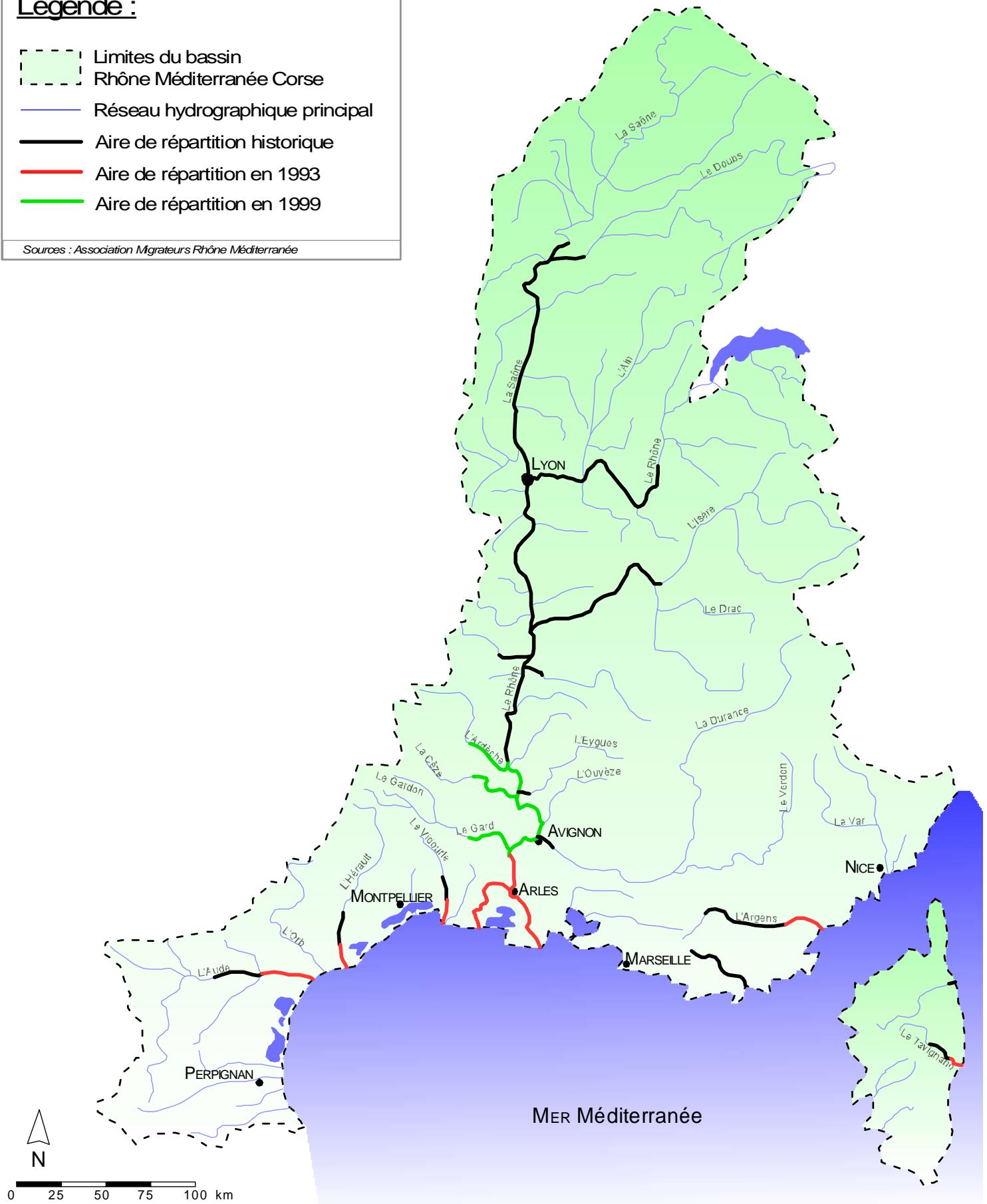
ANNEXE 1



Légende :

- Limites du bassin Rhône Méditerranée Corse
- Réseau hydrographique principal
- Aire de répartition historique
- Aire de répartition en 1993
- Aire de répartition en 1999

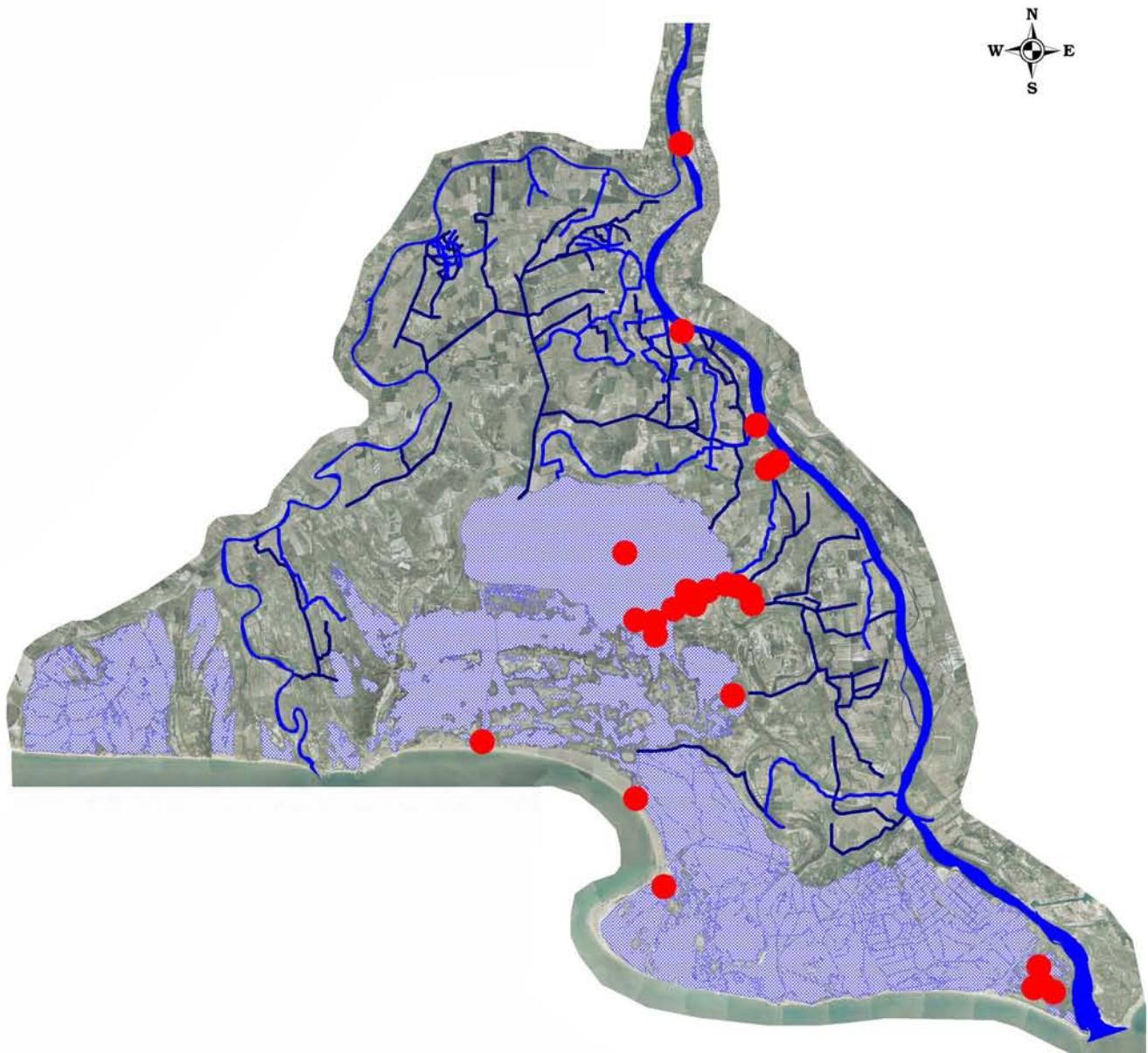
Sources : Association Migrateurs Rhône Méditerranée



**Evolution de l'aire de répartition de l'Alose feinte du Rhône sur le bassin RMC
(Source MRM)**

ANNEXE 2





Source: Parc Naturel Régional de Camargue
 Date: Février 2008
 Conception: Association Migrateurs Rhône Méditerranée

0 5 10
 Kilomètres

**Zone de distribution de l'aloise feinte du Rhône
 (Alosa fallax rhodanensis) en Camargue
 - SIC FR 9301592 -**

<u>Légende</u>	
●	Présence de l'espèce
—	Canaux d'irrigation
—	Canaux d'assainissement
■	Petit et Grand Rhône
■	Etangs, salins, marais

ANNEXE 3





**Zone de distribution de la lamproie marine
 (Petromyzon marinus) en Camargue
 - SIC FR 9301592 -**

<u>Légende</u>	
●	Présence de l'espèce
—	Canaux d'irrigation
—	Canaux d'assainissement
■	Petit et Grand Rhône
■	Etangs, salins, marais

ANNEXE 4





Source: Parc Naturel Régional de Camargue
 Date: Février 2008
 Conception: Association Migrateurs Rhône Méditerranée

0 5 10 Kilomètres

**Zone de distribution de la bouvière
 (Rhodeus sericeus amarus) en Camargue
 - SIC FR 9301592 -**

<u>Légende</u>	
●	Présence de l'espèce
—	Canaux d'irrigation
—	Canaux d'assainissement
■	Petit et Grand Rhône
■	Etangs, salins, marais

ANNEXE 5





Source: Parc Naturel Régional de Camargue
 Date: Février 2008
 Conception: Association Migrateurs Rhône Méditerranée

0 5 10
 Kilomètres

**Zone de distribution du toxostome
 (*Chondrostoma toxostoma*)
 et de la lampraise fluviatile
 (*Lampetra fluviatilis*) en Camargue
 - SIC FR 9301592 -**

Légende

- Présence du toxostome
- Présence de la lampraise fluviatile
- Canaux d'irrigation
- Canaux d'assainissement
- Petit et Grand Rhône
- Etangs, salins, marais

Fiches espèces Compartiment « Ichtyofaune »

Elaboration du DOCOB NATURA
2000 du SIC FR 9301592 « Camargue »



- Alosa fallax rhodanensis*
- Petromyzon marinus*
- Lampetra fluviatilis*
- Rhodeus sericeus amarus*
- Chondrostoma toxostoma*

ABDALLAH Yann
DELHOM Jonathan

Juillet 2008



L'Alose feinte du Rhône - *Alosa fallax rhodanensis* (Roule, 1924)

Taxonomie :

Super classe : Poissons
Classe : Ostéichtyens
Sous classe : Néoptérygiens
Super ordre : Téléostéens
Ordre : Clupéiformes
Sous ordre : Clupéidés
Famille : Clupéidés
Sous famille : Alosinae
Genre : *Alosa*



Alosa fallax rhodanensis (Source MRM)

Statuts :

Statut de Protection	
Directive Habitats/Oiseaux	Annexes II et V
Convention de Berne	Annexe III
Protection nationale	Arrêté ministériel du 08/12/1988

Statut de protection d'*Alosa fallax rhodanensis* (Source INPN, MNHN)

Statut de Conservation (Livres rouges)	
France	Vulnérable
PACA	Vulnérable

Statut de conservation d'*Alosa fallax rhodanensis* (Source INPN, MNHN)

Description de l'espèce :

L'Alose feinte du Rhône est un poisson au corps fusiforme, aplati latéralement. Le dos est vert bleuté à reflets métalliques, les flancs argentés et le ventre blanc. Une tâche noire est présente au dessus de l'opercule suivi de 4 à 8 autres moins visibles qui se prolongent sur les flancs supérieurs. Le nombre de branchiospines sur le premier arc branchial est compris entre 35 et 46 mais peut augmenter légèrement (QUIGNARD et KARTAS, 1977).

