



Livre des résumés

Comité d'organisation

Elise Dufour	<i>MNHN</i>	Clara Lord	<i>UPMC, MNHN</i>
Romain Causse	<i>MNHN</i>	Olga Otero	<i>Université de Poitiers</i>
Gaël Denys	<i>MNHN</i>	Fabrice Télétchéa	<i>Université de Lorraine</i>
Yves Fermon	<i>SFI</i>		
Président de la SFI	Philippe Keith		
Secrétariat	Valérie Gaudant – <i>SFI</i> , cybiuimsfi@gmail.com		

Comité scientifique

Daniela Banaru	<i>Aix-Marseille Université</i>	Tatiana Colchen	<i>Université de Rennes</i>
Philippe Béarez	<i>MNHN</i>	Pierre Cresson	<i>Ifremer</i>
Bernard Breton	<i>UNPF-SFI</i>	Olga Otero	<i>Université de Poitiers</i>
Thomas Changeux	<i>IRD</i>	Nicolas Poulet	<i>OFB</i>

Sessions spéciales

Session 1	Génétique des populations, ADN environnemental
Session 2	Les Outremer français
Session 3	Les espèces exotiques en milieux marins et dulçaquicoles
Session 4	Paléoichtyologie

Sessions régulières

Session 5	Systématique, Évolution
Session 6	a – Conservation, b – Comportement, c – Écologie, d – Écologie trophique
Session 7	Halieutique, Aquaculture
Session 8	Contamination, Ecotoxicologie, Santé des poissons
Session 9	Physiologie, Reproduction, Traits de vie

Ce fascicule regroupe la totalité des résumés correspondant aux interventions orales et affichées de ces Rencontres. Certaines de ces communications feront l'objet d'un article et seront publiées, après avis du comité de lecture, dans la revue *Cybium*.



Les résumés sont classés par ordre alphabétique du premier auteur. Le nom de l'intervenant, suivi d'un *, est en violet quand il s'agit d'un junior.

SESSION POSTERS N° 4 (SESSION 7)

Vendredi 18 mars 2022 – 10:40

Variations de la forme des otolithes et des écailles en fonction de la taille des athérines ponctuées et non ponctuées appartenant au complexe *Atherina boyeri* du golfe d'Annaba

ABDELLAOUI Halima Sadia^{*1}, CHAOUI Lamy¹, BOUDINAR A. Sofiane¹, KARA Mohamed Hichem¹

¹ Laboratoire Bioressources Marines, Université d'Annaba Badji Mokhtar, Annaba, Algérie. halimaabdellaoui@outlook.com, chaouilamy@hotmail.com, boudinar-2009@live.fr, kara_hichem@yahoo.com

Les athérines sont de petits poissons téléostéens vivant dans les zones côtières, les estuaires et les lagunes, allant des lacs d'eau douce aux lacs hyper-salés. *Atherina boyeri* est considérée comme un complexe taxonomique, divisé par certains auteurs en trois espèces ou sous-espèces. Ce travail vise à étudier la variation de la forme des otolithes et des écailles en fonction de la longueur totale des athérines marines, ponctuées et non ponctuées, du golfe d'Annaba à l'aide de l'analyse de Fourier. Un total de 385 écailles (212 athérines ponctuées : $2 \text{ cm} \leq \text{Lt} \leq 10,7 \text{ cm}$; 173 athérines non ponctuées : $2,2 \text{ cm} \leq \text{Lt} \leq 9,8 \text{ cm}$) et 456 otolithes (269 athérines ponctuées : $2 \text{ cm} \leq \text{Lt} \leq 10,1 \text{ cm}$; 187 athérines non ponctuées : $2,2 \text{ cm} \leq \text{Lt} \leq 9,4 \text{ cm}$) ont été traités. Les écailles sont prélevées au même endroit selon la recommandation de Marfin (1981). Les écailles et les otolithes ont été numérisés à l'aide du logiciel tnp v5.0. Les descripteurs de Fourier ont été calculés après seuillage à l'aide du logiciel shape v1.3. Une analyse discriminante est réalisée à l'aide des descripteurs de Fourier (EFD). La qualité et la validité de la discrimination ont été évaluées avec une analyse de validation croisée (Jackknife). L'analyse de la forme des écailles/otolithes ne montre aucune différence significative entre les mâles et les femelles d'un même groupe, ou entre les otolithes droit et gauche d'un même individu. L'analyse de la forme des otolithes, nous a permis de distinguer deux groupes de formes pour les athérines ponctuées et non ponctuées : (1) les otolithes des individus dont la longueur totale est inférieure à 5 cm, (2) les otolithes des individus dont la longueur totale est supérieur à 5 cm. Pour les écailles, les résultats permettent de distinguer trois groupes de formes pour les athérines ponctuées et non ponctuées : (1) la forme des écailles des individus dont la longueur totale est inférieure à 3,5 cm, (2) la forme des écailles des individus dont la longueur totale est comprise entre 3,5 cm et 6,5 cm, (3) la forme des écailles des individus dont la longueur totale est supérieure à 6,5 cm. Ces résultats seront très utiles pour les travaux relatifs à la recherche d'éventuelles structurations spatiales des athérines. Elles serviront en particulier à orienter le choix des classes de tailles utilisables dans ce but. L'analyse de la forme des écailles et des otolithes étant des outils préliminaires à l'utilisation d'autres techniques de différenciation comme les outils moléculaires.

Mots-clés : *Atherina boyeri*, forme, écailles, otolithes, analyse de Fourier, Méditerranée

SESSION 6A – CONSERVATION

Mercredi 16 mars 2022 – 12:15

Conservation *ex situ*, et si on collaborait avec les sociétés d'aquariophiles amateurs ?

