

Avant-propos

La préservation du patrimoine naturel et économique que représentent les lagunes et estuaires méditerranéens et leurs annexes (zones humides, roselières, sansouires et prés salés), nécessite une connaissance scientifique approfondie de l'état et du fonctionnement passés et actuels de ces milieux, notamment de leurs composantes végétale et animale. C'est sur cette base que des politiques de gestion appropriées pourront être développées.

Qualifiés d'espaces de transition entre la terre et la mer, ces écosystèmes particuliers préoccupent à la fois les chercheurs et les gestionnaires. Les premiers ont accumulé d'importantes connaissances sur leurs caractéristiques abiotiques et leurs fonctionnements. Ils s'interrogent maintenant sur la particularité des populations qui les habitent, sur leurs interactions avec les écosystèmes adjacents et sur leur devenir dans le contexte du changement global. Les seconds cherchent les outils scientifiques et techniques qui leur permettront d'en faire le meilleur usage, compte tenu des pressions anthropiques croissantes.

Dans cet ouvrage, organisé en trois volumes indépendants et complémentaires, nous avons regroupé les connaissances scientifiques acquises depuis presque deux siècles sur les poissons des lagunes et estuaires de Méditerranée. Cette synthèse a été élaborée à partir de documents publiés dans des revues locales et internationales, ou dans des ouvrages de bioécologie générale ou spécialisés en ichthyologie fondamentale et appliquée. Cependant, nous sommes conscients que toute une frange de travaux concernant les poissons laguno-estuariens nous a échappé, à savoir la « littérature grise », constituée de rapports d'expertises, de stages et de thèses universitaires, etc.

Le premier volume, titré *Diversité, bio-écologie et exploitation*, est une approche non exhaustive des caractéristiques des lagunes et estuaires, sur le plan « géo-géographique », hydrologique et bio-écologique général, ainsi que sur le plan

de la biologie, de l'écophysiologie et du comportement des poissons qui les peuplent. Les traits généraux concernant l'exploitation et la gestion des ressources ichtyiques sont également abordés.

Le second volume, *Les poissons sédentaires*, est consacré à ces poissons ainsi dénommés car, étant très euryvalents, ils accomplissent tout leur cycle vital au sein des espaces lagunaires ou estuariens. Ces poissons ne sont pas tous spécifiques à ces milieux, certains ont leurs homologues en mer ou en eau douce.

Le troisième volume, *Les poissons migrants* (3A et 3B), traite des poissons qui sont contraints, après un séjour lagunaire, de retourner dans leur milieu d'origine marin ou potamique pour « boucler » leur cycle vital (migrations génésiques). Les conditions physico-chimiques laguno-estuariennes (température, salinité, turbidité, etc.) étant incompatibles avec les propriétés de l'eau requises pour leur reproduction. Des événements strictement hydroclimatiques peuvent aussi être à l'origine de mouvements migratoires.

Les données fournies dans les volumes 2 et 3 de cet ouvrage intéressent trois niveaux taxonomiques : la famille, le genre et l'espèce. Celles concernant la famille et le genre sont relativement succinctes et générales, tandis que celles relatives à l'espèce sont exhaustives et très détaillées, quel que soit l'aspect abordé : systématique, génétique, phylogénie, écologie, biologie, comportement, etc.

Ce travail de synthèse a été conçu pour faciliter un accès rapide et complet aux connaissances scientifiques acquises sur les poissons laguno-estuariens et à leurs sources. Ces données sont indispensables à l'élaboration de projets de recherche, d'aménagement, de gestion et de conservation de ces milieux et de leurs peuplements.

Introduction

Incapables de réaliser tout leur cycle de vie en lagunes et estuaires comme les sédentaires, les espèces dites « migratrices » effectuent des déplacements réguliers, à des dates relativement stables, donc prévisibles d'une année sur l'autre, entre mer et lagune et *vice versa* ou entre lagunes et eaux douces (Hervé et Bruslé, 1979 ; Lasserre, 1989 ; Quignard et Zaouali, 1980 et 1981 ; Quignard, 1984 et 1994). Leur ponte a lieu en mer ou en eaux douces, mais jamais dans les lagunes et les estuaires. Nous présentons dans cette introduction les grandes lignes qui caractérisent l'écologie, la biologie et l'exploitation de cette guilda, avant d'en donner une description détaillée, espèce par espèce. La liste des espèces retenues dans ce cadre est justifiée par leur fréquence dans ces milieux et/ou par leur abondance constatée dans les quelques sites qu'elles occupent.