Les adultes peuvent vivre jusqu'à 5 à 8 ans sur le Rhône et l'Aude (DOUCHEMENT, 1981). Les mâles mesurent au maximum 50 cm et les femelles 60 pour un poids de 2 kg (DOUCHEMENT, ibidem) ou plus.

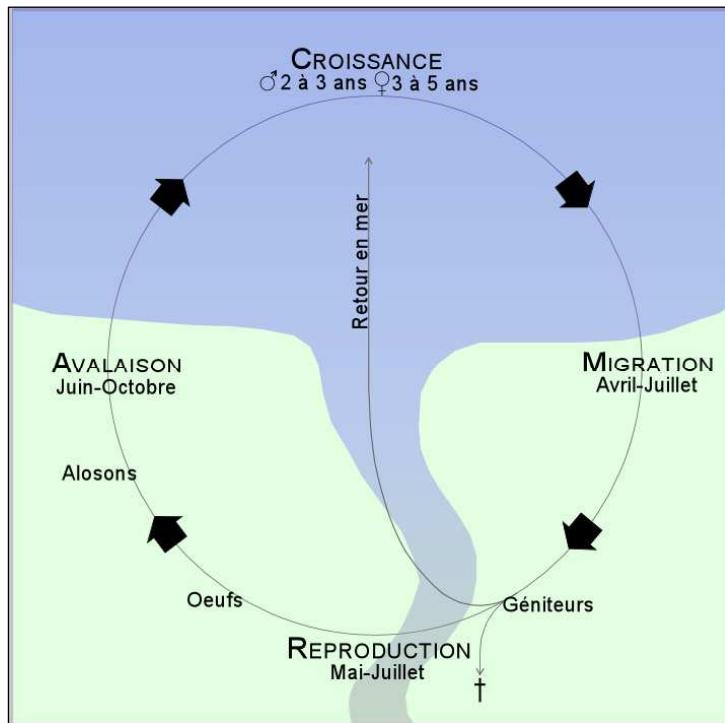
Biologie de l'espèce :

- Habitat =

L'Alose feinte est un poisson marin, pélagique, qui vit sur le plateau continental et en zone littorale. Elle se rapproche des estuaires à partir du mois de février, avant d'entamer sa migration génésique vers les fleuves. Elle peut alors parcourir plusieurs centaines de kilomètres pour trouver l'habitat idéal pour la reproduction et le développement des œufs.

Après 4 à 5 jours d'incubation, les larves non pourvues de vessie natatoire se développent dans la partie interstitielle du substrat (de type grossier) des rivières. Au stade juvénile, les alosons opèrent une migration latérale depuis la frayère vers de zones proches

de nourriceries (Cassou-Leins et al., 1988). Puis après plusieurs semaines d'alimentation active, les juvéniles d'aloises dévalent en direction de la mer.



Cycle biologique d'*Alosa fallax rhodanensis* (Source MRM)

- Alimentation =

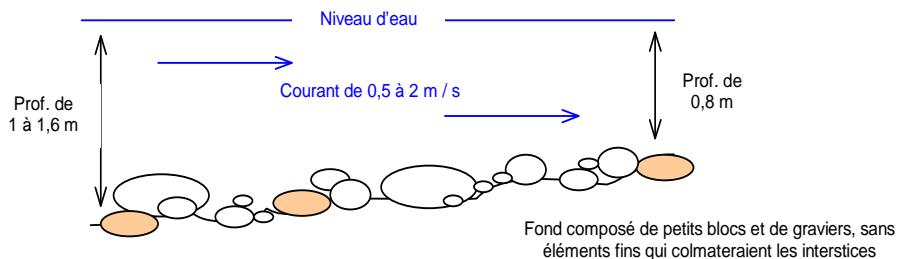
Elle se nourrit de petits poissons et crustacés pélagiques ou semi pélagiques et cesse de s'alimenter une fois arrivée dans les eaux continentales (Lecorre et al., 1996). Les alosons, quant à eux, ont un régime très riche et diversifié qui leur permet d'avoir une croissance tout à fait remarquable lors de la dévalaison (de 27 à plus de 90 mm à 4-5 mois).

- Reproduction =

Les aloises feintes du Rhône adultes se rassemblent généralement en mai-juin (Cassou-Leins, 1995) afin de coloniser les eaux continentales pour frayer (espèce amphihaline migratrice anadrome). Cette migration de reproduction est par ailleurs fonction des caractères hydrologiques et physico-chimiques des fleuves puisqu'elle ne peut par exemple s'effectuer qu'à partir de 11°C et s'il n'y a pas de brusque augmentation du débit (Aprahamian, 1982 ; Mennesson-Boisneau et Boisneau, 1990 ; Sabatié, 1993).

La reproduction a lieu la nuit, de mai à juillet (quand la température de l'eau est supérieure à 15°C, Taverny et al., 2000) sur des frayères présentant les caractéristiques suivantes (Cassou-Leins et Cassou-Leins, 1986) :

- Hauteur d'eau de 1 à 1,5 avec à l'aval une zone moins profonde (40 à 50 cm),
- Vitesse du courant faible et laminaire dans la zone de ponte mais de l'ordre de 2 m/s dans la zone aval d'incubation,
- Granulométrie caractérisée par des galets de taille moyenne (7 à 8 cm de diamètre), accompagnée de graviers laissant entre eux des espaces où les œufs peuvent venir se placer durant l'incubation



Typologie d'une frayère à Alose (Barral, 2002).

Lorsque de telles conditions ne sont pas rencontrées, les alooses peuvent tout de même se reproduire sur des frayères de substitution, situées généralement au pied des seuils. L'aval d'un seuil a en effet pour particularité de présenter une élévation du courant qui suffit à la reproduction de l'aloise, bien que de telles conditions ne soient pas de toute évidence optimales pour ce poisson (Boisneau *et al.*, 1990).

Les œufs pondus en grand nombre (90 000 à 300 000 / kg, Cassou-Leins et Panisello, données non publiées) sont de très petite taille (Chiappi, 1933 ; Hoestlandt, 1948), et présentent un temps d'incubation très court (3 à 5 jours). De l'éclosion à la fin de la migration d'avalaison vers la mer (septembre-octobre), il s'est écoulé 2 à 4 mois pendant lesquels les alosons ont connu une croissance importante (Gendre *et al.*, 1997).

Répartition géographique :

Jusqu'au milieu du 20^{ème} siècle, les populations d'alooses remontaient sur le Rhône jusqu'au lac du Bourget, soit sur une distance d'environ 600 km de la mer. On la trouvait aussi sur la Saône, dans la région de Villefranche (Rameye *et al.*, 1976) et sur les affluents, principalement de rive gauche (Ardèche, Cèze et Gardon).

Mais dès la sortie de la seconde guerre mondiale, le besoin de reconstruire le pays pousse les autorités à chercher des sources d'énergie abondantes. C'est ainsi que très rapidement la plupart des axes hydrographiques vont être équipés d'ouvrages de production hydroélectrique. Les nombreux barrages construits alors vont constituer autant d'obstacles à la migration de l'Alose (Gallois, 1947) et de toutes les autres espèces migratrices (lampreys, anguilles, esturgeons).

Aujourd'hui, et grâce aux efforts engagés dans le cadre du Plan de Gestion des Poissons Migrateurs (PLAGEPOMI), les alooses atteignent à nouveau l'Ardèche, notamment grâce à l'aménagement des écluses du Rhône aval pour le franchissement piscicole (Lebel *et al.*, 2001). S'il est difficile d'estimer quantitativement le niveau d'abondance du stock de cette espèce, on sait toutefois qu'il ne s'agit pas d'un stock résiduel puisque une exploitation par la pêcherie amateur (engins et à la ligne) se maintient entre 9 et 12 Tonnes par an (Lebel, 1999 ; Abdallah, 2007).

Si des essais d'introduction de la Grande Alose (*Alosa alosa*) ont été réalisés par Hoestlandt (1958) en faisant éclore 500 000 œufs fécondés artificiellement dans l'Ardèche, des investigations génétiques ont permis d'identifier l'existence d'un seul taxon sur le bassin Rhône Méditerranée Corse (LeCorre *et al.*, 2005).

Vulnérable à l'échelle du bassin et au niveau national (Keith *et al.*, 1992), l'Alose peut notamment bénéficier de mesures de protection prises dans le cadre d'un arrêté de biotope (arrêté ministériel du 08/12/88).

Intérêt général de conservation de l'espèce :

Les mesures, relatives à la qualité de l'eau et des milieux, prises pour la conservation de l'Alose et de son habitat sont favorables à la biodiversité des écosystèmes aquatiques des eaux continentales et du littoral marin. D'autre part, les recherches en génétique ont permis de valider l'existence d'une sous-espèce de l'Alose feinte endémique au bassin méditerranéen (Le Corre *et al.*, 2005).

Par ailleurs, il est intéressant d'étudier le comportement migratoire de l'Alose dans la mesure où ses capacités de franchissement sont réduites (Larinier et Travade, 1994). Elle constitue donc un indicateur biologique intéressant de la continuité écologique, afin de restaurer la libre circulation des espèces piscicoles. Or, ce n'est que récemment que l'on a commencé à rouvrir certains axes de migration de l'Alose en France, suite aux progrès significatifs effectués dans la conception des ouvrages de franchissement (Croze et Larinier, 2000).

Par ailleurs, l'Alose étant un migrateur amphihalin, elle constitue un parfait indicateur de santé d'un écosystème à l'échelle du bassin versant. Les enjeux liés à sa conservation peuvent ainsi intervenir sur plusieurs types de milieu allant du marin aux petits cours d'eau.

Enfin, cette espèce, largement convoitée par la pêcherie professionnelle et amateur du milieu du XX^{ème} siècle, reste encore aujourd'hui emblématique du fleuve Rhône et de sa biodiversité. De plus, si elle n'est plus visée par la pêcherie professionnelle, elle représente une espèce d'intérêt halieutique fort.

Localisation sur le site Natura2000 « Camargue » :

A l'intérieur du triangle deltaïque, il s'agit d'une colonisation « forcée » via les pompages d'eau du Rhône pour l'irrigation des nombreuses terres rizicoles. La période d'occurrence de cette colonisation semble se situer entre juin et juillet (Poizat *et al.*, 1999).

Les juvéniles introduits ne stabulent pas dans le réseau de canaux mais dévalent rapidement vers la lagune du Vaccarès lorsque cela leur est possible (bassins de Fumemorte et de Roquemaure). Aux premiers froids, les jeunes alooses vont tenter de rejoindre la mer, en fonction des ouvertures du grau de la Fourcade (Crivelli et Poizat, 2001).

L'Alose est également citée dans le Golfe de Beauduc (Heloin, 2004) et au Domaine de la Palissade, au niveau de l'étang de la Grande Palun (Ximenes et Frisoni, 1986 ; Leroy, 1994 ; Bardin, 2002).