AGNÈSE Jean-François¹

¹ UMR 5554 ISEM (IRD, UM, CNRS, EPHE), Université de Montpellier, Montpellier, France. jean-francois.agnese@ird.fr

La conservation des espèces est une vaste problématique qui nécessite la mise en réseau d'un grand nombre d'acteurs dont des ONG, des parcs, des structures ou institutions gouvernementales nationales et internationales, les zoos, etc., et bien sûr les scientifiques. Ces derniers apportent leurs connaissances sur la systématique, l'écologie, les traits d'histoire de vie des espèces et d'une manière générale toutes les connaissances fondamentales nécessaires à la prise en compte de tous les aspects relatifs aux espèces et à leur environnement. Il existe cependant, pour certains groupes d'espèces, un secteur d'activité qui n'a pas encore ou très insuffisamment été intégré à ces réseaux, ce sont les éleveurs amateurs, dans le cas présent il s'agit des aquariophiles. Ces éleveurs sont des centaines de milliers de par le monde et bien souvent de simples possesseurs d'animaux domestiques. Cependant, il existe au sein de cet ensemble un grand nombre de passionnés qui ont accumulé au fil des ans un grand nombre de connaissances et d'expériences qui n'ont parfois peu de choses à envier à



celles de chercheurs académiques et qui seraient particulièrement utiles aujourd'hui dans le cadre de la conservation des ressources ichthyologiques. En prenant l'exemple des poissons d'eau douce et en particulier celui des Cyprinodontiformes (killifish), nous montrons le rôle capital que des amateurs ont joué et continuent de jouer dans la découverte et la description des nouvelles espèces, dans la connaissance de leurs conditions de vie, de reproduction, des réels dangers qu'elles encourent. En plus d'apporter un appui conséquent à la recherche, ces amateurs représentent des ressources à la fois en termes de connaissances mais aussi d'action qui sont largement sous-estimées et donc sous employées pour la conservation *ex situ* des espèces comme par exemple on l'observe dans le cas de l'initiative de conservation *ex situ* des espèces malgaches. Pour profiter pleinement des potentialités parfois importantes que représentent les aquariophiles amateurs, il est recommandé de mieux les intégrer dans les schémas ou les réseaux de conservation *ex situ*. Cet appel à l'action est d'autant plus urgent que les législations internationales sur la protection de la biodiversité ou le bien-être animal qui se renforcent utilement de jour en jour peuvent cependant avoir des effets totalement inverses à ceux espérés dans le cas de ces amateurs aquariophiles qui voient leurs actions rendues de plus en plus difficiles quand ce n'est pas totalement empêchées.

Mots-clés : Conservation, Cyprinodontiformes, killifish, taxinomie, conditions de maintenance

SESSION POSTERS N° 2 (SESSIONS 6A, 6B, 6C, 6D)

Mercredi 16 mars 2022 – 16:10

Effets d'un gradient de salinité naturel sur les taux de croissance des jeunes épinoches à trois épines *Gasterosteus aculeatus*

ALI Mohammad¹, ANNABI TRABELSI Neila², GUERMAZI Wassim^{*1}, LIABOT Anne-Lise³, WATT Penelope³, BECKERMAN Andrew³

¹ Université de Sfax, Faculté des Sciences de Sfax, Département des Sciences de la Vie, Laboratoire Biodiversité Marine et Environnement LR18E530, Route Soukra Km 3.5, BP 1171, CP 3000 Sfax, Tunisie. wassim016@yahoo.fr, neila.trabelsi@isbs.usf.tn, amirarekik1@yahoo.fr, habibayadi62@yahoo.fr

² Environment & Life Sciences Research Center, Kuwait Institute for Scientific Research, P.O. Box 24885, Safat 13109, Kuwait. mohammad.awad.ali@gmail.com

³ School of Biosciences, E213, Alfred Denny Building, Western Bank, Sheffield S10 2TN, United Kingdom. annelise8507@hotmail.com, a.beckerman@sheffield.ac.uk, p.j.watt@sheffield.ac.uk

La salinité est un facteur environnemental déterminant qui pourrait avoir un effet significatif sur le choix de régime alimentaire et le taux de croissance des larves et des juvéniles de poissons dans leurs habitats naturels. Ceci permettrait de fournir des informations importantes pour une bonne gestion de la pêche côtière où les frayères se trouvent le long des rivages avec des salinités différentes de celles des régions pélagiques. Ce travail porte sur l'exploration des taux de croissance des larves et des juvéniles chez des jeunes épinoches à trois épines *Gasterosteus aculeatus* recueillies au niveau de 3 lagunes dans la mer du nord, de salinités croissantes 0,36, 2,42 et 10,52 PSU. Le suivi de la croissance des jeunes poissons a été réalisé entre juin et octobre 2013. Les spécimens échantillonnés sont disséqués au niveau des otolithes sagittaux afin de pouvoir récalculer le taux de croissance à la fin de l'expérimentation. Cette étude a révélé que le taux de croissance des larves et des juvéniles et la salinité sont corrélés positivement durant la période d'étude. Cependant, le taux de croissance des poissons est corrélé négativement aussi bien avec la richesse spécifique du zooplancton ainsi que leurs tailles au niveau des lagunes. L'effet de la température, l'abondance du zooplancton et les autres paramètres abiotiques est non significatif sur la croissance des jeunes épinoches.