Il est important de savoir que de nombreux occupants erratiques des lagunes et estuaires, encore dénommés « migrants occasionnels », effectuent des incursions généralement de courte durée dans ces milieux. Ces « visiteurs épisodiques » représentent environ 70 % des espèces signalées (sédentaires, migratrices et occasionnelles). Leur fréquence dans les milieux étudiés ne dépasse pas 9 % et est généralement très faiblement représentée (parfois un seul individu) (voir volume 1). Ce sont souvent des carnivores ichtyophages, comme l'orphie *Belone belone*, le maquereau *Scomber scombrus*, etc., qui pourchassent les bancs de petits clupéidés *Sardina pilchardus*, d'engraulidés *Engraulis sp.*, mais aussi l'athérine *Atherina hepsetus*, les rougets *Mullus sp.*, etc. À ces espèces, s'ajoutent quelques exotiques lessepsiens et herculéens dont la présence est liée à des manipulations géo-écologiques plus ou moins importantes (modifications des chenaux reliant la mer aux lagunes, immersion de récifs artificiels, ouverture du canal de Suez, etc.) et au bouleversement hydroclimatique général.

D'après 97 recensements ichtyologiques réalisés dans 45 lagunes méditerranéennes (voir volume 1), les familles de poissons migrants les mieux représentées sont dans l'ordre décroissant de leur occurrence : Anguillidae, Moronidae, Mugilidae, Sparidae, Soleidae :

– 8 espèces sont présentes dans au moins 75 % des milieux considérés (*Anguilla anguilla*, *Dicentrarchus labrax*, *Liza aurata*, *Sparus aurata*, *Mugil cephalus*, *Solea solea*, *Chelon labrosus*, *Liza ramada*) ;

– 7 espèces dans au moins 50 % (*Liza saliens*, *Diplodus annularis*, *D. sargus*, *Engraulis encrasicolus*, *Sarpa salpa*, *Belone belone*, *Mullus surmuletus*) ;

– 8 espèces dans au moins 25 % (*Pomatoschistus minutus*, *Platichthys flesus*, *Diplodus vulgaris*, *Lithognathus mormyrus*, *Diplodus puntazzo*, *Mullus barbatus*, *Boops boops*, *Scomber scombrus*).

Il est généralement admis que la migration de la mer vers la lagune est induite par des besoins trophiques et « anti-prédateurs », dans la mesure où les lagunes peu profondes ne sont pas favorables à la pénétration de grands prédateurs et où la végétation algale et phanérogamique intralagunaire rend la « chasse à vue » difficile. L'« avalaison » lagune-mer est, quant à elle, induite par des besoins génésiques et/ou des contraintes thermiques et probablement par d'autres causes non identifiées.

La richesse spécifique en poissons laguno-migrateurs varie d'un milieu à un autre et dépend :

- 1) de la richesse en espèces de la zone littorale adjacente et de leur type morphologique et comportemental ;
- 2) de la structure des chenaux reliant la lagune à la mer ;
- 3) des caractéristiques physiques, chimiques, etc., des lagunes ;
- 4) de l'hydrodynamisme des échanges mer-lagune et lagune-mer.

Occupation des lagunes et phénologie des migrations

Dans les lagunes peu profondes (environ 1 m), les migrateurs sont généralement de jeunes individus 0⁺, larves et juvéniles selon l'espèce, alors que dans les lagunes profondes ce sont des individus de tous les âges qui effectuent de tels déplacements, mais les 0⁺ sont généralement le groupe d'âge le plus abondant. Le succès du recrutement des espèces migratrices dépend, en plus des facteurs lagunaires intrinsèques, du succès de la reproduction en mer, des conditions hydrographiques (survie et dispersion des larves) et des qualités topographiques et architecturales des chenaux de communication entre la mer et la lagune, notamment de celles de leur embouchure et de l'importance en mer du « panache » des eaux sortant des lagunes.

Seule une fraction de la population marine migre vers les lagunes (Quignard, 1984 ; Quignard et Zaouali, 1980, 1981 ; Lasserre, 1989 ; Mercier *et al.*, 2012), mais nous

n'avons pas d'estimation concernant l'importance relative de cette « phase migratrice » par rapport au stock marin d'origine, ni de connaissances sur le déterminisme et les « lois » régissant les migrations des poissons entre mer et lagunes. Par exemple, quelle est la part qui revient au poisson et celle qui est le fait de la mer et/ou de la lagune ? Autrement dit, au sein d'une même espèce, pourquoi certains individus se déplacent alors que d'autres demeurent sur leur territoire marin d'origine ? Existe-t-il au sein d'une population marine ou d'eau douce des « lignées génétiques » de sédentaires et de nomades qui étendent régulièrement leur aire de distribution aux lagunes ? Depuis une quinzaine d'années, des études génétiques, moléculaires, minéralogiques (microchimie des otolithes) commencent à fournir des informations intéressantes sur les migrants laguno-thalassiques méditerranéens : fréquentation de différentes nurseries par la daurade *S. aurata* (Mercier *et al.*, 2012 ; Tournois *et al.*, 2013, 2017) et l'anguille *A. anguilla* (Panfili *et al.*, 2012) ; périodicité du retour en lagune pour la même population de daurades (Mercier *et al.*, 2012) ; indépendance du recrutement lagunaire par rapport aux lieux de ponte de *S. solea* (Morat *et al.*, 2009) ; différenciation (existence d'allèles exclusifs chez les laguno-migrateurs) et adaptation génétique de la daurade (Chaoui *et al.*, 2012 ; Guinand *et al.*, 2016) et du loup (Lemaire *et al.*, 2000, 2004-2005 ; Guinand *et al.*, 2015) aux conditions lagunaires locales, etc. Au niveau génétique, la question est de savoir si ces divergences sont pré-migratrices ou résultent de processus de sélection naturelle « actuels » agissant sur les nouvelles recrues colonisant les lagunes, provoquant une augmentation de la fréquence des allèles qui permet aux migrants de s'adapter aux systèmes lagunaires.