Enjeux de conservation à l'échelle du site Natura2000 « Camargue » :

- Colonisation forcée des juvéniles par les stations de pompage,
- Devenir des juvéniles introduits dans les bassins poldérisés,
- Croissance forte dans la lagune = juvéniles d'un an plus robustes,
- Quantité de juvéniles sortant du système deltaïque,
- Contribution globale à la dynamique de l'espèce,
- Utilisation naturelle du Golfe de Beauduc par les juvéniles : zone de nourricerie et de nurserie privilégiée,

Objectifs de conservation à l'échelle du site Natura2000 « Camargue » :

- Meilleur gestion des ouvrages hydrauliques pour permettre la dévalaison des juvéniles vers la mer,
- Estimer la mortalité induite par les pompages de juvéniles dans les bassins poldérisés

- Connaître la proportion d'individus entrant et sortant du système deltaïque,
- Acquérir des connaissances scientifiques sur l'utilisation de la zone marine du site Natura2000 par l'espèce et notamment par les juvéniles,
- Etablir une stratégie d'actions en harmonie avec les programmes de restauration des populations de poissons grands migrateurs déjà en place à l'échelle du bassin Rhône Méditerranée & Corse (Plan de Gestion des Poissons Migrateurs),

Propositions d'actions :

- Mise en place d'un suivi au niveau des stations de pompage afin d'évaluer les introductions de juvéniles d'aloises et de lamproies à l'intérieur du delta (nombre, période d'occurrence, caractéristiques biométriques),
- Suivi quantitatif des sorties hivernales de la lagune vers la mer au droit des pertuis de la Fourcade afin de dénombrer précisément les aloises et les lamproies sortant du système deltaïque (intérêt également pour l'Anguille européenne),
- Rétablir la fonctionnalité d'anciens graus (pertuis de la Comtesse et de Rousty) afin d'améliorer les échanges mer-lagune (Miller et al., 1990),
- Réflexion sur le devenir des individus introduits par les pompages dans les bassins poldérisés (évaluation des mortalités par repompage),
- Etude sur la stratégie d'utilisation des habitats n°1130, 1150 et 1160 par les juvéniles d'*Alosa fallax rhodanensis*,
- Etude de la phase marine des adultes d'*Alosa fallax rhodanensis*,
- Développer un réseau d'épidémiologie afin d'évaluer l'état sanitaire de la population en place sur le bassin,
- Mettre en place un programme d'études sur les peuplements ichtyologiques du Golfe de Beauduc.

Bibliographie :

ABDALLAH Y., 2007. *Suivi de la pêcherie d'Alose feinte du Rhône (Alosa fallax rhodanensis, Roule 1924) sur le bassin du Rhône. Campagne d'études 2007.* Association Migrateurs Rhône Méditerranée. 75 p.

ABDALLAH Y., 2008. *État des lieux de la pêcherie professionnelle à l'Anguille (Anguilla anguilla) en Région Provence-Alpes-Côte d'Azur.* DIREN RMC, CRPMEM PACA, Fondation Tour du Valat, PNR Camargue, Association Migrateurs Rhône Méditerranée.

AGUESSE P., MARAZANOF F., 1965. *Les modifications du milieu aquatique de Camargue lors de ces trente dernières années.* Annales de Limnologie Vol. 1. 163-190 p.

AMILHAT E., 2007. *Etat sanitaire de l'anguille européenne Anguilla anguilla dans le bassin Rhône-Méditerranée et Corse : synthèse bibliographique.* Rapport Pôle lagunes et Cépralmar. CBETM, Université de Perpignan. 88 p.

APRAHAMIAN M.W., 1988. *The biology of the twaite shad, Alosa fallax fallax (Lacépède), in the Severn Estuary.* Journal Fish Biology n°33 (Suppl. A). 141-152 p.

APRAHAMIAN M.W., 1982. *Aspects of the biology of the twaite shad, Alosa fallax fallax in the rivers Severn and Wye (Britain).* Ph. D thesis, University of Liverpool. 372 p.

BARDIN O., 1994. *Facteurs régulant les échanges piscicoles entre la mer et les étangs centraux de Camargue.* Rapport de DEA, Université Aix-Marseille III. 31p.

BARDIN O., 2002. *Dynamique des peuplements piscicoles colonisant les milieux estuariens et lagunaires du Delta du Rhône. Étude de deux cas : le domaine de la Palissade et le Pertuis de la Fourcade.* Université d'Aix-Marseille, Thèse de Doctorat.

BARRAL M., 2002. *État de lieux de la circulation piscicole sur les affluents de Rive gauche du Rhône et les fleuves côtiers méditerranéens. Fiches descriptives espèces.* Association Migrateurs Rhône Méditerranée. 33p.

CASSOU-LEINS J.J., 1995. *L'aloise de l'Aude. Suivi de la reproduction (1983-1995). Eléments de réflexion pour une décision d'arrêté de biotope.* Rapport Institut National Polytechnique - E.N.S.A.T., 12 p + annexes.

CASSOU-LEINS F., CASSOU-LEINS J.J., DAUBA F., LEJOLIVET C., 1988. *Réserve naturelle de la frayère d'Alose d'Agen. Campagne 1988. Etude de l'alevin d'Alosa alosa L. Répartition, croissance, régime alimentaire.* Rap. Lycée Agricole de Montauban / ENSAT. 24 p.

CASSOU-LEINS F., CASSOU-LEINS J.J., 1986. *Réserve naturelle de la frayère d'Alose - Etude des oeufs de la grande Alose (Alosa alosa L.) : répartition et dérive, taux de mortalité, influence des pollutions.* Rapport ENSA Toulouse, Laboratoire d'Icthyologie appliquée : 12 p et annexes.

Commission Exécutive de l'Eau de Camargue, 2007. *Plan d'actions 2007-2012, évolutions et perspectives.* Version 2. Réserve Nationale de Camargue, Parc Naturel Régional de Camargue, DESMID et DDAF 13. 53 + annexes.

CRIVELLI A.J., POIZAT G., 2001. *Timing of migration and exceptional growth of YOY Alosa fallax rhodanensis (Roule, 1924) in a lagoon in southern France.* Bulletin français de Pêche et de Pisciculture. Vol. 362-363. 761-772 p.

CHIAPPI, 1933. *Note su alcuni stadi di aviluppo dell'agone introdotto nei laghi laziali, e della cheppia del Tevere.* Boll. Pesca, Piscic. Idrobiol. N°. 1052-1061 p.

DARNAUDE A., 2003. *Apports fluviaux en zone côtière et réseaux trophiques marins benthiques : transfert de matière organique particulière terrigène jusqu'aux poissons plats au large du Rhône.* Thèse de Doctorat en Biosciences de l'Environnement, Chimie et Santé. Université Aix - Marseille II, Centre d'Océanologie de Marseille (UMR CNRS DIMAR 6540). 373 p.

GALLOIS C., 1947. *Aménagement du Rhône Vivarais par la Compagnie Nationale du Rhône.* Bull. Fr. Pêche Piscic. n°146. 25-34 p.

GENDRE L., MENELLA J.Y., CORRAO B., 1997. *Suivi de la dévalaison des alosons. Campagne d'étude 1995.* Association Migrateurs Rhône Méditerranée. 40 p.

HELOIN Y., 2004. *Pré-inventaire qualitatif et premiers travaux sur la dynamique des poissons du golfe de Beauduc (Camargue-France).* Rapport de stage de Maîtrise - Biologie des Populations et des Ecosystèmes. Université de Rennes 1, Agence de l'Eau, Région PACA, Parc Naturel Régional de Camargue. 62 p. + annexes.

HELOIN Y., 2005. *Étude de faisabilité d'une Aire Marine Protégée dans la zone marine du Parc Naturel Régional de Camargue.* 133p.

HELOIN Y., 2005. *Richesse biologique de la zone marine du Parc Naturel Régional de Camargue : compilation de résultats obtenus entre 1955 et 2004.* Rapport annexe à

l'étude de faisabilité d'une Aire Marine Protégée dans la zone marine du Parc Naturel Régional de Camargue. 61 p.

HEURTEAUX P., 1971. *Examen des différents aménagements hydrologiques envisageables susceptibles d'améliorer la pêcherie des Impériaux.* Rapport cyclostylé. 8p.

HOESTLAND H., 1948. *Fécondation artificielle et incubation chez un téléostéen Paralosa rhodanensis Roule.* Ann. Stat. Cent. Hydrobiol. Appl. N°2. 223-228 p.

HOESTLAND H., 1958. *Reproduction de l'aloa atlantique (Alosa alosa L.) et transfert au Bassin méditerranéen.* Verh. Internat. Ver. Limnol. N°13. 736-742 p.

KEITH P., 1998.- *Évolution des peuplements ichthyologiques de France et stratégies de conservation.* Thèse de Doctorat - Université de Rennes I. 239 p.

KEITH P., ALLARDI J., MOUTOU B., 1992. *Livre rouge des espèces menacées de poissons d'eau douce de France et bilan des introductions.* Muséum National d'Histoires Naturelles, CEMAGREF, CSP, Ministère de l'Environnement, Paris, 110 p + annexes.

KRAFT A., 2001. *Échanges hydrosalins et recrutement piscicole entre le système Vaccarès et la mer : essai de quantification du bilan salin du système Vaccarès et étude des contraintes d'échantillonnage sur l'estimation des flux piscicoles.* Maîtrise Sciences de l'Environnement, Université Claude Bernard Lyon I. 40p.

LEBEL I., 1999. *Suivi de la pêcherie d'Alose feinte du Rhône (Alosa fallax rhodanensis, Roule 1924) sur le bassin du Rhône. Campagne d'études 1999.* Association Migrateurs Rhône Méditerranée, 1999 n°1/2. 66 p.

LEBEL I., MENELLA J.Y., LECORRE M., 2001. *Bilan des actions du Plan Migrateurs concernant l'Alose feinte (Alosa fallax rhodanensis) sur le bassin Rhône Méditerranée-Corse.* Bull. Fr. Pêche Piscic. N°362/363. 1077-1100 p.

LE CORRE M., BAGLINIERE J.L., SABATIE R., MENELLA J.Y., PONT D., 1996. *Caractérisation morphologique et biologie de l'Alose feinte du Rhône (Rapport final).* Laboratoire d'écologie aquatique INRA Rennes, Laboratoire Halieutique ENSA Rennes, Ministère de l'environnement DIREN Rhône Alpes : 11p.

LE CORRE M., BAGLINIERE J.L., SABATIE R., MENELLA J.Y., PONT D., 1997. *Données récentes sur les caractéristiques morphologiques et biologiques de la population d'aloa feinte du Rhône (Alosa fallax rhodanensis, Roule 1924).* Bull. Fr. Pêche Piscic. n°346. 527-545 p.

LE CORRE M., ALEXANDRINO P., SABATIE R., APRAHAMIAN M.W., BAGLINIERE J.L., 2005. *Genetic characterisation of the rhodanian twaite shad.* Fisheries Management and Ecology n°12. 275-282 p.

LEROY I., 1994. *Le peuplement de poissons du Vaccarès. Analyse d'un suivi.* 44 p.

LEVEQUE R., 1963. *Complément à l'inventaire ichtyologique de la Camargue.* Terre et Vie Vol.17. 316-318 p.

MARION A.F., 1897. *Zoologie, Travaux du laboratoire de zoologie marine.* Annales du Musée d'Histoire Naturelle de Marseille. Tome V, Fascicule Premier. 125-200 p.

MENNESSON-BOISNEAU C., BOISNEAU P., 1990. In : Bagliniere J.L, Elie P. (Eds). *Les aloses (Alosa alosa et Alosa fallax sp.) - Ecologie et variabilité des populations.* Cemagref, INRA. Paris. 277 p.

MILLER J.M., PIETRAFESA L.J., SMITH N.P., 1990/ *Principles of hydraulic management of coastal lagoons for aquaculture and fisheries.* Rome, FAO. 88p.

PETIT G., SCHACHTER D., 1954. *Note sur l'évolution hydrologique et écologique de l'étang du Vaccarès.* Terre et Vie Vol. 8. 121-128 p.

PETIT, G. & SCHACHTER, D. 1954. *La Camargue, Étude écologique et faunistique.* Année biol. Vol. 20 : 193-253 p.