Mots-clés : *Gasterosteus aculeatus*, salinité, taux de croissance, proie

**Distribution de la population de mustelles blanches, *Phycis blennoides* (Brünnich, 1768) du Bassin algérien**ALIOUA Zakia^{*1}, AMIRA Soumia¹, KHAMES Ghollame Ellah Yacine², FERNANDEZ-ARCAYA Ulla³, GUIJARRO Beatriz³, ORDINES Francesc³, MASSUTÍ Enric³, ZEROUALI-KHODJA Fatiha¹

¹ Laboratoire Halieutique, Faculté des Sciences Biologiques, Université des Sciences et Technologies Houari Boumediene (USTHB), BP 32, El-Alia Bab-Ezzouar 16111, Alger, Algérie. zakia.alioua@gmail.com, amira.soumias@gmail.com, zeroualikhodja@yahoo.com

² Laboratoire des Écosystèmes Pélagiques, Faculté des Sciences Biologiques, Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene (USTHB), BP 32, El-Alia Bab-Ezzouar 16111, Alger, Algérie. khamesyacine@gmail.com

³ Instituto Español de Oceanografía, Centre Oceanogràfic de les Balears, Moll de Ponent s/n, 07015 Palma, Illes Balears, Espagne. fernandez.arcaya@gmail.com, beatriz.guijarro@ieo.es, xisco.ordinas@ieo.es, enric.massuti@ieo.es

L'objectif de cette étude était de déterminer la distribution de la population de la mustelle blanche, *Phycis blennoides* le long du Bassin algérien. Sa distribution (3418 individus) a été étudiée à partir de données collectées entre 170-779 m de profondeur lors de deux campagnes de chalutage de fond réalisées en 2003 et 2004. De plus, certains paramètres biologiques ont été obtenus à partir de 1050 individus issus de la pêche commerciale dans les ports algériens (Annaba, Azeffoun, Dellys, Cap Djinet, Zemmouri, Bouharoun, Alger, La Madrague, Cherchell, Tenes et Mostaganem) au cours de la période 2013-2017. Cette espèce échantillonnée par les campagnes de chalutage a montré une distribution liée à la profondeur ; les plus grands individus étant à 600-800 m de profondeur et les plus petits à des profondeurs plus faibles. La densité et la biomasse variaient en fonction de la profondeur et la densité également en fonction de la longitude, tandis que la biomasse ne présentait aucune tendance en fonction de la longitude. Le recrutement a été enregistré dans le secteur Est de l'Algérie pendant l'hiver, pour les individus échantillonnés par les campagnes scientifiques.

Mots-clés : Distribution, recrutement, *Phycis blennoides*, Algérie

The fossil cichlids from the late Miocene paleolake Waril (Tugen Hills, Kenya)ALTNER Melanie^{*1}, REICHENBACHER Bettina^{1,2}

¹ Department of Earth and Environmental Sciences, Palaeontology & Geobiology, Ludwig-Maximilians-Universität München, Richard-Wagner-Strasse 10, 80333 Munich, Germany. m.altner@lrz.uni-muenchen.de, b.reichenbacher@lrz.uni-muenchen.de

² GeoBio-Center at Ludwig-Maximilians-Universität München, Richard-Wagner-Strasse 10, 80333 Munich, Germany

The Ngorora Formation in the Tugen Hills (Kenya), located in the eastern branch of the East African Rift System, represents a unique fossil fish *Lagerstätte* and the study of its fish fossils revealed significant new insights on the evolutionary history of cichlids in Africa. Here we present the results of our paleoichthyological studies at the Upper Miocene site Waril (9-10 Ma) in the Tugen Hills. In the Upper Miocene, Waril represented a relatively small, alkaline rift lake (palaeolake Waril) of about 30-35 km². Lacustrine conditions prevailed for only about 10,000-20,000 years, as indicated by the low thickness of the lake sediments. Volcaniclastic sediments and tuffs occur below and above the lake sediments and record volcanic activity in the surrounding area. Nevertheless, an abundant fish fauna, evidenced by well-preserved fish fossils, flourished in palaeolake Waril. The good preservation of the fish fossils probably resulted from anoxic conditions at the bottom of the relatively deep rift lake. Apart from the fish fossils, insects and plant remains have also been found. Based on leaves and pollen, an open landscape of a warm seasonal climate, with pronounced dry periods, has been suggested for the site Waril in earlier works. Totally we identified three new fossil cichlid genera from the palaeolake, *i.e.* †*Baringochromis* Altner & Reichenbacher, 2021, †*Warilochromis* Altner *et al.*, 2020, and †*Tugenchromis* Altner *et al.*, 2017. While †*Baringochromis* includes three fossil species, †*Warilochromis* and †*Tugenchromis* are monotypic. The three species of †*Baringochromis* can be interpreted as a small species flock. They share many skeletal characters, and the main differences between them refer to oral tooth dentition and some morphometric traits, thus implying that the species flock evolved due to trophic adaptation. †*Baringochromis* displays a combination of characters which indicates that it is a possible member of the Haplochromini. Today, Haplochromini is the most speciose group among the African cichlids and they account for the huge diversity found in Lakes Malawi and Victoria. Also †*Warilochromis* appears to be closely



related to the Haplochromini. It differs from †*Baringochromis* (amongst other characters) by a very different oral dentition consisting of exclusively unicuspid teeth (vs. tricuspid in †*Baringochromis*). It probably had a predatory life style and may have fed on young fish. The only non-haplochromine taxon in palaeolake Waril is †*Tugenchromis pickfordi*. It has been identified as an early member of the clades nowadays present in Lake Tanganyika (located in the western branch of the East African Rift System). The occurrence of †*Tugenchromis* at Waril (*i.e.* in the eastern branch of the East African Rift System) supports the idea that the cichlids of modern Lake Tanganyika originated from riverine lineages that had already diversified prior to the formation of Lake Tanganyika. As †*Tugenchromis* is a very rare species, it is likely that it may have lived near the rocky shore of the lake, which is less favourable to the preservation of complete fossil fishes. Several possible modern analogues to palaeolake Waril exist. One example is the volcanic crater Lake Ejagham in Cameroon. It is rather small (0.49 km²) and previous works showed that it harbours a small cichlid species flock of four species, which have evolved by sympatric speciation in the course of trophic and reproductive differentiation (Schliewen *et al.* 2001; Dunz & Schliewen 2010). Like paleolake Waril it also has existed for about only 10,000 years. Furthermore, Lake Ejagham is not only home to a small species flock but also contains species of a riverine lineage of cichlids. Similar as has been suggested for Lake Ejagham, a riverine founder species could also have entered palaeolake Waril, with quick colonization of the new habitat by adaptive radiation to different niches and food resources, *i.e.* by trophic differentiation. The three species of †*Baringochromis* might have emerged at this stage and may have been specialized plant debris and insect feeders.

