

Les écosystèmes estuariens

Les estuaires, zones d'interface entre le milieu continental et le domaine marin, sont des milieux complexes. Leurs peuplements sont très diversifiés. La diminution ou l'interruption des apports en eau douce provoquent l'augmentation de la salinité dans les zones amont et l'inversion du gradient de salinité. Peu d'espèces parviennent à vivre dans les zones les plus salées des estuaires hypersalins. Celles qui s'y maintiennent présentent des adaptations physiologiques remarquables. L'adaptation peut mettre en jeu des modifications des modalités de reproduction ou de croissance.

C'est le cas de deux espèces qui se trouvent en amont de l'estuaire du Sine Saloum, au Sénégal, le tilapia, *Sarotherodon melanotheron* et l'ethmalose, *Ethmalosa fimbriata* qui se maintiennent dans des conditions extrêmes de salinité (130 psu).

Comprendre les réponses des individus, des populations et des peuplements de poissons à des perturbations d'origine naturelle et/ou anthropique, constitue un enjeu de la préservation des ressources, tant sur le plan national que sur le plan international. Dans ce contexte, l'IRD et ses partenaires poursuivent un projet de recherche régional en Afrique de l'Ouest : Sénégal, Mauritanie, Gambie et Guinée Bissau.

Biologie des populations de poissons

L'approche en biologie des populations s'intéresse à l'acclimatation des espèces à la salinité et à ses variations. En effet, les contraintes que ces variations entraînent ont, selon leur nature, leur durée et leur ampleur, des effets divers sur les caractéristiques biologiques des espèces (croissance, reproduction).

L'acclimatation à la salinité et à ses variations implique les mécanismes d'osmorégulation. Les principaux organes impliqués dans les processus d'osmorégulation sont les téguments (perméabilité), les branchies, le tube digestif et le rein (excrétion et absorption). Ces derniers étant sous le contrôle hormonal de l'hypophyse (sécrétion d'hormones telles que prolactine, hormone de croissance...) Ces processus vont engendrer des dépenses énergétiques fonctions de l'intensité et de la durée de la perturbation. Ces perturbations auront des répercussions directes sur les caractéristiques biologiques des individus et des populations (croissance et reproduction).

Le travail consiste à rechercher les bases physiologiques et génétiques de l'adaptabilité au stress induit par les variations et/ou l'augmentation de salinité. Si cette augmentation constitue un facteur limitant pour la croissance dans les estuaires hypersalés, ses conséquences physiologiques et génétiques demeurent inconnues. Les interactions et les effets sur les différentes caractéristiques biologiques (par exemple : reproduction) sont également très peu connus. Les questions posées sont donc les suivantes :

- Quels sont les gènes les plus sollicités dans l'acclimatation à l'hyperhalinité ? Certains gènes impliqués dans l'osmorégulation subissent-ils des pressions de sélection ?
- La dépense énergétique et la synthèse d'hormones impliquées dans les mécanismes d'osmorégulation varient-elles d'un individu à l'autre? La structure et l'ultrastructure des branchies sont-elles différentes en fonction des niveaux de salinité ?
- Quelles sont les répercussions des adaptations physiologiques à l'hypersalinité sur les caractéristiques biologiques ?
- Les comportements migratoires sont-ils différents pour les espèces de poissons présentes dans les zones les plus salées de l'estuaire ?
- Les stratégies de croissance sont-elles différentes dès les plus jeunes stades dans les milieux de salinité variable ?

Les approches de biologie moléculaire, d'histologie, de physiologie et de génétique des populations permettront de rechercher des éléments de réponses. Les approches d'otolithométrie permettront de caractériser les paramètres biologiques de croissance et de reproduction et de les relier aux environnements dans lesquels ont séjourné les poissons. Cette étude apportera des connaissances fondamentales au plan évolutif puisque l'osmorégulation chez les téléostéens n'a été étudiée de manière approfondie que chez les Salmonidés et, chez les Cichlidés, pour le genre *Oreochromis*, mais pas encore chez *Sarotherodon melanotheron*. Par ailleurs, dans le contexte du changement climatique global, le phénomène d'hypersalinité de certains estuaires pourrait s'amplifier et le développement des biomarqueurs sera utile pour le diagnostic de l'impact du stress hypersalin.