Le retour en mer (avalaison) des migrants marins se fait à contre-courant lors d'entrées d'eaux marines par les graus. Ces sorties sont le fait de poissons de tous âges ayant séjourné quelques semaines, quelques mois ou plus rarement quelques années (anguille) dans les lagunes. Elles se font, pour chaque espèce, en plusieurs vagues de groupes d'individus ayant souvent la même taille et parfois le même sexe, durant une période assez constante d'une année à l'autre. Cependant, il faut souligner que le retour en mer n'a pas toujours une finalité « génésique » puisqu'il intéresse des juvéniles éloignés de la maturité sexuelle. Il est, peut-être, induit par des conditions hydroclimatiques lagunaires automnales plus défavorables que celles de la mer (Hotos *et al.*, 2000 ; Katselis *et al.*, 2007) ou par d'autres facteurs non encore identifiés.

Longévité et croissance

La longévité et la taille atteintes par les espèces migratrices sont nettement supérieures à celles des sédentaires qui sont en majorité annuelles ou subannuelles. Par exemple, des daurades de 12 ans fréquentent l'estuaire de Mirna en Croatie (Kraljević et Dulčić, 1997), des anguilles de 11 ans se trouvent dans la lagune de Comacchio en Italie (Rossi et Colombo, 1976) et des loups de 10 ans vivent sur les côtes tunisiennes

(Bouain, 1977). Les migrateurs au séjour lagunaire relativement long par rapport à leur longévité, comme l'anguille *Anguilla anguilla* et la grande mougne ou gobie buhotte *Pomatoschistus minutus* (deux espèces semelpares), atteignent leur taille maximum dans les lagunes avant de partir pondre en mer. En ce qui concerne les autres espèces migratrices, susceptibles d'effectuer au cours de leur vie plusieurs séjours lagunaires relativement courts, l'approche comparative de la part qui revient à la croissance en mer et en lagune, pour les 0⁺ et surtout pour les adultes, est plus difficile à cerner. Les techniques microchimiques appliquées aux otolithes pourraient nous en apprendre davantage.

Les performances de croissance des espèces migratrices sont souvent jugées meilleures dans les lagunes qu'en mer, ce qui n'est pas de l'avis de tous les chercheurs dont certains qualifient ces milieux de « pièges mortels » (Boutière, 1974) et même de « mouirois » (Chauvet, 1986). Des différences de croissance existent aussi entre lagunes voisines (Bruslé et Cambrony, 1992 ; Cambrony, 1983 ; Quignard *et al.*, 1984 ; Mosconi et Chauvet, 1990 ; Isnard, 2015) et même au sein de la même lagune entre secteurs biogéographiques différents (Escalas *et al.*, 2015). Tenant compte des « stratégies adaptatives » déployées par les espèces qui occupent les écosystèmes lagunaires (Amanieu et Lasserre, 1982), les chances de meilleure survie et de meilleure croissance varient considérablement selon les lagunes, selon les sites intralagunaires (secteurs marinisés, secteurs continentalisés) et selon les années (Amanieu, 1973). De ce fait, aucun scénario « uniforme » ne peut être tracé et « l'avantage lagunaire » concernant la croissance individuelle ne peut pas toujours être retenu. Les données comparatives « lagunes-mer », réalisées en même temps (même période, même année), en des sites marins et lagunaires proches l'un de l'autre, étant très peu documentées ou manquantes. Néanmoins, on peut retenir que certaines lagunes ou certaines zones intralagunaires, surtout celles riches en apports continentaux, peuvent permettre aux postlarves et juvéniles d'avoir une condition somatique bénéfique à leur survie et à leur développement ultérieur en mer (Isnard *et al.*, 2015). Cependant, il est encore difficile d'évaluer les répercussions des avantages acquis par ces juvéniles sur le cours de leur vie d'adultes. Pourtant, Lasserre et Labourg (1974) admettent que les tailles atteintes suite à un séjour lagunaire se répercutent sur la dynamique du « stock » marin...