References

- Altner M., Reichenbacher B., 2020. A small cichlid species flock from the Upper Miocene (9-10 MYA) of central Kenya. *Hydrobiologia*. <https://doi.org/10.1007/s10750-020-04358-z>
- Altner M., Ruthensteiner B., Reichenbacher B., 2020. New haplochromine cichlid from the upper Miocene (9-10 MYA) of Central Kenya. *BMC Evol. Biol.* 20: 65.
- Altner M., Schliewen U.K., Penk S.B.R., Reichenbacher B., 2017. †*Tugenchromis pickfordi*, gen. et sp. nov., from the upper Miocene — a stem-group cichlid of the 'East African Radiation'. *J. Vert. Paleontol.* 37: e1297819.
- Dunz A.R., Schliewen U.K., 2010. Description of a *Tilapia* (*Coptodon*) species flock of Lake Ejagham (Cameroon), including a redescription of *Tilapia deckerti* Thys van den Audenaerde, 1967 (Perciformes, Cichlidae). *Spixiana* 33: 251-280.
- Schliewen U., Rassmann K., Markmann M., Markert J., Kocher T., Tautz D., 2001. Genetic and ecological divergence of a monophyletic cichlid species pair under fully sympatric conditions in Lake Ejagham, Cameroon. *Mol. Ecol.* 10: 1471-1488.

Key words: Cichlidae, Africa, Miocene, paleoecology, paleoenvironment

Les bassins de l'Adour et de la Garonne : deux ichthyofaunes remarquables et des espèces endémiques à faire connaître pour les protéger

ANDREAZZA-ROBIN Melvin*¹, L'HOSTIS Aurélie², VIGNES-LEBBE Régine³, DENYS Gaël P.J.^{1,4}

¹ Unité Mixte de Service Patrimoine Naturel – Centre d'expertise et de données (UMS 2006 OFB – CNRS – MNHN), Muséum national d'Histoire naturelle, 36 rue Geoffroy-Saint-Hilaire CP 41, 75005 Paris, France. melvin11andreazza@gmail.com

² Union des Fédérations pour la pêche et la protection du milieu aquatique du Bassin Adour-Garonne (UFBAG), 5 chemin de Bramofan, 31120 Roques, France

³ Laboratoire Informatique et Systématique, Institut de Systématique, Evolution, Biodiversité (ISYEB) (Sorbonne Université, MNHN, CNRS, EPHE, UA), 43 rue Buffon, 75005 Paris, France

⁴ UMR Biologie des organismes et écosystèmes aquatiques (BOREA 8067), MNHN, CNRS, IRD, SU, UCN, UA, 57 rue Cuvier CP26, 75005 Paris, France

Depuis 2005, plusieurs révisions taxonomiques sur des genres emblématiques de poissons téléostéens d'eau douce en France, et considérés jusque-là monospécifiques, ont bouleversé notre compréhension sur notre ichthyofaune. Notamment dans le Sud-ouest où se trouvent les bassins hydrographiques de l'Adour et de la Garonne, on observe une endémicité remarquable (Freyhof *et al.* 2005, Kottelat & Persat 2005, Kottelat 2007, Kottelat & Freyhof 2007, Denys *et al.* 2014, 2018, 2020, 2021, Keith *et al.* 2020). Cela concerne les vandoises rostrée *Leuciscus burdigalensis* et du Béarn *L. bearnensis*, les chabots du Béarn *Cottus aturi* et des Pyrénées *C. hispaniolensis*, les goujons occitan *Gobio occitaniae* et de l'Adour *G. lozanoi*, les vairons basque *Phoxinus bigerri* et de la Garonne *P. dragarum*, le brochet aquitain *E. aquitanicus*, la loche franche espagnole *Barbatula hispanica* et l'épinochette du Poitou *Pungitius vulgaris*, en plus du toxostome *Parachondrostoma toxostoma* et du barbeau méridional *Barbus meridionalis*. Il est d'utilité publique de protéger ce patrimoine



biologique nouvellement connu ; d'autant que la plupart de ces espèces sont considérées comme menacées d'après leur statut UICN et nécessitent donc une attention particulière (UICN comité français, 2019). Les pressions sont multiples : introduction d'espèces exotiques, introgression, compétition, introduction de pathogènes, destruction des habitats, assèchement des cours d'eau, etc. Mais surtout notre manque de connaissance et l'ignorance de leur existence dans les politiques publiques font qu'à l'heure actuelle aucune action n'est menée pour leur préservation. Ainsi, nombreux sont les pêcheurs, naturalistes, gestionnaires, voire scientifiques qui n'ont pas conscience de la valeur patrimoniale de l'ichtyofaune du Sud-Ouest de la France et mettent en péril la conservation de ces espèces avec des mauvaises pratiques de gestion. Notre objectif est de déployer une stratégie de communication efficace auprès des différents acteurs (agents des fédérations de pêche, de l'OFB ou des bureaux d'étude, chercheurs, grand public, etc.) pour sensibiliser sur ces espèces à forte valeur patrimoniale. Synthèse des informations à fournir, choix des moyens et formes de communication, diffusion auprès de différents médias, voire collaboration auprès des aquariums publics sont autant de points qui seront étudiés pour produire un site web dédié et adapté aux différents acteurs concernés.