QUIGNARD J.P., DOUCHEMENT C., 1991. "Alosa fallax rhodanensis, Distribution". In : *The freshwater Fishes of Europe, 2 : Clupeidae, Anguillidae (Hoestland H., Eds.)*. Aula-Verlag, Wiesbaden : pp. 278-280.

QUIGNARD J.P. et KARTAS F. 1977. *Les Aloses feintes Alosa fallax (Lacepède, 1803). Poissons Clupéiformes de l'Atlantique nord-est et de la Méditerranée. Etude des caractères numériques.* Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, n° 501, Zoologie : 350 : pp. 1241-1256.

RAMEYE L., KIENER A., SPILLMANN C.P., BIOUSSE J., 1976. *Aspects de la biologie de l'Alose du Rhône. Pêche et difficultés croissantes de migrations.* Bull. Fr. Pêche Piscic. n°263. 5 -76 p.

ROCHE P., BALLE G., BROSSE L., DELHOM J., GOMEZ P., LEBEL I., SUBRA S., VANEL N., 2007. *Etude par radiopistage de la migration de l'Alosa dans le Rhône aval. Rapport final – Synthèse 2004-2005-2006.* Convention CNR-CSP n°1537. 58 p.

SABATIE M.R., 1993. *Recherches sur la biologie et l'écologie des aloses au Maroc (Alosa alosa, Linné 1758 et Alosa fallax, Lacépède 1803) : Exploitation et taxonomie des populations atlantiques, Bioécologie des aloses de l'oued Sebou.* Thèse de Doctorat. Université de Bretagne occidentale, Brest : 326 p.

SCHACHTER D. 1950. *Contribution à l'étude écologique de la Camargue . Le milieu aquatique et sa faune.* Ann. Inst. océanogr., XXV. 1-108 p.

SKUBICH M., 1978. *Contribution à la faune ichtyologique d'un étang de l'embouchure du Grand Rhône, le Grau de Piémanson.* Mémoire d'Ingénierat, Montpellier.

SNPN et Réserve Nationale de Camargue, 2006. *Suivi scientifique 2006 de la Réserve Nationale de Camargue et Bilan 1988 – 2006. Partie 4 « Peuplements de poissons du Vaccarès ».* Société Nationale de Protection de la Nature, Réserve Nationale de Camargue. 41-49 p.

TAVERNY C., CASSOU-LEINS J.J., CASSOU-LEINS F., ELIE P. 2000. *De l'oeuf à l'adulte en mer.* In BAGLINIERE et ELIE (eds.), *Les aloses (Alosa alosa et alosa fallax sp.).* Hydrobiologie et Aquaculture. CEMAGREF Editions, INRA Editions: 93-124 p.

TAVERNY C., 1990. *An attempt to estimate Alosa alosa et Alosa fallax juvenile mortality caused by three types of human activity in the Gironde river.*

VACQUIER C., 2007. *Inventaire de la macrofaune benthique du Golfe de Beauduc en vue de l'élaboration d'un protocole de suivi biologique du littoral marin du Parc Naturel*

Régional de Camargue. Rapport de Master II. Parc Naturel Régional de Camargue / Université d'Aix-Marseille II / Centre d'Océanologie de Marseille. 51 p. + annexes.

XIMENES M.C., FRISONI G.F., 1986. *Diagnose écologique en vue de la gestion d'un milieu naturel.* CEMAGREF Montpellier, Syndicat Mixte de Gestion du Domaine de la Palissade. 103 p.

La Lamproie marine - *Petromyzon marinus* (Linnaeus 1758)

Taxonomie :

Embranchement : Chordata
Sous-embranchement : Agnatha
Classe : Céphalaspidomorphes
Ordre : Petromyzontiforme
Famille : Petromyzontidae
Genre : Petromyzon



Petromyzon marinus (Source : MRM)

Statuts :

Statut de Protection	
Directive Habitats/Oiseaux	Annexe II
Convention de Berne	Annexe III
Convention de Barcelone	Annexe III
Protection nationale	Arrêté ministériel du 08/12/1988

Statut de protection de *Petromyzon marinus* (Source INPN, MNHN)

Statut de Conservation (Livres rouges)	
France	Vulnérable
PACA	En Danger

Statut de conservation de *Petromyzon marinus* (Source INPN, MNHN)

Description de l'espèce :

D'allure anguilliforme, la Lamproie marine a son corps dépourvu d'écaillles et comprimée latéralement vers l'arrière. La respiration se fait à l'aide de 7 orifices branchiaux disposés en ligne à l'arrière de l'œil. Le squelette cartilagineux est dépourvu de côtes, et les mâchoires proprement dites font défaut (la lamproie appartient à la branche des agnathes). La bouche, antérieure, entourée d'une lèvre circulaire délimite un disque buccal, composé de dents labiales cornées et pointues disposées en rangées concentriques, adapté pour la succion.

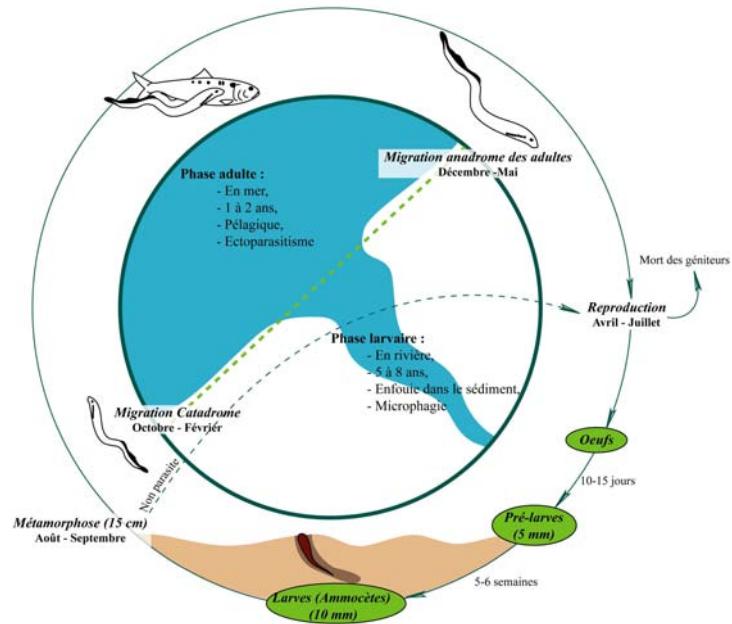
La Lamproie marine a une couleur jaunâtre, marbré de brun sur le dos et mesure de 60 à 80 cm pour un poids de 700 à 900 g (Le Teuff, 1996).

Biologie de l'espèce :

- Habitat =

La Lamproie marine vit dans les eaux côtières pendant 2 à 4 ans fixée à un poisson marin ou amphihalin, à l'aide de son disque buccal. Elle ne regagne les fleuves que pour se reproduire

Les larves affectionnent les zones lenticques présentant un substrat très fin (sablonneux), où s'enracinent de nombreux herbiers afin de s'y enfouir.



Cycle biologique de *Petromyzon marinus* (Source MRM)

- Alimentation =

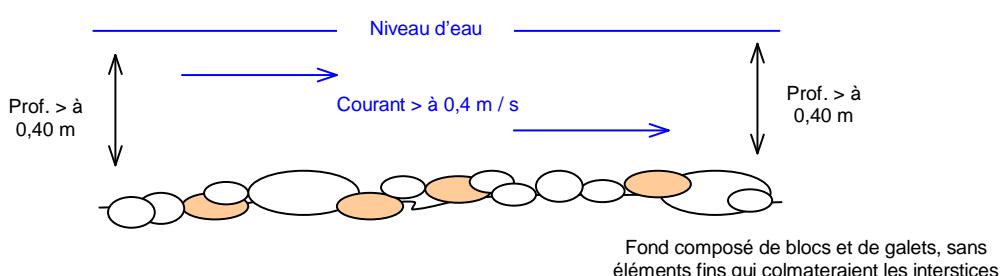
Lors de sa phase larvaire (5 ans) en eau douce, la Lamproie se nourrit de micro-organismes planctoniques filtrés face au courant. Une fois en mer, par contre, la Lamproie marine a un type d'alimentation exclusivement parasitaire effectué par succion sur un autre poisson.

- Reproduction =

Après 3 années de grossissement passées en zone littorale, les adultes effectuent leur migration de reproduction (fin hiver/début printemps) en eau continentale (espèce amphihaline anadrome) afin d'atteindre les frayères, où la ponte a lieu lorsque les températures approchent 15 à 18°C.

La reproduction a lieu d'avril à juin dans le cours inférieur des fleuves. Les lampreies se rassemblent alors en petits groupes sur des zones « profondes » et courantes, où un vaste nid en forme de cuvette est confectionné pour recevoir les œufs (230 000 / kg). Les frayères présentent généralement les caractéristiques suivantes (Applegate, 1950 ; Ducasse et Leprince, 1980 ; Hussakov, 1912 ; Lagarrigue *et al.*, 2004 ; Manion et Mac Laine, 1971 ; Morman, 1979 ; Sabatié, 1998 ; White, 1990 ; Wigley, 1959) :

- Hauteur d'eau > 0,40 m,
- Vitesse du courant dépassant 0,40 m/s,
- Substrat à granulométrie grossière de type galets à graviers.



Typologie d'une frayère de *Petromyzon marinus* (Barral, 2002).

Les observations de Le Teuff (1996) montrent que la localisation des zones de fraie semble fortement influencée par la présence d'obstacles (principalement les barrages de moulin). Cette concentration de frayères sous les obstacles est par ailleurs moins liée à un problème de franchissabilité qu'à la présence de certaines caractéristiques physiques : profondeur d'eau assez élevée, vitesses de courant importantes et substrat très grossier.

Les géniteurs meurent après la reproduction et les larves ammocètes de 5 mm éclosent après 10-15 jours. Dépourvues d'yeux et de disque buccal, ces dernières s'enfouissent (4 à 5 ans) dans les sédiments et filtrent les micro-organismes pour se nourrir. Durant le 4ème ou 5ème été, les ammocètes de près de 15 cm se métamorphosent en petites lamproies et dévalent les cours d'eau pour atteindre la mer l'hiver de la même année (octobre-février).

Répartition géographique :

Les données historiques concernant la Lamproie marine sur le bassin méditerranéen abondent beaucoup moins que pour l'Alose. Peu recherchée par les pêcheurs professionnels, peu appréciée de la gastronomie régionale (notamment en comparaison de la Gironde), cette espèce est restée discrète dans l'histoire halieutique et piscicole de l'arc méditerranéen. Au 19^{ème} siècle, la Lamproie marine semble très commune sur le bassin rhodanien, et notamment dans la partie estuarienne (Bouchon-Brandely, 1876).

On admet une limite historique de répartition similaire avec l'Alose feinte du Rhône (Moreau, 1880). Mais d'après Quignard et Douchement (1991), elle a disparu de la Saône dès les années 1930. Durant cette même période, Kreitmann (1932) localisait trois zones de reproduction actives près de Vienne (Isère), à l'embouchure du Gardon et près de Tarascon. Avec l'édification des grands barrages sur le Rhône, les populations sont alors confinées sur la partie basse du bassin.

Quelques communications orales permettent de dater la présence des lamproies sur quelques affluents du Rhône jusqu'au début des années 1960 : sur l'Ardèche, jusqu'à hauteur de Salavas, sur la Cèze, à l'aval des cascades du Sautadet ou encore sur le Gardon, jusqu'au niveau de Montfrin.

Les populations s'écroulent et les données de captures sont dès lors anecdotiques. Le Suivi National de la Pêche aux Engins initié en 1988 par l'ancien Conseil Supérieur de la Pêche (actuellement Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques) a permis d'obtenir quelques données qualitatives (CSP, 1998 a et 1998b). Les déclarations annuelles s'élèvent en moyenne à une dizaine d'individus, capturés en totalité par les pêcheurs au carrelet à l'aval de l'usine-écluse de Beaucaire-Vallabregues.