Sarotherodon melanotheron et *Ethmalosa fimbriata* sont des espèces dites « résistantes » car on les rencontre dans une large gamme de salinité (de 0 à plus de 100 psu – unité de salinité -). Les résultats déjà obtenus démontrent l'existence d'un effet significatif de l'hypersalinité sur la croissance et la reproduction de ces deux espèces.

L'interprétation de ces réponses est rendue difficile par la méconnaissance des processus physiologiques impliqués dans

l'adaptation. L'IRD continuera donc à utiliser ces espèces comme modèles de travail. En effet, elles sont caractéristiques des écosystèmes lagunaires et estuariens, et présentent d'importantes facultés d'adaptation qui peuvent s'expliquer par des caractéristiques physiologiques originales. Ces adaptations concernent la résistance à la désoxygénation, la tolérance à des turbidités importantes, la résistance à la pollution, l'alimentation peu sélective, l'euryhalinité et eurythermie (Welcomme, 1972). Par ailleurs ces espèces présentent une reproduction continue ou avec des pics saisonniers en fonction des zones ou des milieux, ainsi parfois que des petites tailles à la première maturité pouvant résulter de stratégies adaptatives correspondant plutôt à une maturation précoce. Par ailleurs, la présence au Sénégal, dans l'estuaire hyperhalin du Saloum, de ces deux espèces dans des milieux de salinité extrêmement variable pose un certain nombre d'interrogations sur les causes de cette plasticité apparente.

Un troisième modèle d'étude a été choisi, il s'agit de l'espèce *Mugil curema* (Mugilidae). La famille des Mugilidés regroupe un certain nombre d'espèces ubiquistes fréquentant les eaux saumâtres et réparties de part et d'autre de l'Océan Atlantique. À terme, le but est de comparer les caractéristiques biologiques et les comportements migratoires des populations ouest-africaines de cette espèce avec les populations brésiliennes.

Deux estuaires aux caractéristiques contrastées ont été choisis pour échantillonner ces espèces et étudier l'impact de la salinité : l'estuaire inversé hyperhalin du Sine Saloum au Sénégal et l'estuaire à gradient de salinité normal de la Gambie. Cinq sites ont été choisis en fonction du gradient de salinité et vont être échantillonnés.

Dans un deuxième temps, l'IRD prospectera de nouveaux chantiers, pour lesquels des conditions environnementales ou des espèces comparables seraient retrouvées (par ex : lagunes et estuaires du Brésil, lagunes du golfe du Mexique). Le but sera alors de tester les mêmes indicateurs (génétique, physiologie, comportement, otolithe...) pour évaluer des réponses spécifiques (par ex : même espèce dans des milieux différents), et/ou environnementales (par ex : espèces différentes soumises à des conditions hyperhalines semblables).

Ecologie des peuplements de poissons

L'importante variabilité intrinsèque et la productivité élevée des écosystèmes estuariens font que la définition des indicateurs écosystémiques de l'état de ces écosystèmes et en particulier de leurs peuplements est délicate et très spécifique. En termes d'écologie, les caractéristiques les plus importantes des peuplements sont la présence majoritaire d'espèces ubiquistes et/ou opportunistes, une forte proportion d'espèces migrantes (liée au caractère « ouvert » des milieux estuariens sur le domaine marin d'une part, continental de l'autre), une abondance particulièrement élevée des phases juvéniles, notamment pour les espèces migrantes.