Références

- Denys G.P.J., Dettai A., Persat H., Hauteœur M., Keith P., 2014. Morphological and molecular evidence of three species of pikes *Esox* spp. (Actinopterygii, Esocidae) in France, including the description of a new species. *C. R. Biol.* 337(9): 521-534. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2014.07.002>
- Denys G.P.J., Persat H., Dettai A., Geiger M.F., Freyhof J., Fesquet J., Keith P., 2018. Genetic and morphological discrimination of three species of ninespined stickleback *Pungitius* spp. (Teleostei, Gasterosteidae) in France with the revalidation of *Pungitius vulgaris* (Mauduyt, 1848). *J. Zool. Syst. Evol. Res.* 56: 77-101. <https://doi.org/10.1111/jzs.12178>
- Denys G.P.J., Dettai A., Persat H., Daszkiewicz P., Hauteœur M., Keith P., 2020. Revision of *Phoxinus* in France with the description of two new species (Teleostei, Leuciscidae). *Cybium* 44(3): 205-237. <https://doi.org/10.26028/cybium/2020-443-003>
- Denys G.P.J., Perea S., Dettai A., Gauliard C., Persat H., Doadrio I., 2021. Revalidation of the Spanish stone loach *Barbatula hispanica* (Lelek, 1987) (Teleostei, Nemacheilidae) according to morphological and mitochondrial data. *Ann. Limnol. – Int. J. Limnol.* 57: 10. <https://doi.org/10.1051/limn/2021007>
- Freyhof J., Kottelat M., Nolte A., 2005. Taxonomic diversity of European *Cottus* with description of eight new species (Teleostei: Cottidae). *Ichthyol. Explor. Freshw.* 16(2): 107-172.
- Keith P., Poulet N., Denys G., Changeux T., Persat H., 2020. Les Poissons d'Eau douce de France. Deuxième édition. Biotope, Publications scientifiques du Muséum, Mèze et Paris. 704 p.
- Kottelat M., 2007. Three new species of *Phoxinus* from Greece and southern France (Teleostei: Cyprinidae). *Ichthyol. Explor. Freshw.* 18(2): 145-162.
- Kottelat M., Persat H., 2005. The genus *Gobio* in France, with redescription of *G. gobio* and description of two new species (Teleostei: Cyprinidae). *Cybium* 29(3): 211-234. <https://doi.org/10.26028/cybium/2005-293-001>
- Kottelat M., Freyhof J., 2007. Handbook of European freshwater fishes. 646 p. Publication Kottelat, Cornol.
- UICN Comité Français, MNHN, SFI & AFB, 2019. La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Poissons d'eau douce de France métropolitaine. Paris, France. 16 p.

Mots-clés : Ichtyofaune, Sud-Ouest, endémisme, communication, outil d'identification

Nouvelle méthode de transformation des images otolithes de routine pour une base de données otolithes standardisée

ANDRIALOVANIRINA Nicolas^{*1,2}, HACHE Alizée¹, MAHE Kélig¹, POISSON CAILLAULT Emilie²

¹ Ifremer, Laboratoire Ressources Halieutiques, 150 quai Gambetta, BP 699, 62321 Boulogne-sur-Mer, France. nicolasandrialova@gmail.com

² LISIC, Université Littoral Côte d'Opale (ULCO), 62228 Calais, France

La gestion des pêches est généralement basée sur des modèles de structure d'âge. Les données sur l'âge des poissons pour ces modèles sont collectées par des experts qui analysent et interprètent la surface des structures calcifiées (écailles, vertèbres, rayons de nageoires, otolithes, etc.). L'otolithe, situé dans l'oreille interne du poisson, est la principale structure calcifiée utilisée car elle est métaboliquement inerte et contient des informations tout au long de la vie du poisson. Chaque année, près d'un million d'otolithes sont collectés dans le monde, dont 35 000 en France, pour fournir des données d'âge pour toutes les espèces commerciales. Cette méthode traditionnelle d'estimation de l'âge est donc très chronophage. L'analyse d'images peut être une méthode alternative peu coûteuse ; cependant, la première étape consiste à transformer les images d'otolithes prises en routine en images standardisées au sein d'une base de données afin d'appliquer un apprentissage automatique sur les données d'âge. La forme des otolithes, résultant de la synthèse du patrimoine génétique et des



effets de l'environnement, est un outil utile pour identifier les populations, une base de données d'images standardisées pourrait donc être aussi utilisée à cette fin. À partir des données mesurées sur des otolithes de plie (*Pleuronectes platessa*) en Manche Est de 2010 à 2019, toutes les étapes méthodologiques ont été développées sous R. Une matrice d'images en niveaux de gris a été générée à partir des images brutes dans différents formats. La détection des contours a été appliquée pour identifier les otolithes cassés, l'orientation de chaque otolithe et le nombre d'otolithes par image. Pour finaliser ce processus de normalisation, toutes les images ont été redimensionnées et binéarisées. Plusieurs outils de morphologie mathématique ont été développés à partir de ces nouvelles images pour aligner et orienter les images, en plaçant les otolithes dans la même disposition pour chaque image. Pour cette étude, 8683 otolithes entiers droits standardisés ont été extraits de 11 274 images en routine. Cette méthode pourrait être utilisée pour d'autres espèces pour l'estimation d'âge et l'identification des stocks.

Mots-clés : Otolithes, traitement d'image, normalisation, rotation, analyse de forme, binéarisation, plie

SESSION 2 – LES OUTREMERS FRANÇAIS

Mardi 15 mars 2022 – 13:45

Structuration spatiale des principaux poissons démersaux autour de l'île de la Réunion à partir de la forme externe de leurs otolithes

ANDRIALOVANIRINA Nicolas^{*1,2}, ROOS David³, GENTIL Claire³, TELLIEZ Solène¹, DUSSUEL Antoine¹, ELLEBOUDE Romain¹, POISSON CAILLAULT Emilie², MAHE Kélig¹

¹ Ifremer, Laboratoire Ressources Halieutiques, 62321 Boulogne-sur-Mer, France. nicolasandrialova@gmail.com