En 2001, la découverte d'une frayère active sur le Gardon a motivé la recherche d'autres frayères, mais aucun indice de présence n'a été relevé (Pantarotto, 2002). En 2002, la frayère n'était plus active. Depuis, les observations se résument à quelques captures accidentnelles par des pêcheurs professionnels pratiquant notamment dans les lagunes languedociennes. En 2007, deux lamproies adultes ont également été observées sur l'Aude et sur l'Hérault. Depuis 2 ans, l'Association Migrateurs Rhône Méditerranée mène une étude approfondie sur le Vieux Rhône de Beaucaire et sur le bas Gardon afin d'identifier une population résiduelle. Après 2 campagnes de pêche, aucune lamproie n'a été capturée et aucune frayère active n'a pu être recensée (Denoeux *et al.*, 2008).

On signale enfin la présence de *Petromyzon marinus* sur certains fleuves côtiers méditerranéens comme sur l'Aude (Delhom *et al.*, 2008) et l'Hérault (MRM, données non publiées).

Par ailleurs, outre les menaces que représentent les barrages, notamment pour les adultes et les sub-adultes, l'altération du sédiment ou de l'eau interstitielle (toxique, métaux lourds...) s'avère très préjudiciable pour les larves ammocètes qui restent enfouies pendant plusieurs années dans les dépôts sableux. Un excès de matière organique peut par exemple entraîner une désoxygénéation peu favorable pour cette écophase (Cieresko et al., 2004 ; Peterle, 1991).

Intérêt général de conservation de l'espèce :

En tant qu'espèce grand migrateur, la Lamproie marine présente un intérêt indéniable à différents niveaux d'ordre socio-économique, écologique et patrimonial. Considérée comme vulnérable au niveau national et en danger sur la région PACA (Keith et al., 1992), elle peut bénéficier de mesures de protection prises dans le cadre d'un arrêté de biotope.

Les mesures de préservation du biotope naturel de l'espèce : arrêt des dragages et des recalibrages, lutte contre les pollutions des sédiments, rétablissement de la libre circulation dans les deux sens, sont autant d'actions qui permettent l'amélioration des conditions de vie des autres espèces piscicoles.

Ainsi, lorsque les sites de reproduction des Lamproies se situent en première catégorie, ils correspondent très précisément à ceux exploités par les salmonidés qui fraient au début de l'hiver ; donc dans ce cas, toute mesure d'amélioration des frayères à Lamproies profite également aux salmonidés.

Localisation sur le site Natura2000 « Camargue » :

Les données faisant état de la présence de *Petromyzon marinus* à l'intérieur du triangle deltaïque sont rares et éclatées dans le temps.

Comme pour l'Alose, la présence d'ammocètes, notamment dans le réseau de canaux et dans la lagune du Vaccarès, est liée aux pompages d'eau du Rhône pour l'irrigation des nombreuses terres rizicoles (Poizat et al., 1999). On trouve également dans la bibliographie quelques captures d'adultes dans la lagune. Ces captures corroborent à des périodes de fortes crues (type 1993-1994) et à des incursions dans le système par des brèches formées au niveau des digues rhodaniennes (Comm. pers. Crivelli).

Enjeux de conservation à l'échelle du site Natura2000 « Camargue » :

- Colonisation forcée des ammocètes par les stations de pompage,
- Devenir des juvéniles introduits dans les bassins poldérisés,
- Pas de colonisation trophique dans la zone deltaïque,
- Nécessité d'un retour rapide vers la mer,
- Statut de l'espèce ?,
- Colonisation du Golfe de Beauduc.

Objectifs de conservation à l'échelle du site Natura2000 « Camargue » :

- Meilleur gestion des ouvrages hydrauliques pour permettre la dévalaison des ammocètes vers la mer,
- Estimer la mortalité induite par les pompages des ammocètes dans les bassins poldérisés
- Connaître la proportion d'individus entrant et sortant du système deltaïque,

- Contribuer à l'évaluation du statut actuelle de la Lamproie marine à l'échelle du bassin Rhône Méditerranée & Corse (RMC),
- Etablir une stratégie d'actions en harmonie avec les programmes de restauration des populations de poissons grands migrateurs déjà en place à l'échelle du bassin RMC(Plan de Gestion des Poissons Migrateurs),

Propositions d'actions :

- Mise en place d'un suivi au niveau des stations de pompage afin d'évaluer les introductions d'ammocètes à l'intérieur du delta (nombre, période d'occurrence, caractéristiques biométriques),
- Suivi quantitatif des sorties hivernales de la lagune vers la mer au droit des pertuis de la Fourcade afin de dénombrer précisément les lampreies sortant du système deltaïque,
- Rétablir la fonctionnalité d'anciens graus (pertuis de la Comtesse et de Rousty) afin d'améliorer les échanges mer-lagune (Miller et al., 1990),
- Réflexion sur le devenir des individus introduits par les pompages dans les bassins poldérisés (évaluation des mortalités par repompage),
- Mettre en place une étude spécifique d'évaluation de l'état sanitaire des ammocètes du bassin RMC (cause probable du déclin de l'espèce),
- Mise en place d'un suivi halieutique auprès de la population de pêcheurs professionnels pour acquérir des données sur les populations de lampreies migratrices,
- Mettre en place un programme d'études sur les peuplements ichtyologiques du Golfe de Beauduc.

Bibliographie :

APPELGATE V.C., 1950. *Natural history of the sea lamprey, Petromyzon marinus, in Michigan.* U.S. Fish and Wildlife Service Special Science Report n°55. 237 p.

BOUCHON-BRANDELY, 1876. *Rapport sur la situation du littoral français de la Méditerranée, au point de vue de la pêche, de la pisciculture et de la conchyliculture.* Rapport de la commission sénatoriale d'enquête du repeuplement des eaux. Imprimerie du Sénat. 213 p.

CIERESKO A., BABIAK I., DABROWSKI K., 2004. *Efficacy of animal anti-fertility compounds against sea-lamprey (Petromyzon marinus) spermatozoa.* Theriogenology n°61. 1039-1050 p.

CRIVELLI A. J., DELHOM J., 2008. *Étude de la population de lampreies du Rhône en aval de Vallabregues et sur le Gardon. Campagne 2007.* Association Migrateurs Rhône-Méditerranée.

CSP, 1998a. Note du service concernant les carnets de captures aux engins sur le domaine public fluvial du Rhône deltaïque. Service technique du Conseil Supérieur de la Pêche, Direction Générale (Paris). 7p. + annexes.

CSP, 1998b. Note du service concernant les carnets de captures aux engins sur le domaine public fluvial du Rhône aval. Service technique du Conseil Supérieur de la Pêche, Direction Générale (Paris). 9p. + annexes.

DELHOM J., LEBEL I., VERDOT G., 2008. *Mise en place d'un réseau de surveillance de captures de lampreies et de grands salmonidés sur le bassin Rhône-Méditerranée-Corse. Campagne 2007.* Association Migrateurs Rhône-Méditerranée.

DENOUEX A., DEHLOM J., 2008. *Etude des populations de lampreies migratrices sur le Rhône aval (13) et le bas Gardon (30).* Rapport de stage de Master GESMARE 2^{ème} année. Université Paul Verlaine-Metz et Association Migrateurs Rhône Méditerranée. 64 p. + annexes.

DUCASSE J., LEPRINCE Y., 1980. *Etude préliminaire de la biologie des lampreies dans les bassins de la Garonne et de la Dordogne.* CTGREF Bordeaux, Division ALA/ENIOTEF. Mémoire ENIOTEF-CEMAGREF Bordeaux. 151 p.

GOURRET P., 1897. *Les étangs saumâtres du Midi de la France et leurs pêcheries.* Museum d'Histoire Naturelle de Marseille. 386 p.

HARDISTY M.W., POTTER I.C., 1971. *The biology of the lampreys.* Vol.I. Academic Press, New York. 423 p.

KIENER A., 1968. *L'évolution des populations de Sandre dans deux étangs méditerranéens.* Terre et Vie Vol.4. 470-491 p.

KEITH P., ALLARDI J., MOUTOU B., 1992. *Livre rouge des espèces menacées de poissons d'eau douce de France et bilan des introductions.* Muséum National d'Histoires Naturelles, CEMAGREF, CSP, Ministère de l'Environnement, Paris, 110 p + annexes.

KREITMANN L. 1932. *Les grandes lignes de l'économie piscicole du bassin français du Rhône.* Travaux du Laboratoire d'Hydrobiologie et de Pisciculture de l'Université de Grenoble. 127-131 p.

LAGARRIGUE T., LASCAUX J.M., BRINKERT S., CHANSEAU M., 2004. *Suivi de la reproduction de la grande alose (Alosa alosa) et de la lamproie marine (Petromyzon marinus) sur la Dordogne en aval du barrage de Tuilières (Départements de la Dordogne et de la Gironde). Mai-juin 2003.* Rapport ECOGEA-MIGADO. 2D-04-RT. 32 p.

LE TEUFF L., 1996. *Premiers éléments de l'écologie de la lamproie marine (Petromyzon marinus) dans une rivière bretonne, le Scorff.* Mémoire de fin d'études de l'Ecole Supérieure d'Ingénieurs et de Techniciens Pour l'Agriculture, 38 p.

MILLER J.M., PIETRAFESA L.J., SMITH N.P., 1990/ *Principles of hydraulic management of coastal lagoons for aquaculture and fisheries.* Rome, FAO. 88p.

MOREAU E., 1881. *Histoire naturelle des poissons de la France.* Paris. 3 Volumes.

MORMAN, 1979. *Distribution and ecology of lampreys in the lower Peninsula of Michigan.* GLFC Technical Report n°33. 1-59 p.

PANTAROTTO T., 2002. *Une frayère à Lamproie marine sur le Bas Gardon.* Rapport de la brigade mobile d'intervention « Rhône aval » du Conseil Supérieur de la Pêche. 19p.

PETERLE T.J., 1991. *Wildlife toxicology.* Van Nostrand Reinhold publishing, New York, USA. 322 p.

POIZAT G., ROSECCHI E., CHAUVELON P., CONTOURNET P. CRIVELLI A. J., 2003. *Long-term fish and macro-crustacean community variation in a Mediterranean lagoon.* Estuarine, coastal and shelf science. Vol.59 n°4. 6 15-624 p. (10)

QUIGNARD J.P., DOUCHEMENT C., 1991. "Alosa fallax rhodanensis, Distribution". In : *The freshwater Fishes of Europe, 2 : Clupeidae, Anguillidae (Hoestland H., Eds.).* Aula-Verlag, Wiesbaden : pp. 278-280.

SABATIE M.R., 1998. *Eléments d'écologie de la Lamproie marine (Petromyzon marinus L.) dans une rivière bretonne : le Scorff.* Rapport final INRA L.E.A Rennes. Convention Région Bretagne n°12172/95. 54 p.

SNPN et Réserve Nationale de Camargue, 2006. *Suivi scientifique 2006 de la Réserve Nationale de Camargue et Bilan 1988 – 2006. Partie 4 « Peuplements de poissons du Vaccarès ».* Société Nationale de Protection de la Nature, Réserve Nationale de Camargue. 41-49 p.