Les lagunes peu profondes, généralement influencées par les apports continentaux, offrent aux alevins et juvéniles une meilleure croissance et une bonne condition par rapport aux lagunes marinisées, notamment celles qui sont profondes. Ces lagunes sont souvent très riches en nourriture et n'accueillent que des juvéniles de l'année qui retournent en mer l'année suivante. Elles constituent de ce fait des *hot spots* d'alevins et de juvéniles de très bonne qualité, susceptibles d'aller peupler la mer, mais aussi les lagunes profondes aux alentours qui, elles, reçoivent des individus de plus d'un an. Les lagunes laminaires contribuent de ce fait à l'approvisionnement des lagunes profondes

qui, à leur tour, leurs assurent indirectement un recrutement de qualité grâce aux performances supposées des futurs géniteurs qu'elles hébergent et qui iront se reproduire en mer. La boucle interactive, lagune laminaire – lagune profonde – mer, est ainsi fermée. La connaissance de l'ampleur et du secteur géographique concerné par ce type d'interaction est primordiale en vue d'une gestion raisonnée de la pêche.

Autres traits biologiques et comportementaux

Les migrateurs sont gonochoriques, à l'exception des sparidés, et pondent tous en mer. Néanmoins, des « pontes lagunaires » ont été observées chez des daurades maintenues dans des cages installées dans la lagune de Messolonghi-Etoliko (Dimitriou *et al.*, 2007). Contrairement aux sédentaires, leur première maturité sexuelle est le plus souvent tardive (à plus d'un an). Leur ponte a lieu en pleine eau, leurs œufs sont pélagiques, de petite taille, très nombreux (des milliers, voire des millions) et ne font pas l'objet de soins parentaux. À l'exception de l'anguille et du gobie *Pomatoschistus minutus* qui ne participent qu'à une seule saison de ponte dans leur vie (géniteurs semelpares), tous les migrateurs sont des pondeurs itéropares qui participent donc à plusieurs saisons de ponte au cours de leur vie. L'émission des gamètes se fait dans une grande promiscuité au sein de groupes ou de bancs. Chez *P. minutus*, seul migrateur nidifiant, une femelle pond successivement dans le nid de plusieurs mâles (polyandrie) ; il y a donc formation de couples éphémères, limitée à la durée de l'acte de ponte. En ce qui concerne l'anguille, si le trajet migratoire et le site de ponte sont de mieux en mieux connus (Amilhat *et al.*, 2016), le comportement de ponte reste mystérieux. À l'exception de *P. minutus*, poisson nidifiant pratiquant des soins aux œufs qui lui sont confiés, tous les migrateurs présentent une fécondité ovocytaire nettement plus importante que les espèces laguno-sédentaires. Par exemple, chez le flet la fécondité absolue est de 325 800 à 1 450 000 (25-45 cm Lt) (Vianet, 1985) ; elle est de 50 000-272 000 (36-56 cm Lt) chez le loup (Kara, 1997). Chez la daurade en élevage, la fécondité relative est de 1 000 000 à 2 000 000/kg (Zohar *et al.*, 1984).

Si les espèces laguno-sédentaires, caractérisées par leur petite taille maximum, exploitent les proies planctoniques, nectoniques et benthiques (endogées et épigées) de petite taille, les migrateurs dont les individus présentent un éventail de tailles très large ont de ce fait, en grande partie, un régime et un comportement alimentaires fort différents les uns des autres, allant de la micro à la macrophagie d'invertébrés et de vertébrés. Que ce soit dans les lagunes profondes ou laminaires ou dans les estuaires, ils exploitent tous les niveaux, depuis le film bactérien du substrat (certains muges) aux mollusques (daurades), crustacés, poissons (loups) et végétaux pour la saupe *S. salpa*, unique laguno-migrateur autochtone herbivore. Ils s'intéressent aussi à toutes les tailles et toutes les formes de proies (planctoniques, endo et épibenthiques, sessiles ou vagiles, nectoniques), selon leur taille et leurs besoins. Moins soumis à la prédation

que les sédentaires, ils sont utilisateurs et exportateurs vers la mer et les eaux douces des ressources énergétiques lagunaires. La compétition pour l'accès aux proies entre individus de la guildes des migrateurs est relativement faible, étant donné l'existence d'une spécialisation relativement forte, surtout chez les grands spécimens, qu'ils soient juvéniles ou adultes. En revanche, une compétition trophique importante existe entre sédentaires et migrateurs aux stades larvaires, post-larvaires et juvéniles (Gisbert *et al.*, 1996 ; Shaiek *et al.*, 2015).