² LISIC, Université Littoral Côte d'Opale (ULCO), 62228 Calais, France

³ Ifremer, Délégation Océan Indien, 97822 Le Port CEDEX, La Réunion

L'identification et la connaissance de la structuration spatiale de stocks sont essentielles pour étudier la dynamique des populations de poissons et ainsi gérer les pêcheries. Dans cette étude, la forme des otolithes a été employée pour comprendre la structuration des stocks des populations des principales espèces commerciales capturées à l'île de La Réunion. Un total de 1091 individus, appartenant à 9 espèces de poissons osseux benthopélagiques de différents compartiments d'habitats coralliens et profonds (*Aphareus rutilans*, *Cephalopholis aurantia*, *Epinephelus fasciatus*, *Etelis carbunculus*, *Lutjanus kasmira*, *L. notatus*, *Pristipomoides argyrogrammicus*, *Pristipomoides filamentosus*, *Variola albimarginata*) a été analysé et comparé entre 10 zones réparties autour de la Réunion. Pour décrire la forme externe de l'otolithe, les descripteurs elliptiques de Fourier normalisés ont été extraits. Pour chaque espèce, l'analyse des données de forme a été réalisée en 2 étapes en regardant premièrement les effets potentiels de facteurs confondants que sont la taille du poisson, la symétrie des otolithes droit et gauche, le dimorphisme sexuel et la répartition spatiale. Lorsque ce dernier était significatif sur la forme de l'otolithe, une deuxième étape couplant deux analyses complémentaires a été effectuée avec le regroupement hiérarchique (apprentissage automatique non supervisé) et l'analyse discriminante linéaire (LDA) avec prédiction jackknifed (apprentissage automatique supervisé) permettant de caractériser les limites des potentiels stocks pour chacune des espèces traitées. Les résultats montrent que pour les 9 espèces traitées, seules 2 espèces profondes (*Etelis carbunculus* et *Pristipomoides argyrogrammicus*) montrent une structuration spatiale autour de l'île de la Réunion avec pour chacune d'elles, 2 stocks potentiellement séparés par un axe Nord-Ouest/Sud-Est. Ces résultats montrent que pour certaines espèces, l'île de La Réunion peut présenter des sous-populations locales.

Mots-clés : Otolithes, structures des stocks, elliptiques de Fourier, classification, La Réunion

SESSION POSTERS N° 1 (SESSIONS 1, 2, 3, 4, 5)

Mardi 15 mars 2022 – 15:00

Croissance du Leuciscidé invasif *Rutilus rutilus* dans le lac de barrage Ghrib, Algérie

ARAB Ilham Yasmine^{*1}, ARAB Abdeslem¹, KARA Mohamed Hichem²

¹ USTHB/ Laboratory of Dynamics and Biodiversity, BP 32, Bab Ezzouar, 16111, Algiers, Algeria. arabyasmine92@gmail.com, abdeslama@yahoo.fr

² Marine Bioresources Laboratory. Annaba University Badji Mokhtar, B.P.12 RP., Annaba 23000, Algeria

Un total de 625 gardons (*R. rutilus*) de taille comprise entre de 12 à 28 cm TL ont été étudiés est échantillonnés entre février 2016 et mars 2017 dans le barrage de Ghrib situé sur l'oued Cheliff (36°07'47 24" N, 2°35'53 13"E à une altitude



de 419 m) à 150 km à l'ouest d'Alger, il se situe dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver doux (tempéré). Les valeurs de température, d'oxygène dissous et de pH de l'eau varient respectivement entre 27,4 et 9,5°C, 8,61 et 0,13 mg/l et 9,1 et 8,02. L'eau du barrage Ghrib est de moyenne qualité pour quelques paramètres physiques et chimiques. L'état trophique du barrage Ghrib est eutrophe. Non ciblé par le programme national de développement de l'aquaculture, le gardon *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758) a été introduit accidentellement. Actuellement, sa présence est confirmée dans plusieurs lacs de barrages (Grouz à Constantine, Sekkak à Tlemcen, Guenitra à Skikda, Koudiat Mdouer à Batna et Ghrib à Ain defla) où il forme d'importantes populations dont la fréquence dépasse 75% des espèces pêchées. Pendant les 14 mois d'échantillonnage dans le barrage Ghrib, nous avons rencontré six espèces de poisson repartis en deux familles: 5 espèces de Cyprinidés (le gardon *Rutilus rutilus* L., 1758, la brème *Abramis brama* L., 1758, le barbeau *Barbus* sp., la carpe *Cyprinus carpio* L., 1758 et le carassin *Carassius carassius* L., 1758) et une espèce de Percidés (le sandre *Sander lucioperca* L., 1758). Un total de 3828 individus de gardon ont été pêchés, soient 97,1% du nombre total de poissons pêchés. Les femelles et les mâles vivent jusqu'à 5 ans et, sur les 625 individus examinés à Ghrib, seulement 289 écailles étaient lisibles. Les longueurs asymptotiques des gardons obtenues par le rétrocalcul sont proches par rapport à la lecture directe. Leur croissance linéaire est décrite respectivement par les modèles de Von Bertalanffy suivants : chez la population totale (les deux sexes confondus et les individus à sexe indéterminé) $LT = 29,63(1 - e^{0,4(t + 0,015)})$, chez les femelles $LT = 30,23(1 - e^{0,39(t + 0,019)})$ et chez les mâles $LT = 28,15(1 - e^{0,43(t + 0,013)})$. La valeur du coefficient d'allométrie de la relation taille-poids est voisine à 3 ($b_t = 2,94$, $b_{femelles} = 3,05$, $b_{mâles} = 2,96$). L'indice de performance de croissance \emptyset_m de Pauly & Munro (1984) est de 2,5 quel que soit le sexe. L'exploitation du gardon dans ce barrage est élevée par rapport au seuil optimum d'exploitation, où les gardons sont surexploités ($E > 0,8$).