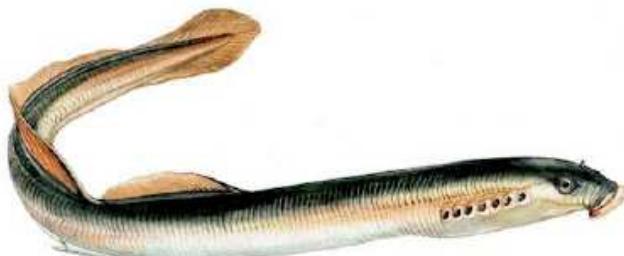
WHITE D.S., 1990. *Biological relationships to convective flow patterns within stream beds.* Hydrobiologia n°196. 149-158 p.

WIGLEY R.L., 1959. *Life history of the sea lamprey of Cayuga Lake, New York. U.S. Fish. Wild. Serv. Fish. Bull. N°59.* 559-617 p.

Lamproie fluviatile - *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus 1758)

Taxonomie :

Embranchement : Chordata
Sous-embranchement : Agnatha
Classe : Céphalaspidomorphes
Ordre : Petromyzontiforme
Famille : Petromyzontidae
Genre : Lampetra



Lampetra fluviatilis (Barral, 2002)

Statuts :

Statut de Protection	
Directive Habitats/Oiseaux	Annexe II
Convention de Berne	Annexe III
Convention de Barcelone	Annexe III
Protection nationale	Arrêté ministériel du 08/12/1988

Statut de protection de *Lampetra fluviatilis* (Source INPN, MNHN)

Statut de Conservation (Livres rouges)	
France	Vulnérable
PACA	En Danger

Statut de conservation de *Lampetra fluviatilis* (Source INPN, MNHN)

Description de l'espèce :

La Lamproie fluviatile appartient à la branche des agnathes (absence de mâchoire). Le corps, serpentiforme et dépourvu d'écailles, est comprimé latéralement vers l'arrière. Sa bouche, entourée d'un disque en forme de ventouse, est garnie de quelques dents cornées.

La respiration se fait à l'aide de 7 orifices branchiaux alignés de chaque côté de la tête.

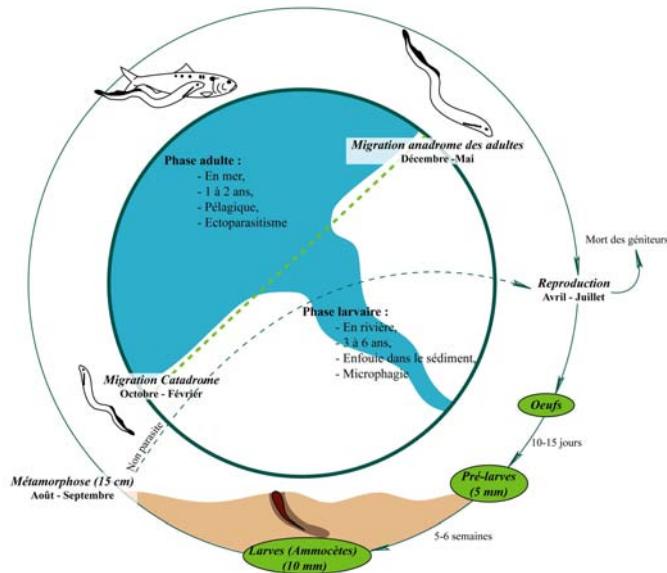
Le dos est sombre, les flancs jaunâtres, le ventre presque blanc. Elle ressemble fortement à la Lamproie marine, mais elle est plus petite, avec une taille de 0,3 à 0,5 m pour environ 60 g (Allardi et Keith, 1990).

Biologie de l'espèce :

- Habitat =

La Lamproie fluviatile adulte vit une partie de sa vie en mer (12 à 20 mois) en parasitant d'autres espèces de poissons. Elle ne regagne les eaux continentales que pour se reproduire

Les larves affectionnent les zones calmes (lentiques) avec un substrat fin, afin de s'y enfouir.



Cycle biologique de *Lampetra fluviatilis* (Source MRM)

- Alimentation =

Tout comme la Lamproie marine, les larves ammocètes filtrent les sédiments à la recherche de micro-organismes. Concernant le stade adulte, la croissance en mer est assurée par un régime alimentaire essentiellement composé de sang puisque les Lamproies fluviatiles se fixent sur des poissons marins ou amphihalins et les parasitent (Allardi et Keith, 1990).

- Reproduction =

Après une croissance marine rapide de 1 à 2 ans, les Lamproies fluviatiles regagnent, dès l'automne, les eaux continentales dans le but de s'y reproduire le printemps suivant (mars-mai), lorsque l'eau atteint 10 à 14°C.

Tout comme la Lamproie marine, cette espèce migratrice anadrome est très exigeante pour la reproduction, notamment en matière de granulométrie (fonds stables et non colmatés de graviers, galets ou de pierres), de vitesse du courant (proche des 0,40 m/s) et de hauteur d'eau (0,40 m).

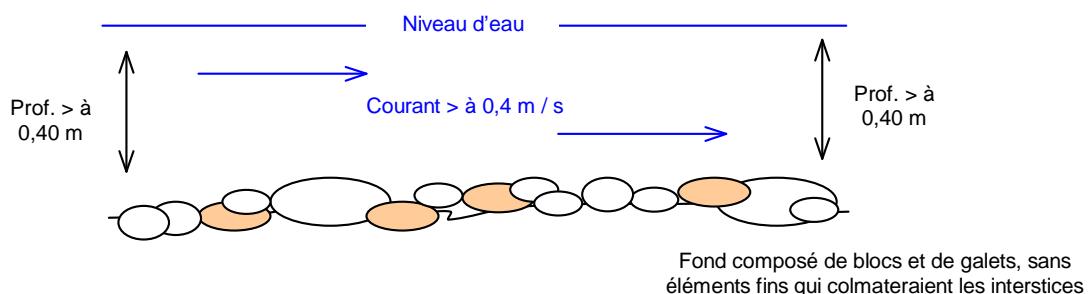


Figure 1 : Typologie d'une frayère à Lamproie fluviatile (Barral, 2002).

Les œufs (375 000 à 405 000 / kg) sont déposés dans des nids creusés dans le gravier pour une incubation de 15 jours. Après éclosion, les larves ammocètes gagnent les « lits d'ammocètes », où elles resteront enfouies 3 à 6 ans dans le sédiment (vase, limon). Passé ce stade, les ammocètes vont se métamorphoser (juillet-octobre) et migrer en mer (mars-juin) pour y mener une vie parasitaire sur des poissons marins (Keith et al., 1992).

Répartition géographique :

Abondante en France au début du siècle, la Lamproie fluviatile est devenue globalement rare dans une aire de répartition réduite et fragmentée. Elle a en effet fortement régressé, voire disparu dans certains bassins depuis 40 ans. Bien que les causes de cette régression soient multiples (pollution des cours d'eau, extraction de granulats en lit mineur, dégradation générale des habitats (frayères, abri des larves) et multiplication des barrages), certaines d'entre elles sont d'autant plus durement ressenties que la durée de la phase larvaire est relativement longue.

Malgré cela et en l'absence d'étude spécifique sur le bassin, il semblerait que cette espèce soit toujours présente sur le Rhône et certains affluents (Gardon notamment) ainsi que sur quelques fleuves côtiers méditerranéens (Gapeau, Aude, Hérault).

Intérêt général de conservation de l'espèce :

En tant que espèce grand migrateur, la Lamproie fluviatile présente un intérêt indéniable à différents niveaux d'ordre socio-économique, écologique et patrimonial. Considérée comme vulnérable au niveau national et surtout en danger sur la région PACA (Keith *et al.*, 1992), elle peut bénéficier de mesures de protection prises dans le cadre d'un arrêté de biotope (arrêté du 08/12/88).

Les mesures de préservation du biotope naturel de l'espèce (arrêt des dragages et des recalibrages, lutte contre les pollutions des sédiments, rétablissement de la libre circulation dans les deux sens), sont autant d'actions qui permettent d'améliorer les conditions de vie des autres espèces piscicoles.

Pour exemple, lorsque les sites de reproduction de la Lamproie se situent en première catégorie, ils correspondent très précisément à ceux exploités par les salmonidés qui fraient au début de l'hiver ; ainsi, toute mesure d'amélioration des frayères à lamproies profite également aux salmonidés.

Localisation sur le site Natura2000 « Camargue » :

Seul Baroux (1984) cite l'espèce lors d'observations faunistiques sur les étangs du Domaine de La Palissade. Toutefois cette donnée n'a jamais pu être vérifiée. A ce jour, la présence de *Lampetra fluviatilis* sur le territoire du site Natura2000 « Camargue » reste donc à confirmer.

Enjeux de conservation à l'échelle du site Natura2000 « Camargue » :

- Présence de l'espèce sur le site ?
- Etat de la population à l'échelle du bassin Rhône Méditerranée & Corse (RMC).

Objectifs de conservation à l'échelle du site Natura2000 « Camargue » :

- Déterminer le statut de l'espèce à l'échelle du site Natura2000 mais également à l'échelle du bassin RMC.

Programme d'actions :

- Mise en place d'un suivi halieutique auprès de la population de pêcheurs professionnels pour acquérir des données sur le statut de l'espèce.

Bibliographie :

ALLARDI J., KEITH P., 1990. *Atlas préliminaire des poissons d'eau douce de France.* Collection Patrimoines Naturels, vol. 4, Secrétariat Faune Flore. MNHN, Paris, 234 p.

BAROUX, B., 1984. *Observations sur la faune ichthyologique des étangs du domaine de la Palissade (Camargue). Méthodologie, inventaire, évolution de la communauté piscicole.* Université des Sciences et Techniques du Languedoc. CEMAGREF. 124p.

BARRAL M., 2002. *État de lieux de la circulation piscicole sur les affluents de Rive gauche du Rhône et les fleuves côtiers méditerranéens. Fiches descriptives espèces.* Association Migrateurs Rhône Méditerranée. 33p.

KEITH P., ALLARDI J., MOUTOU B., 1992. *Livre rouge des espèces menacées de poissons d'eau douce de France et bilan des introductions.* Muséum National d'Histoires Naturelles, CEMAGREF, CSP, Ministère de l'Environnement, Paris, 110 p + annexes.

Bouvière - *Rhodeus sericeus amarus* (Bloch 1752)

Taxonomie :

Embranchement : Chordata
Sous-embranchement : Gnathostomata
Classe : Actinopterygii
Sous-classe : Neopterygii
Super-ordre : Teleostei
Ordre : Clupeiformes
Famille : Cyprinidae



Rhodeus sericeus amarus (Barral, 2002)

Statuts :

Statut de Protection	
Directive Habitats/Oiseaux	Annexe II
Convention de Berne	Annexe III
Protection nationale	Arrêté ministériel du 08/12/1988

Statut de protection de *Rhodeus sericeus amarus* (Source INPN, MNHN)

Statut de Conservation (Livres rouges)	
France	Vulnérable
PACA	Vulnérable

Statut de conservation de *Rhodeus sericeus amarus* (Source INPN, MNHN)

Description de l'espèce :

La Bouvière possède un corps court, haut, comprimé latéralement et recouvert de grandes écailles ovales. L'aspect du poisson est brillant, avec un dos gris verdâtre, des flancs argentés et la présence d'une bande vert bleu sur les flancs, à l'aplomb de la dorsale ainsi que sur le pédicule caudal. Le museau est court et la mâchoire supérieure avancée (Spillmann, 1961).

La taille des adultes est de 50 à 70 mm avec cependant un léger dimorphisme sexuel puisque les mâles sont souvent plus grands que les femelles pour un âge donné.

La longévité moyenne de la Bouvière est de 2 à 3 ans.

Biologie de l'espèce :

- Habitat =

D'activité diurne, la Bouvière est une espèce grégaire des milieux calmes (lacs, étangs ou plaines alluviales). Elle affectionne tout particulièrement les eaux claires, peu profondes sur substrats sablo-limoneux.