Une forte contribution aux ressources de la pêche

Les espèces migratrices représentent la principale richesse halieutique des lagunes dont la production s'élèverait à 156 000 t/an (Cataudella *et al.*, 2015), soit 17 à 20 % du total des poissons capturés en Méditerranée. Le rendement à l'hectare est estimé à 118 kg/an (Pérez-Ruzafa et Concepción, 2012). Les principales espèces pêchées sont l'anguille, les muges (*Liza sp.*, *Chelon labrosus*, *Mugil cephalus*), la daurade et le loup, mais dans des proportions différentes entre zones climatogéographiques. Dans les lagunes de l'est de la Méditerranée, l'anguille est peu importante et les prises sont dominées par divers sparidés, alors que dans les lagunes de l'ouest et surtout du nord, elle peut atteindre 80 % de la production. La rythmicité saisonnière des « entrées et sorties » des poissons migrateurs est mise à profit pour les capturer dans les bordigues, à l'aide de verveux, de trabaques, et secondairement de globes, mais ce sont essentiellement les individus sortant des lagunes qui font l'objet d'une telle pêche, notamment en Italie (De Angelis, 1960 ; Ravagnan, 1978 ; Kapesky et Lasserre, 1984), en Tunisie (Chauvet, 1984, 1988), en Grèce (Pearce et Crivelli, 1994 ; Rosecchi et Charpentier, 1995) et en Algérie (Chaoui *et al.*, 2006). Depuis plusieurs années, une diminution de la production halieutique lagunaire est constatée (Skinner et Zalewski, 1995 ; Crespi, 2002 ; Chaoui *et al.*, 2006 ; Djabou *et al.*, 2012 ; Zoulias *et al.*, 2014). Face à cette déplétion, on a parfois cherché à renforcer le stock de certaines espèces avec des produits de la pisciculture (loups dans Bages-Sigean et Thau en France, daurade dans Bardawil en Égypte). La seconde attitude adoptée est souvent de type conservatoire et consiste à interdire la pêche pendant une période de l'année (Tunis nord, Mauguio et autres lagunes). En ce qui concerne l'anguille, un plan visant à assurer l'échappement d'au moins 40 % des individus adultes sortant des lagunes pour aller pondre dans la mer des Sargasses, a été mis en œuvre pour assurer le maintien, sinon le rétablissement des stocks.

Notons que d'autres produits de la pêche sont des ressources importantes pour les pêcheurs dans les lagunes méditerranéennes. C'est le cas des œufs salés et séchés obtenus à partir du mullet cabot *Mugil cephalus* et communément appelés boutargue ou poutargue. Très apprécié, ce produit se vend à environ 200 euros/kg quel que soit le pays (Cataudella *et al.*, 2015).

La gestion halieutique des ressources ichtyologiques lagunaires est rendue complexe par l'existence des stocks spécifiques « intralagunaires » des sédentaires (athérines, gobies, blennies, etc.), relativement indépendants des stocks marins, et des stocks des espèces migratrices (muges, daurade, loup, etc.) exploités dans les lagunes et en mer (pêcheries partagées). Dans ce dernier cas, les pêcheries marines ont un impact, non seulement sur la partie marine du stock, mais aussi sur la partie lagunaire, puisque le stock lagunaire est issu de la mer (recrutement à partir du stock marin). Ainsi, une pêche excessive en lagune ne peut qu'aggraver la situation d'un stock marin éventuellement surpêché. Il s'agit donc de pêcheries interactives où les impacts mutuels peuvent être très forts, notamment dans les zones où le système lagunaire est très développé et peut, de ce fait, accueillir temporairement (recrutement de migrants) une partie importante du stock marin fondamental d'une ou de plusieurs espèces. Dans ces conditions, une gestion « concertée » des deux sous-stocks, marin (fondamental) et lagunaire, est recommandée car, jusqu'à présent, le gestionnaire n'a pas à sa disposition d'informations fiables concernant la proportion d'individus migrants par rapport au stock d'individus « marins sédentaires ». Néanmoins, à l'aide de la microchimie des otolithes, Tournois *et al.* (2017) montrent que les nurseries lagunaires contribuent davantage que la zone marine côtière à la pêche locale du Golfe du Lion. Par ailleurs, les résultats des récents travaux de génétique des populations tendent à indiquer une certaine divergence, à ce point de vue, entre les stocks marin et lagunaire pour le loup (Lemaire *et al.*, 2000), la daurade (Chaoui *et al.*, 2012), la sole commune (Morat *et al.*, 2009) et l'anchois où deux espèces sont reconnues (Borsa *et al.*, 2004). Notons que l'anguille, poisson migrant thalassotoque à long séjour dans les lagunes et les eaux douces, est un cas particulier. Cette espèce ne fait l'objet que d'une pêche intralagunaire et en eaux douces. De ce fait, sa gestion est essentiellement lagunaire (sans pour autant oublier les eaux douces), et doit avoir pour objectif d'assurer le retour en mer d'un nombre de géniteurs compatible avec le renouvellement du stock atlanto-méditerranéen.

Dans les lagunes mondiales, l'aquaculture produit environ 3,4 millions de tonnes (5,7 % de la production aquacole mondiale). En Méditerranée, l'essentiel de la production des élevages piscicoles des lagunes est composé d'espèces typiquement lagunaires, migratrices (loup, daurade). Elle a atteint en 2008, 66 738 t pour le loup et 133 026 t pour la daurade (FAO, 2010). En Égypte, l'élevage des mugilidés (*Mugil cephalus*, *Liza ramada*, *L. seheli*, *L. saliens*, *L. aurata*, *Crenimugil sp.*) est important, avec une production de 986 820 t (GAFRD, 2012). L'essentiel de cette activité est basé sur la pêche des alevins dans les lagunes pour alimenter les fermes d'élevage. Toutefois, l'impact de cette pratique sur le devenir des stocks lagunaires et marins n'est pas encore évalué. De ce fait, le principe de précaution est adopté par ce pays comme mesure conservatoire en interdisant cette pratique.