Mots-clés : *Rutilus rutilus*, âge, croissance, barrage, Algérie

SESSION POSTERS N° 1 (SESSIONS 1, 2, 3, 4, 5)

Mardi 15 mars 2022 – 15:00

The Pindos paleo-biota (Greece) provide insights into the Cretaceous-Paleogene marine pelagic ichthyofaunas of the Tethys

ARGYRIOU Thodoris^{*1,2}, DAVESNE Donald³, ALEXOPOULOS Apostolos⁴, CARRILLO-BRICEÑO Jorge Domingo⁵, CAVIN Lionel⁶

¹ Department of Earth and Environmental Sciences, Paleontology & Geobiology, Ludwig-Maximilians-Universität München, München, Germany. t.argyriou@lrz.uni-muenchen.de

² GeoBio-Center, Ludwig-Maximilians-Universität München, München, Germany. t.argyriou@lrz.uni-muenchen.de

³ Museum für Naturkunde, Berlin, Germany. donald.davesne@gmail.com

⁴ University of Athens, Faculty of Geology & Geoenvironment, Department of Dynamic, Tectonic & Applied Geology, Athens, Greece. aalexopoulos@geol.uoa.gr

⁵ Palaeontological Institute and Museum, University of Zurich, Zurich, Switzerland. jorge.carrillo@pim.uzh.ch

⁶ Department of Geology and Palaeontology, Natural History Museum, Geneva, Switzerland. Lionel.Cavin@ville-ge.ch

The effects of the Cretaceous–Paleogene (K–Pg) Extinction on marine ‘fishes’ – teleosts in particular – are still incompletely understood. This is largely owed to the poor quality and scarcity of the global body-fossil record of the clade from the Maastrichtian–Paleocene interval. The largest portion of the fossil record of Tethyan ‘fishes’ from the K–Pg corresponds to disarticulated material of limited systematic informativeness, coming from high-energy platform environments. Recent paleontological prospecting and excavations in the sedimentary successions of the Pindos Unit in continental and insular Greece yielded fossil fish assemblages from both sides of the extinction boundary. New semi-articulated fossils from the mid–late Maastrichtian of Gavdos Island and Eurytania in continental Greece help complete the picture of the extinction baseline of marine ‘fishes’ from the Tethys, especially with regards to those inhabiting deep/open-water paleoenvironments. When all Pindos sites are treated collectively, a minimum of three chondrichthyan (belonging to Hexanchiformes and Lamniformes) and 14 teleost (belonging to †Ichthyodectiformes; Elopomorpha; Aulopiformes; ?†Sardinioiidae, and other indeterminate groups) morphotypes are shown to be present. Based on geological data, the gross anatomy of fossils, as well as the lifestyle of modern representatives of higher taxa recognized as fossils, we conclude that Pindos ichthyofaunas, at least those of Maastrichtian age, sample animals inhabiting different niches in the water column, ranging from epipelagic to bathydemersal. The newly available fossil sample allows for the recognition of two new aulopiform taxa. Additionally, it helps extend the stratigraphic range of several families into the Maastrichtian, implying a previously unrecorded Late Cretaceous higher-taxonomic continuum, instead of a staged decline, of offshore



ichthyofaunas. Scant ?Paleocene fossil 'fish' findings from the Pindos Unit come from a single site in Eurytania. These include a clupeid, a putative stomiiform, as well as indeterminate teleost remains, but represent one of the few records of earliest Cenozoic marine teleosts from the Tethys. This work summarizes these new discoveries and their implications for understanding the K–Pg turnover in the Tethyan Realm and beyond.

Key words: Cretaceous, Paleogene, fossil fishes, Tethys, Greece

SESSION 4 – PALÉOICHTHYOLOGIE

Lundi 14 mars 2022 – 14:45

De l'émail à l'estomac : apport de la géochimie isotopique du calcium à l'étude du régime alimentaire chez les élasmodontes actuels et fossiles

ASSEMAT Alexandre^{*1}, ADNET Sylvain¹, BAYEZ Kani², HASSLER Auguste², ARNAUD-GODET Florent², MOLLEN Frederik³, GIRARD Catherine¹, MARTIN Jeremy E.²

¹ UMR 5554, Institut des sciences de l'évolution de Montpellier ISEM (CNRS, IRD, EPHE), Université de Montpellier, Place Eugène Bataillon, 34095 Montpellier CEDEX 5. alexandre.assemat@umontpellier.fr, sylvain.adnet@umontpellier.fr, catherine.girard@umontpellier.fr

² Univ Lyon, Univ Lyon 1, ENSL, CNRS, LGL-TPE, 69342, Lyon, France. kani.bayez@ens-lyon.fr, auguste.hassler@ens-lyon.fr, Florent.Arnaud-Godet@ens-lyon.fr, jeremy.martin@ens-lyon.fr

³ Elasmobranch Research, Belgium (ERB), Rehaegenstraat 4, 2820 Bonheiden, Belgium. frederik.mollen@gmail.com

Comprendre l'écologie et les interactions des espèces actuelles est un prérequis indispensable à l'analyse des écosystèmes passés. L'étude de l'écologie chez les élasmodontes et notamment leur écologie alimentaire s'est longtemps basée sur l'analyse de leurs contenus stomacaux. Cependant ces méthodes, à la fois invasives et représentatives uniquement des derniers repas des individus, ne permettaient pas d'envisager leur application à l'analyse de l'écologie alimentaire d'élasmodontes disparus du fait de la mauvaise conservation des contenus stomacaux dans le registre fossile. Le développement de méthodes d'analyse du niveau trophique se basant sur la composition isotopique des éléments (oxygène, carbone, azote) ont ouvert de nouvelles alternatives à l'étude de l'alimentation chez les vertébrés terrestres et marins. L'analyse des isotopes stables du calcium (⁴⁴Ca, ⁴²Ca, ⁴⁰Ca) et notamment du ratio $\delta^{44/42}\text{Ca}$ compris dans l'émail des dents de vertébrés permet d'envisager une meilleure appréhension de la structuration trophique des écosystèmes marins actuels et passés. Il est estimé que le fractionnement de l'isotope 44 du calcium (⁴⁴Ca) entre la source alimentaire et le prédateur se reflète le long de la chaîne alimentaire par une diminution du $\delta^{44/42}\text{Ca}$ avec l'augmentation de la position trophique, permettant ainsi de discriminer des rangs trophiques, allant de producteurs primaires à prédateurs apicaux, chez les spécimens analysés. Les élasmodontes représentent donc un très bon modèle d'étude pour cette méthode du fait du renouvellement permanent de leurs dents et de l'abondance de matériel dentaire dans les collections ostéologiques et paléontologiques. Ici nous donc présentons l'intérêt et les limites de cette méthode pour la compréhension du régime alimentaire des élasmodontes actuels et fossiles à l'aide de : 1) l'étude des variations trophiques dans le temps et l'espace chez trois espèces de requins actuels, le requin mako (*Isurus oxyrinchus*), le requin gris (*Hexanchus griseus*) et le grand requin blanc (*Carcharodon carcharias*) par comparaison aux données de contenus stomacaux issues de la littérature ; 2) la caractérisation trophique des faunes d'élasmodontes fossiles aux abords d'une des cinq grandes crises biologiques que les écosystèmes marins aient connu : la crise Crétacé/Paléogène, il y a 65 millions d'années. La mise en évidence de valeurs élevées du $\delta^{44/42}\text{Ca}$ associé à des comportements charognards chez *Hexanchus griseus* permet d'envisager la présence d'un schéma similaire chez le taxon de grande taille *Squalicorax pristodontus* qui occupait les eaux côtières de la fin du Crétacé.