La Bouvière fréquente également les herbiers et sa présence est obligatoirement liée à celle des mollusques bivalves que sont les Unionidés (Holcik, 1990).

- Alimentation =

Le régime alimentaire de la Bouvière est exclusivement phytopophage (algues vertes filamentueuses et diatomées) et/ou détritivore.

- Reproduction =

La Bouvière se reproduit d'avril à août (ponte essentiellement estivale), lorsque l'eau atteint 15 à 21 °C. Le déroulement de la reproduction est tout à fait particulier puisqu'il nécessite la présence de moules d'eau douce dans lesquelles pond la Bouvière. En effet, une fois le bivalve choisi, la femelle dépose ses ovules (40 à 100 par femelles) dans le siphon exhalant de ce dernier alors que le mâle dépose son sperme près du siphon inhalant (Reynolds *et al.*, 1997).

Pendant tout le temps de l'incubation, le mâle défend un territoire autour de la moule. L'éclosion est rapide et ce sont des larves de 8 mm qui sortent de la cavité branchiale de la moule.

Répartition géographique :

Espèce autochtone que l'on retrouve notamment dans le bassin du Rhin, de la Seine et du Rhône. D'après Spillmann (1961), la Bouvière « manque au sud du Massif central et au sud-est, elle se raréfie dans le cours moyen du Rhône ». Maitland (1981), indique une distribution dans la vallée du Rhône jusqu'en amont de Lyon.

Plus tard, la Bouvière est référencée en Camargue (Johnson *et al.*, 1980 ; Kiener, 1985) et plus récemment sur le Lez (en aval de la station d'épuration de Bollène) suite aux inventaires du Réseau Hydrobiologique et Piscicole de 1999.

Son aire de répartition est très fragmentée à cause notamment de la raréfaction des mollusques nécessaires à sa reproduction. Cette raréfaction est par ailleurs la résultante de plusieurs facteurs comme la dégradation des milieux aquatiques, la pollution, la prédation par les ragondins et autre rat musqué ou encore la compétition avec des espèces piscicoles allochtones invasives (Rosecchi *et al.*, 1997). Outre cette entière dépendance avec les Unionidés, la Bouvière est globalement menacée par les pollutions industrielles et agricoles, les recalibrages qui uniformisent les habitats aquatiques ou encore les pompes.

Intérêt général de conservation de l'espèce :

Vulnérable à l'échelle du bassin et au niveau national (Keith *et al.*, 1992), la Bouvière n'est pourtant pas susceptible de bénéficier de mesures de protection prises dans le cadre d'un arrêté de biotope (arrêté du 08/12/88).

Par ailleurs, les mesures relatives à la qualité de l'eau et des milieux, prises pour la conservation de cette espèce et de son habitat sont favorables à la végétation aquatique, la stabilisation des fonds et la régulation des conditions hydrauliques. Concernant la circulation piscicole, la Bouvière n'a pas à effectuer de migration de reproduction, le rétablissement des connectivités longitudinales ne peut toutefois que lui être bénéfique (ainsi qu'aux moules d'eau douce indispensable à sa reproduction) compte tenu de ses exigences écologiques et habitationnelles. En effet, les seuils et barrages qui compartimentent les cours d'eau entraînent généralement des bouleversements (uniformisation des habitats, risque de sédimentation et d'eutrophisation, diminution de la capacité d'autoépuration du milieu, etc.) préjudiciables pour un grand nombre d'espèces piscicoles dont la Bouvière fait partie.

Localisation sur le site Natura2000 « Camargue » :

La Bouvière a été localisée pour la première fois en Camargue le 14 août 1976 par Morgan N.G.K sur le canal du Petit Badon (propriété de la Fondation Tour du Valat). Grâce à un suivi piscicole engagé par la Fondation Tour du Valat sur son réseau de canaux entre

1976 et 1977, Johnson et Morgan vont confirmer « l'extension de l'aire de distribution de *R. sericeus amarus* d'environ 250 km vers le sud » (Johnson et al., ibidem). Durant ce suivi, 770 individus sont capturés avec des tailles comprises entre 38 et 62 mm. Quelques mois plus tard, une femelle pleine d'œufs est capturée ainsi que plusieurs juvéniles démontrant l'existence d'une reproduction naturelle de l'espèce dans le réseau de canaux. C'était là la confirmation que la Bouvière était une espèce pérenne en Camargue.

Strictement inféodée aux milieux dulçaquicoles, la Bouvière est confinée dans ce réseau de canaux. Aucune étude spécifique n'a par la suite été engagée sur l'espèce. Nous ne disposons donc pas d'une connaissance poussée sur l'espèce, notamment quant à son aire de répartition dans les canaux.

La Bouvière est également présente sur le Rhône, elle a été signalée au niveau des caissons « Girardon » situés à l'amont immédiat d'Arles (Nicolas et Pont, 1996).

Enjeux de conservation à l'échelle du site Natura2000 « Camargue » :

- Espèce bien installée sur le site,
- Strictement inféodée au réseau de canaux (eau douce),
- Corrélation des enjeux de conservation avec d'autres espèces communautaires (Cistude d'Europe, Macro invertébrés...),
- Espèce sensible à la compétition et à la prédatations de certaines espèces allochtones invasives (notamment les écrevisses),
- Site idéal pour une étude plus approfondie sur la biologie et l'écologie de l'espèce.

Objectifs de conservation à l'échelle du site Natura2000 « Camargue » :

- Meilleur gestion des petits ouvrages hydrauliques pour permettre une meilleure connectivité entre les habitats (notion de brassage intra-populationnelle pour la Bouvière),
- Intégrer la problématique piscicole dans la gestion physique des canaux,
- Conserver une qualité physico-chimique des eaux satisfaisante pour assurer le maintien de l'espèce et de son hôte,
- Appréhender l'impact des espèces allochtones sur l'espèce et son hôte (notion de compétitivité trophique et de préation)
- Mieux connaître l'écologie et la biologie de l'espèce.

Programme d'action :

- Mettre en place au niveau de la Commission Exécutive De l'Eau une gestion des petits ouvrages hydrauliques adaptée aux exigences biologiques de l'espèce (associée à la problématique d'autres espèces comme l'Anguille)
- Etablir un cahier des charges d'entretien physique des canaux afin de limiter son impact sur le milieu et son fonctionnement,
- Veiller à la qualité des eaux introduites dans le delta (cf. organochlorés) et maîtriser les intrants de l'activité agricole,
- Maîtriser le développement des espèces allochtones dites invasives et connaître son impact de préation sur la Bouvière et son hôte vital,
- Etude spécifique sur la biologie, l'écologie et l'aire de répartition de la Bouvière dans le réseau de canaux du site Natura2000 « Camargue ».

Bibliographie :

BARRAL M., 2002. *État de lieux de la circulation piscicole sur les affluents de Rive gauche du Rhône et les fleuves côtiers méditerranéens. Fiches descriptives espèces.* Association Migrateurs Rhône Méditerranée. 33p.

CHAUVELON P., POIZAT G., CRIVELLI A.J., 1996. *Hydro-agricultural management on the Rhône river delta, France : consequences on dissolved and solid fluxes, potential impact on fish population.* Second International Symposium on Habitat Hydrolics, Quebec. 167-176 p.

DE GROOT, C.-J., 1991. *Analyse de la qualité de l'eau en Camargue du Rhône au système Vaccarès.* In C. Rendu Scient. SNPN Réserve de Camargue, Tour du Valat (unpublished report).

HOLCIK J., 1990. *Rhodeus sericeus* (Pallas, 1776). In BANARESCU P. (ed.), Freshwater Fishes of Europe. Vol. 5. (sous presse).

JEUDY E., 1995. *Étude du suivi des peuplements de poissons d'un canal de drainage et d'un canal d'irrigation en Camargue (delta du Rhône, France).* DAA, ENSA Rennes. 130 p.

JOHNSON A.R., MORGAN N.G.K.C, MORGAN N.C., 1980. *Une extension de l'aire de répartition de la Bouvière (Rhodeus sericeus amarus, Bloch 1972).* Revue d'écologie La Terre et la Vie Vol.34. 135-137 p.

KEITH P., ALLARDI J., MOUTOU B., 1992. *Livre rouge des espèces menacées de poissons d'eau douce de France et bilan des introductions.* Muséum National d'Histoires Naturelles, CEMAGREF, CSP, Ministère de l'Environnement, Paris, 110 p + annexes.

KIENER A., 1985. *Au fil de l'eau en pays méditerranéen.* Aubanel, Avignon.

LEVEQUE R., 1957. *Note sur la faune ichtyologique de Camargue.* Terre et Vie Vol.2-3. 231-240 p.

LEVEQUE R., 1963. *Complément à l'inventaire ichtyologique de la Camargue.* Terre et Vie Vol.17. 316-318 p.

MAITLAND P.S. 1981. *Les poissons des lacs et rivières d'Europe en couleurs.* In Multiguide nature. Bordas. Elsevier-Séquoia. Bruxelle. 255 p.

NICOLAS Y., PONT D., 1996. *Rôle des aménagements Girardon et des bras morts vis-à-vis du maintien de la diversité piscicole dans le Rhône aval (secteur d'Arles).* Rapport Final. ESA CNRS 5023, Compagnie Nationale du Rhône et Agence de l'Eau RMC. 95 p. + annexes.

PETIT G., SCHACHTER D., 1954. *Note sur l'évolution hydrologique et écologique de l'étang du Vaccarès.* Terre et Vie Vol. 8. 121-128 p.

PETIT, G. & SCHACHTER, D. 1954. *La Camargue, Étude écologique et faunistique.* Année biol. Vol. 20 : 193-253 p.

POIZAT G., CRIVELLI A. J., 1997. *Use of seasonally flooded marshes by fish in a Mediterranean wetland : timing and demographic consequences.* Journal of Fish Biology. Vol.51. 106-119 p.

POIZAT G., CHAUVELON P., ROSECCHI E., CRIVELLI A. J., 1999. *Passage des poissons du Rhône par les pompes d'irrigation de Camargue : premiers résultats.* Station Biologique de la Tour du Valat. Bull. Fr. Pêche Piscic. Vol. 352. 31-43 p.

REYNOLDS J.D., DEBUSE V.J., ALDRIDGE D.C., 1997. *Host specialisation in an unusual symbiosis : European bitterlings spawning in freshwater mussels.* Oikos n°78. 539-545 p.

ROSECCHI E., POIZAT G., CRIVELLI A. J. 1997. *Les introductions d'espèces dans les milieux aquatiques continentaux en métropole. Enjeux, conséquences et recommandations.* BULLETIN FRANCAIS DE LA PECHE ET DE LA PISCICULTURE. Vol. 70 n°344-345. 221-232 p. (12).

SPILLMANN J., 1961. Poisson d'eau douce. In Faune de France. Paul Lechevalier, Paris. 304 p.

Toxostome - *Chondrostoma toxostoma* (Vallot 1836)

Taxonomie :

Embranchement : Chordata
Sous-embranchement : Gnathostomata
Classe : Actinopterygii
Sous-classe : Neopterygii
Super-ordre : Teleostei
Ordre : Clupeiformes
Famille : Cyprinidae



Chondrostoma toxostoma (Barral, 2002)

Statuts :

Statut de Protection	
Directive Habitats/Oiseaux	Annexe II
Convention de Berne	Annexe III

Statut de protection de *Chondrostoma toxostoma* (Source INPN, MNHN)

Statut de Conservation (Livres rouges)	
France	Vulnérable
PACA	Vulnérable

Statut de conservation de *Chondrostoma toxostoma* (Source INPN, MNHN)

Description de l'espèce :

Long de 15 à 25 cm pour un poids compris entre 50 et 350 g, le Toxostome a le corps fuselé et une tête conique terminée par un museau court. La bouche est petite et présente des lèvres cornées et arquées en fer à cheval.