Statut et menaces

Enfin, parmi les espèces laguno-estuariennes, certaines sont menacées d'après les listes rouges des espèces de poissons de Méditerranée (Abdul-Malak *et al.*, 2011). L'anguille *A. anguilla* est en danger critique d'extinction, le gobiidé *P. minutus* est vulnérable et le loup *D. labrax* est quasi menacé. Toutefois, ces menaces concernent moins d'espèces que dans la guildes des sédentaires (au nombre de 9).

Bibliographie

- ABDUL MALAK D., LIVINGSTONE S.R., POLLARD D. *et al.*, « Overview of the Conservation Status of the Marine Fishes of the Mediterranean Sea », IUCN, Gland, Suisse et Malaga, Espagne, VII : p. 61, 2011.
- AMANIEU M., « Écologie et exploitation des étangs et lagunes saumâtres du littoral méditerranéen français », *Annales de la Société royale zoologique de Belgique*, 103 (1) : 79-94, 1973.
- AMANIEU M., LASSERRE G., « Organisation et évolution des peuples lagunaires », *Oceanology Acta V*, suppl. 4 : 201-213, 1982.
- AMILHAT E., AARESTRUP K., FALIEX E., SIMON G., WESTERBERG H., RIGHTON D., « First evidence of European eels exiting the Mediterranean Sea during their spawning migration », *Scientific Reports*, 6 (21817), 2016.
- BORSA P., COLLET A., DURAND J.D., « Nuclear-DNA markers confirm the presence of two anchovy species in the Mediterranean », *Comptes rendus de l'Académie des Sciences (Biologie)*, 327 : 1113-1123, 2004.
- BOUAIN A., Contribution à l'étude morphologique, anatomique et biologique de *Dicentrarchus labrax* (Linné, 1758) et *Dicentrarchus punctatus* (Bloch, 1792) des côtes tunisiennes, Thèse de doctorat de spécialité, Faculté des Sciences de Tunis, 1977.
- BOUTIERE H., « Milieux hyperhalins du complexe lagunaire de Bages-Sigean : l'étang du Doul », *Vie et Milieu*, 24 (2) : 355-378, 1974.
- BRUSLE J., CAMBRONY M., « Les lagunes méditerranéennes : des nurseries favorable aux juvéniles de poissons euryhalins et/ou des pièges redoutables pour eux ? Analyse critique de la croissance des populations de muges de plusieurs étangs saumâtres du Languedoc-Roussillon, au cours de leur première année de vie », *Vie et Milieu*, 42 (2) : 193-205, 1992.
- CAMBRONY M., Recrutement et biologie des stades juvéniles de mugilidés dans trois milieux lagunaires du Roussillon et du Narbonnais (Sases-Leucate, Lapalme, Bourdigou), Thèse de 3^e cycle, université Paris IV, 1983.

- CATAUDELLA S., CROSETTI D., MASSA F. (DIR.), « Mediterranean coastal lagoons: sustainable management and interactions among aquaculture, capture fisheries and the environment », *Études et Revues de la FAO/CGPM* 95, 2015.
- CHAOUÏ L., KARA M.H., FAURE E., QUIGNARD J.P., « L'ichtyofaune de la lagune du Mellah : diversité, production et analyse des captures commerciales », *Cybiuim*, 30 (2) : 123-132, 2006.
- CHAOUÏ L., GAGNAIRE P.A., GUIGNAND B., QUIGNARD J.P., KARA H., BONHOMME F., « Microsatellite length variation in candidate genes correlates with habitat in the gilthead sea bream *Sparus aurata* », *Molecular Ecology*, 21 : 5497-5511, 2012.
- CHAUVET C., « La pêche du lac de Tunis », *Études et Revues de la FAO/CGPM*, 61 : 615-694, 1984.
- CHAUVET C., Exploitation des poissons en milieu lagunaire méditerranéen. Dynamique du peuplement ichthyologique de la lagune de Tunis et des populations exploitées par des bordigues (muges, lousps, daurades), Thèse de doctorat d'État, université de Perpignan, 1986.
- CHAUVET C., « Manuel sur l'aménagement des pêches dans les lagunes côtières : la bordigue méditerranéenne », *Document technique sur les pêches et l'aquaculture de la FAO*, 290 : 75, 1988.
- CRESPI V., « Recent evolution of the fishing exploitation in the Thau lagoon, France », *Fisheries Management and Ecology*, 9 : 19-29, 2002.
- DE ANGELIS R., « Mediterranean brackish water lagoons and their exploitation », *Études et Revues de la FAO/CGPM*, 12 : 1-41, 1960.
- DIMITRIOU E., KATSELIS G., MOUTOPOULOS D.K., AKOVITOTIS C., KOUTSIKOPOULOS C., « Possible influence of reared gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.) on wild stock in the area of the Messolonghi lagoon (Ionian Sea, Greece) », *Aquaculture Research*, 38 : 398-408, 2007.
- DJABOU H., BRADAI M.N., JARBOUI O., MRABET R., « Quelques considérations sur la diversité ichthyologique et l'exploitation de la lagune d'El Biben », *V^e Rencontres de l'Ichtyologie en France*, poster session I-II : 62, Paris, 27-30 mars 2012.
- ESCALAS A., FERRATON F., PAILLON C., VIDY G., CARCAILLET F., SALEN-PICARD C., LE LOC'H F., RICHARD P., DARNAUDE A.M., « Spatial variations in dietary organic matter sources modulate the size and condition of fish juveniles in temperate lagoon nursery sites », *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 152 : 78-90, 2015.
- FAO, *Global Number of Fishers, Fishery Statistical Collections, FIGIS Data Collection*, FAO Fisheries and Aquaculture Department, Rome, 2010.