Les résultats déjà obtenus ont montré que l'approche globale des écosystèmes doit pour les estuaires être complétée par une approche plus fine dans la mesure où les perturbations n'affectent pas de manière significative (ou pas toujours) la totalité d'un système. Certains indicateurs (comme la richesse spécifique), considérés à l'échelle de l'écosystème, peuvent masquer ou atténuer les conséquences locales d'une perturbation (par exemple l'augmentation de salinité n'a de conséquence importante sur la richesse spécifique et la structure des peuplements qu'au-delà d'une valeur seuil de 60/70 psu – unité de salinité).

Deux types d'indicateurs bio-écologiques sont explorés :

- Les indicateurs classiques: indices de diversité, structure du réseau trophique, taille de première maturité, taille maximale observée, abondance de certaines espèces, distribution des tailles et des âges, proportion d'individus malades ou difformes....

- Ceux spécifiques aux estuaires : nombre et proportion d'espèces utilisant le milieu comme nursery, comme site de reproduction, indice de recrutement, prise en compte des écophases, importance des différentes catégories écologiques (nombre d'espèces, nombre ou biomasse des espèces par catégorie), proportion de prédateurs, proportion d'omnivores, de consommateurs primaires, nombre et proportion d'espèces «tolérantes ou résistantes» par rapport aux espèces « sensibles », dominance de certaines espèces ou groupes choisis pour leur forte adaptabilité et leur aptitude à se maintenir et à proliférer dans les milieux « stressés » (certains *Cichlidae*, *Gerreidae*, *Clupeidae*).

Cette recherche s'appuiera sur les données recueillies et les connaissances acquises sur les milieux estuariens d'Afrique de l'Ouest au cours des travaux récents menés par l'IRD et ses partenaires ainsi que sur les données historiques des 25 dernières années incluses dans les deux bases de données de l'UR RAP : PECHEXP et PECHART.

Ecologie halieutique

Les recherches en écologie halieutique ont pour but d'évaluer les effets directs des perturbations et principalement de la pêche sur les peuplements exploités ainsi que les effets induits sur l'ensemble du peuplement.

La pêche affecte les communautés de poissons à travers le prélèvement sélectif d'espèces cibles ou de groupes d'espèces, la capture d'espèces accessoires, la modification des habitats. Cela se traduit par des changements de la biomasse totale, de la composition spécifique des peuplements et des structures en taille. Récemment, une attention grandissante a été accordée à la conservation de la biodiversité et au maintien d'écosystèmes sains.

Durant les dernières décennies, un effort particulier de recherche a été consenti pour étudier l'impact de la surexploitation. La majorité de ces études ont été menées dans des environnements marins froids ou tempérés. En zone tropicale, l'intérêt scientifique reste limité en dépit d'un souci pour la protection, la conservation et la surveillance des estuaires, lagunes, lacs, fleuves et plaines inondables. Ces écosystèmes sont souvent pleinement exploités voire surexploités, généralement par des pêcheries multispécifiques et multi-engins. Ils constituent de bons terrains d'expérimentation et d'étude pour répondre aux nouveaux questionnements scientifiques de la biologie des pêches.

A partir de bases de données et de travaux de terrain (estuaires de la Gambie et du Saloum, retenues artificielles de Sélingué et Manantali), l'approche développée consiste à identifier une batterie d'indicateurs qui, analysés conjointement, permettront d'évaluer l'ampleur de la perturbation subie par les peuplements. La gamme des perturbations observées étant étendue, il sera alors possible de rechercher des seuils à partir desquels les peuplements se déstructurent. Ces indicateurs reposent principalement sur l'analyse de :

- L'effort de pêche (composition spécifique des captures suivant une classification des engins utilisés) ;
- La composition spécifique des captures (indices de diversité spécifique, catégories écologiques, caractérisation et place écologique des espèces les plus abondantes) ;
- La structure en taille des débarquements (tailles maximales observées, relation taille de première maturité sexuelle/ taille maximale, spectre de taille par espèce, par catégorie écologique, par type d'engins ou pour l'ensemble de la population exploitée, pente du spectre de taille) ;
- Les niveaux trophiques des captures (totales, par classes de taille, par catégorie écologique) et la longueur des chaînes trophiques.