Le corps est vert-olive, les flancs clairs à reflets argentés avec une bande sombre qui ressort particulièrement en période de frai. Les nageoires dorsales et caudales sont grises, alors que les pectorales, les pelviennes et l'anale sont plutôt jaunâtres.

Biologie de l'espèce :

- Habitat =

Le Toxostome est une espèce rhéophile qui fréquente généralement les rivières où l'eau est claire, courante, bien oxygénée et à fond de galets ou de graviers. Vivant en bancs assez nombreux d'individus de même taille le jour, le banc se dissocie la nuit, et les poissons sont alors inactifs dans des anfractuosités du fond.

Par ailleurs, s'il peut séjourner en eau calme, le Toxostome se reproduit toutefois en eau courante.

- Alimentation =

Le régime alimentaire est essentiellement herbivore. Le Toxostome se nourrit en effet préférentiellement de diatomées du périphyton et d'algues filamentueuses, auxquelles s'ajoutent cependant quelques petits invertébrés aquatiques (petits crustacés et Mollusques) et du frai de poisson.

- Reproduction =

Ovipare, la maturité sexuelle est atteinte vers 4 ans. En période de frai (mars à juin, lorsque la température est de 11 à 13°C), le Toxostome remonte le cours des fleuves et des rivières (notion de migration de reproduction) à la recherche de zones peu profondes à fort courant, bien oxygénées et à substrat grossier (les petits affluents sont ainsi des sites potentiels forts pour la reproduction).

Répartition géographique :

Le Toxostome est la seule espèce autochtone du genre *Chondrostoma* à être originaire du bassin méditerranéen (Mathias, 1921 ; Nelva, 1988). A l'ouest de son aire de distribution, on le retrouve du nord de la péninsule ibérique (bassin de l'Ebre) jusqu'au Portugal (Tage) (Changeux et Pont, 1995). A l'est, il est cité sur quelques fleuves côtiers méditerranéens de la région Provence Alpes Côte d'Azur (Kiener, 1985).

Chondrostoma toxostoma est une espèce rhéophile qui affectionne les parties médianes des cours d'eau (distance à la source <100 Km) à pente moyenne (+/- 3 pour mille) avec un substrat de type grossier (galets) (Chappaz et al., 1989). S'il peut séjourner en zone lenticule, il est strictement inféodé aux secteurs lotiques pour sa reproduction.

La répartition du Toxostome s'est totalement modifiée ces dernières années, essentiellement pour des raisons d'atteinte des milieux aquatiques. En effet, outre les obstacles à la migration du Toxostome, on peut citer comme autres menaces les exploitations de granulats et les lâchers de barrages hydroélectriques qui ont des effets néfastes sur les substrats de ponte (Changeux et Pont, 1995 ; Keith, 1998).

L'hybridation introgressive entre *Chondrostoma toxostoma* et *Chondrostoma nasus* représente également une menace pour l'espèce (Costedoat et al., 2004). En effet, l'hybridation risque d'appauvrir la diversité des espèces et des gènes. La problématique dépasse le bassin de la Durance et s'étend sur le bassin du Rhône. Cette hybridation peut être à l'origine du déclin des populations de Toxostome au moins sur une partie de la Durance (Collectif, 2007).

Sur le bassin RMC, les pêches électriques du RHP ainsi que l'exploitation des différents Schémas Départementaux de Vocation Piscicole, permettent d'affirmer que le Toxostome reste notamment encore bien représenté sur l'Arc, le Vidourle, l'Aude ou encore la Durance.

Intérêt général de conservation de l'espèce :

Vulnérable à l'échelle du bassin et au niveau national (Keith et al., 1992), le Toxostome est notamment inscrit dans l'annexe III de la convention de Berne, ce qui oblige à réglementer de manière stricte son exploitation afin de le maintenir hors de danger. Concernant, ce dernier point, il est en effet utile de rappeler que malgré le faible intérêt halieutique du Toxostome, ce dernier est tout de même utilisé comme vif pour le brochet.

Les mesures relatives à la qualité des rivières prises pour la conservation du Toxostome et de son habitat sont favorables à la biodiversité des écosystèmes aquatiques des eaux continentales. Enfin, toutes les actions spécifiques menées en faveur du rétablissement de la libre circulation de cette espèce pourront également profiter à l'ensemble des espèces piscicoles. Comme l'ensemble des petites espèces piscicoles (taille moyenne < 30 cm), ce cyprinidé rhéophile possède des capacités de franchissement limitées (impossibilité d'utiliser le saut et vitesse de nage maximale réduite à quelques mètres parcourus dans un écoulement de 1,5 m/s : Croze et Larinier, 2000).

Compte tenu de ces caractéristiques, seuls les systèmes de franchissement du type rivière de contournement, passe à seuils successifs voire passe à bassins sont envisageables lorsqu'une telle espèce d'intérêt patrimonial est présente sur le cours d'eau considéré.

Localisation sur le site Natura2000 « Camargue » :

En raison de ses *preferenda* écologiques, le Toxostome n'a pas vocation à être présent à l'intérieur du delta camarguais où l'absence totale de zone potentielle pour la reproduction élimine tout espoir de maintien de cette espèce dans le réseau de canaux.

Ainsi, on ne trouve aucune citation de présence de l'espèce dans les documents bibliographiques. Si Lévêque (1957) précise que *Chondrostoma nasus* (le Hotu) est communément capturé dans le Fumemorte, il précise que *toxostoma* n'a jamais pu être identifié dans le delta, alors qu'il est signalé sur le Rhône (Dottrens, 1952).

Le signalement le plus récent, et le plus proche du delta, remonte à l'automne 1993, où un individu avait été capturé dans les caissons du Rhône, à l'amont immédiat d'Arles (Nicolas, 1996). Cette capture suivait une période de crues des divers affluents du Rhône (notamment le Gardon et la Durance), ce qui pourrait expliquer sa présence accidentelle sur le Rhône par dévalaison lors de l'épisode hydrologique (Annexe 5).

Enjeux de conservation à l'échelle du site Natura2000 « Camargue » :

- Aucun enjeu spécifique défini sur le site Natura2000 Camargue.

Objectifs de conservation à l'échelle du site Natura2000 « Camargue » :

- Aucun objectif spécifique défini sur le site Natura2000 Camargue.

Programme d'actions :

- Aucune action à préconiser sur le site Natura2000 Camargue.

Bibliographie :

BARRAL M., 2002. *État de lieux de la circulation piscicole sur les affluents de Rive gauche du Rhône et les fleuves côtiers méditerranéens. Fiches descriptives espèces.* Association Migrateurs Rhône Méditerranée. 33p.

CHANGEUX T., PONT D., 1995. *Current status of the riverine fishes of the French Mediterranean basin.* Biological conservation. Vol.72 n°2. 137-158 p.

CHAPPAZ R., BRUN G. OLIVARI G. 1989. *Données nouvelles sur la biologie et l'écologie d'un poisson Cyprinidé peu étudié *Chondrostoma toxostoma* (Vallot, 1836). Comparaison avec *Chondrostoma nasus* (L., 1766).* C.R. Académie des Sciences de Paris. n°309 (Série III). 181–186 p.

Collectif, 2007. *Synthèse bibliographique : Bilan des connaissances faunistiques et floristiques de la vallée de la Durance. De la Confluence Rhône-Durance au lac d'Espinasse.* Syndicat Mixte d'Aménagement de la Vallée de la Durance. Naturalia, GOMILA H., Maison Régionale de l'Eau. 40 p. + annexes.

COSTEDOAT C., PECH N., CHAPPAZ R., SALDUCCI M. D., LIM P., GILLES A.
2004. *Étude de l'hybridation introgressive entre Chondrostoma t. toxostoma et Chondrostoma n. nasus (Téléostéen, Cyprinidae) en utilisant une approche multiple.* Cybium Vol.28 (Suppl.). 51–61 p.

CROZE O., LARINIER M., 2001. *Libre circulation des poissons migrateurs.* Guide Technique n°4 - SDAGE RMC, 51 p.

DOTTRENS E., 1952. *Les poissons d'eau douce d'Europe.* Delachaux et Niestlé. 2 Volumes.

KEITH P., 1998.- *Évolution des peuplements ichthyologiques de France et stratégies de conservation.* Thèse de Doctorat - Université de Rennes I. 239 p.

KEITH P., ALLARDI J., MOUTOU B., 1992. *Livre rouge des espèces menacées de poissons d'eau douce de France et bilan des introductions.* Muséum National d'Histoires Naturelles, CEMAGREF, CSP, Ministère de l'Environnement, Paris, 110 p + annexes.

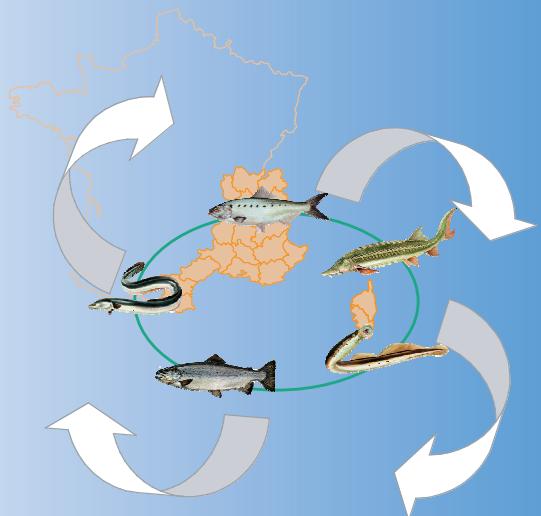
KIENER A., 1985. *Au fil de l'eau en pays méditerranéen.* Aubanel, Avignon.

LEVEQUE R., 1957. *Note sur la faune ichtyologique de Camargue.* Terre et Vie Vol.2-3. 231-240 p.

MATHIAS P., 1921. *Etude du genre Chondrostoma dans l'Europe occidentale et la région circum-méditerranéenne.* Mém. Soc. Zool. France n°1-2 (28). 52p.

NELVA A., 1988. *Origine et biogéographie des deux Chondrostomes français : Chondrostoma nasus et C. toxostoma (Pisces, Cyprinidae).* Cybium, n°12 (4). 287-299 p.

NICOLAS Y., 1996. *Le Peuplement piscicole du Bas-Rhône : occupation d'un espace fluvial aménagé et typologie des sites nursery et de refuge.* Thèse de Doctorat. DESMID et Université Claude Bernard – Lyon I. 137 p. + annexes.



Membres de l'Association Migrateurs Rhône-Méditerranée :

Les Fédérations Départementales des Associations Agréées de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique de l'Ardèche, des Bouches-du-Rhône, de la Drôme, du Gard, du Vaucluse, de l'Ain, des Alpes-Maritimes, de Haute-Savoie, de l'Hérault, de l'Isère, de la Loire, du Rhône, de Savoie et du Var ainsi que L'Union Régionale des Fleuves de l'Arc Méditerranéen, L'Union Régionale des Fédérations de Pêche Rhône Alpes, l'Association des pêcheurs professionnels Rhône Aval Méditerranée et l'Association de Défense de l'Environnement de la Vallée du Rhône.



ZI du Port Fluvial - Chemin des Ségonnaux - 13200 Arles
Président : Jean-Claude MONNET

Tél. 04 90 93 39 32 - Fax 04 90 93 33 19 - E-mail : contact@migrateursrhonemediterranee.org
<http://www.migrateursrhonemediterranee.org/>