- GAFRD, « General authority for fish resources and development. Statistics of fish production of year 2011 », *GAFRD*, Ministry of Agriculture and Land Reclamation, Doka, Giza, 2012.
- GISBERT E., CARDONA L., CASTELLO F., « Resource partitioning among planktivorous fish larvae and fry in a Mediterranean Coastal lagoon », *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 43 : 723-735, 1996.
- GUINAND B., CHAUVEL C., TOURNOIS J., TSIGENOPOULOS C.S., DARNAUDE A.M., MCKENZIE D.J., GAGNAIRE P.A., « Candidate gene variation in gilthead sea bream reveals complex spatiotemporal selection patterns between marine and lagoon habitats », *Marine Ecology Progress Series*, 2016.
- GUINAND B., QUÉRE N., DESMARAIS E., LAGNEL J., TSIGENOPOULOS C.S., BONHOMME F., « From the laboratory to the wild: salinity-based genetic differentiation of the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) using gene-associated and gene-independent microsatellite », *Marine Biology*, 162 : 515-538, 2015.
- HERVE P., BRUSLE J., Les échanges migratoires des poissons entre les étangs littoraux et la mer sur la côte catalane française, Rapport, Commission internationale pour l'exploration scientifique de la mer Méditerranée (CIEM), 25/26 (10) : 31-33, 1979.
- HOTOS G.N., AVRAMIDOU D., ONDRIAS I., « Reproduction biology of *Liza aurata* (Risso, 1810), (Pisces Mugilidae) in the lagoon of Klisova (Messolonghi, W. Greece) », *Fisheries Research*, 47 : 57-67, 2000.
- ISNARD E., TOURNOIS J., MCKENZIE D.J., FERRATON F., BODIN N., ALIAUME C., DARNAUDE A.M., « Getting a good start in life? A comparative analysis of the quality of lagoons as juvenile habitats for the gilthead seabream *Sparus aurata* in the Gulf of Lions », *Estuaries and Coasts*, 2015.
- KAPESKY J.M., LASSERRE G., « Aménagement des pêches dans les lagunes côtières », *Études et Revues de la FAO/CGPM*, 61 (2) : 439-776, 1984.
- KARA M.H., « Cycle sexuel et fécondité du loup *Dicentrarchus labrax* (poisson moronidé) du golfe d'Anaba », *Cahiers de Biologie Marine*, 38 : 161-168, 1997.
- KATSELIS G., KOUKOU K., DIMITRIOU E., KOUTSIKOPOULOS C., « Short-term seaward fish migration in the Messolonghi-Etoliko lagoons (Western Greek coast) in relation to climatic variables and the lunar cycle », *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 73 : 571-582, 2007.
- KRALJEVIĆ M., DULČIĆ J., « Age and growth of gilt-head sea bream (*Sparus aurata* L.) in the Mirna Estuary, Northern Adriatic », *Fisheries Research*, 31 : 249-255, 1997.