L'intérêt des Aires Marines Protégées

Dans le cadre d'une gestion intégrée des zones côtières, les Aires Marines Protégées, initialement outils de conservation de la biodiversité, peuvent contribuer à la gestion écosystémique des pêches. Selon leur localisation, elles peuvent être destinées à préserver des aires de reproduction et/ou de croissance des écophases juvéniles, et ainsi, améliorer la qualité du recrutement des espèces exploitées à l'extérieur de la zone. L'efficacité des AMP à des fins halieutiques reste cependant à démontrer. La recherche menée cherchera 1) à définir et étalonner des indicateurs biologiques, écologiques, économiques et sociaux, 2) à développer des outils multi-critères (tableau d'indicateurs) de caractérisation et de gestion de ces écosystèmes, 3) à tester l'efficacité des AMP en analysant l'évolution des peuplements à l'intérieur et à l'extérieur des zones protégées, en évaluant les activités économiques et les bénéfices induits, 4) à définir les mécanismes décisionnels qui conditionnent la définition, les objectifs et le fonctionnement des AMP.

Les analyses seront réalisées dans un premier temps à l'échelle de chaque AMP puis un travail de modélisation écosystémique, trophodynamique, bio-économique et multi-agents permettra d'élaborer des outils de caractérisation et d'évaluation rapide de «la condition» des écosystèmes.

La notion de gestion régionale devra être prise en compte avec en parallèle celle de réseau d'AMP, Une attention particulière sera portée aux niveaux d'interactions entre les processus biologiques, économiques et sociaux.

Les chantiers principaux restent, dans un premier temps, situés en Afrique de l'Ouest afin de valoriser de manière optimale les connaissances acquises sur ces milieux au cours des années. L'intérêt porté actuellement aux Aires Marines Protégées (AMP) (écosystèmes ou biotopes en voie de restauration mais à différents niveaux d'évolution) offre la possibilité de disposer de zones d'étude et de référence quasi-idéales. Les zones identifiées appartiennent, pour la plupart d'entre elles, aux pays de la Commission Sous Régionale des Pêches réunissant 7 pays : Mauritanie, Sénégal, Cap Vert, Gambie, Guinée Bissau, Sierre Leone et Guinée. Ces pays soutiennent actuellement un Programme Régional de Conservation Marine dont le but est de promouvoir un développement durable des zones côtières et marines basé sur un environnement sain et productif. Ce programme prend appui sur l'existence d'aires marines protégées. L'IRD est déjà engagé dans cette voie par la prise en charge du suivi bio-écologique d'une AMP en zone de mangrove dans l'estuaire du Sine Saloum. Il va également mener des opérations ponctuelles d'observation dans l'estuaire de la Casamance (estuaire

inverse comme le Sine Saloum, dans le rio Cacheu et le rio Buba en Guinée Bissau où la pêche est limitée aux seuls pêcheurs autochtones, dans le banc d'Arguin et la baie du Lévrier en Mauritanie où une partie du parc est interdite à la pêche. Les réseaux trophiques seront également étudiés dans ces différents milieux.

Enfin, dans une dernière étape, le test des indicateurs sera élargi à des écosystèmes (lagunes méditerranéennes, brésiliennes ou mexicaines) où la composition spécifique des peuplements est différente de celle observée en Afrique de l'Ouest. Des collaborations avec des laboratoires partenaires de France, du Brésil et du Mexique devraient permettre une analyse comparative des méthodes, des indicateurs sélectionnés et des échelles de référence.

Contact auteurs : **Raymond Laë** [raymond.lae@ird.fr] et **Guy Vidy** [guy.vidy@mpl.ird.fr]