- LASSERRE G., « Biologie halieutique des lagunes », *L'Année Biologique*, série 4, 28 (3) : 161- 186, 1989.
- LASSERRE G., LABOURG P.J., « Étude comparée de la croissance de la daurade *Sparus aurata* L. des régions d'Arcachon et de Sète », *Vie et Milieu*, 24 (1A) : 155-170, 1974.
- LEMAIRE C., ALLEGRUCCI M., NACIRI L., BAHRI-SFAR H., KARA M.H., BONHOMME F., « Do discrepancies between microsatellite and allozyme variation reveal differential selection between sea and lagoon in the sea bass (*Dicentrarchus labrax*) ? », *Molecular Ecology*, 9 : 457-467, 2000.
- LEMAIRE C., VERSINI J.J., BONHOMME F., « Maintenance of genetic differentiation across a transition zone in the sea: discordance between nuclear and cytoplasmic markers », *Journal of Evolutionary Biology*, 18 : 70-80, 2004-2005.
- MERCIER L., MOUILLOT D., BRUGUIER O., VIGLIOLAS L., DARNAUDE A., « Multi-element otolith fingerprints unravel sea-lagoon lifetime migrations of gilthead sea bream *Sparus aurata* », *Marine Ecology Progress Series*, 444 : 175-194, 2012.
- MORAT F., BLAMART D., ROBERT M., LECOMTE-FINIGER R., LETOURNEUR Y., « Characterization and discrimination of nurseries for the common sole (*Solea solea*). The case of four Mediterranean coastal lagoons », *European Conference on Coastal Lagoon Research*, Montpellier, 123, 2009.
- MOSCONI P., CHAUVET C., « Variabilité spatio-temporelle de la croissance des juvéniles de *Sparus aurata* entre les zones lagunaires et marines du Golfe du Lion », *Vie et Milieu*, 40 (4) : 305-311, 1990.
- PANFILI J., DARNAUDE A.M., LIN Y.J., CHEVALLEY M., IIZUKA Y., TZENG W.N., CRIVELLI A.J., « Habitat residence during continental life of the European eel *Anguilla anguilla* investigated using linear discriminant analysis applied to otolith Sr: Ca ratios », *Aquatic Biology*, 15 (2) : 175-185, 2012.
- PEARCE F., CRIVELLI A.J., « Caractéristiques générales des zones humides méditerranéennes », *MedWet Conservation des zones humides méditerranéennes*, 1 : 90, Tour du Valat, Arles, France, 1994.
- PÉREZ-RUZAF A., CONCEPCION M., « Fisheries in coastal lagoons : an assumed but poorly reserached aspect of the ecology and functioning of coastal lagoons », *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 110 : 15-3, 2012.
- QUIGNARD J.P., « Poissons des lagunes. Stratégies et tactiques de survie », *Océanorama*, 23 : 15-20, 1994.

- QUIGNARD J.P., MAN-WAI R., VIANET R., « Les poissons de l'étang de Mauguio (Hérault, France): inventaire, structure du peuplement, croissance et polymorphisme des tailles », *Vie et Milieu*, 34 (4) : 173-183, 1984.
- QUIGNARD J.P., ZAOUALI J., « Les lagunes périméditerranéennes. I : les étangs français de Canet à Thau », *Bulletin de l'Office National des Pêches de Tunisie*, 4 (2) : 41-96, 1980.
- QUIGNARD J.P., ZAOUALI J., « Les lagunes périméditerranéennes, II : les étangs français d'Ingril à Porto-Vecchio », *Bulletin de l'Office National des Pêches de Tunisie*, 5 (1) : 41-96, 1981.
- RAVAGNAN G., *Vallicoltura moderna*, Edagricole Éditions, Bologne, 1978.
- ROSECCHI E., CHARPENTIER P., « L'Aquaculture en milieux lagunaire et marin côtiers », *MedWet Conservation des zones humides méditerranéennes*, Tour du Valat, Arles, France, 3, 1995.
- ROSSI R., COLOMBO G., « Sex ratio, age and growth of silver eels in two brackish lagoons in the northern Adriatic (Valli di Comacchio and Valle Nuova) », *Archivi di Oceanografia e Limnologia, Venezia*, 18 : 227-310, 1976.
- SHAIK M., ROMDHANE M.S., LE LOCH F., « Study of the ichthyofauna diet in the Ichkeul lake (Tunisia) », *Cybium*, 39 (3) : 193-210, 2015.
- SKINNER J., ZALEWSKI S., « Fonctions et valeurs des zones humides méditerranéennes », *MedWet Conservation des zones humides méditerranéennes*, Tour du Valat, Arles, France, 2, 1995.
- TOURNOIS J., DARNAUDE A.M., FERRATON F., ALIAUME C., MERCIER L., MCKENZIE D.J., « Lagoon nurseries make a major contribution to adult populations of a highly prized coastal fish », *Limnology and Oceanography*, 2017.
- TOURNOIS J., FERRATON F., VELEZ L., MCKENZIE D.J., ALIAUME C., MERCIER L., DARNAUDE A., « Temporal stability of otolith elemental fingerprints discriminates among lagoon nursery habitats », *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 131 : 182-193, 2013.
- VIANET R., Le flet du Golfe du Lion, *Platichthys flesus* Linné, 1758. Systématique, écobiologie, pêche, Thèse, USTL Montpellier, 1985.
- ZOHAR Y., BILLARD R., WEIL C., « La reproduction de la daurade *Sparus aurata* et du loup *Dicentrarchus labrax* : connaissance du cycle sexuel et contrôle de la gamétogenèse et de la ponte », dans G. BARNABE, R. BILLARD (DIR.), *L'aquaculture du bar et des Sparidés*, p. 3-24, INRA, Paris, 1984.
- ZOULIAS T., KAPIRIS K., REIZOPOULOUS., « Ecological indicators based on fisheries landing time-series data: An application to three coastal lagoons in Amvrakikos Gulf (E. Mediterranean, Greece) », *Life and Environment*, 64 : 9-21, 2014.