Mots-clés : Géochimie isotopique, élasmodontes, position trophique, isotopes du calcium, Crétacé/Paléogène

SESSION POSTERS N° 3 (SESSIONS 8, 9)

Jeudi 17 mars 2022 – 10:15

Parasites du merlan bleu *Micromesistius poutassou* de la côte ouest algérienne

BAALOUJ Affef^{*1}, KERFOUF Ahmed²

¹ Laboratory of Biology, Water and Environment (LBEE), Guelma University, Guelma 24000, Algeria. bafef@yahoo.fr

² Laboratory of Space Ecodevelopment, Djillali Liabes University, Sidi Bel Abbes, 22000, Algeria. Kerfoufahmed@yahoo.fr

Les parasites de poissons représentent des moyens très fiables pour la collecte d'informations écologiques ; le fait qu'ils aient des cycles biologiques faisant parfois intervenir plusieurs hôtes renseigne d'une manière précise sur la biodiversité



et, par conséquent, sur la structure globale des écosystèmes. C'est dans cette optique que, dans le travail que nous présentons ici, nous nous sommes intéressés à dresser un inventaire des parasites du merlan bleu *Micromesistius poutassou* (poisson gadidé) de la côte ouest algérienne, dont la valeur économique est croissante grâce à son coût accessible à toutes les bourses. Il s'agit d'une espèce dite d'eaux profondes qui a l'avantage de nous renseigner sur les écosystèmes de haute mer qui demeurent encore très peu connus. 108 poissons ont été disséqués, les parasites, prélevés et conservés dans de l'éthanol à 70°, appartiennent à quatre différents groupes zoologiques : des nématodes, *Hysterothylacium aduncum*, *Anisakis simplex*, *Cucullanus cirratus*, *Ascarophis morhuae* et *Capillaria gracilis* ; des acanthocéphales appartenant au genre *Echinorhynchus* ; des digènes, *Derogenes varicus*, *Stephanostomum pristis*, *Stephanostomum lophii* et *Prosorhynchus crucibulum* et enfin des cestodes au stade larvaire, ce qui ne nous permet qu'une attribution à l'ordre des Tetracystidae. Par ailleurs, nous avons tenté d'établir des liaisons entre les structures des populations parasitaires et les facteurs biotiques (statut phylogénique du poisson hôte, taille, microhabitat) ainsi que les facteurs abiotiques (sites et période de pêche).

Mots-clés : Parasites, poissons, gadidés, écosystème, haute-mer, côte ouest

SESSION POSTERS N° 3 (SESSIONS 8, 9)

Jeudi 17 mars 2022 – 10:15

Évaluation de la contamination métallique du rouget barbet de vase : *Mullus barbatus barbatus* (Linné, 1758) pêché dans la baie de Béni Saf (Ouest algérien)

BAALOUJ Affef^{*1}, KERFOUF Ahmed², DENIS Françoise³

¹ Laboratory of Biology, Water and Environment (LBEE), Guelma University, Guelma 24000, Algeria. bafef@yahoo.fr

² Laboratory of Space Ecocodevelopment, Djillali Liabes University, Sidi Bel Abbès, 22000, Algeria. Kerfoufahmed@yahoo.fr

³ Marine Biology Station (MNHN), UMR 7208 'BOREA', 29182 Concarneau, France. francoise.denis@univ-lemans.fr, francoise.denis@mnhn.fr

L'Homme, dernier maillon de la chaîne trophodynamique et consommateur final des produits marins, peut, à travers la nourriture et à n'importe quel moment, en être la victime. L'utilisation des organismes marins pour l'évaluation et la détermination du niveau de contamination a fait l'objet de notre étude. Le rouget barbet de vase, *Mullus barbatus barbatus* (Linné, 1758), est une espèce démersale, cible de la pêche chalutière et d'un intérêt commercial important. Sur un total de 1 600 spécimens, 1 188 femelles et 512 mâles ont été capturés au cours de l'année 2019, de taille comprise entre 80 et 285 mm. L'utilisation de cette espèce comme bioindicateur dans l'évaluation de la contamination par les quatre métaux lourds (Cu, Cd, Pb et Zn) a permis de mettre en évidence la présence de ces micropolluants au niveau des trois organes cibles (foie, filet et gonade). Nos recherches portent ainsi sur des rougets pêchés dans la baie de Béni Saf. La bioaccumulation des métaux lourds présente une variation mensuelle et saisonnière nette. Des corrélations positives entre l'âge du rouget de vase et la teneur en métal dans les organes ont été observées. L'étude par l'ACP (analyse en composantes principales) a permis de classer les informations des corrélations pour l'ensemble des variables. Les teneurs enregistrées sont dans l'ensemble faibles par rapport aux limites normatives exigées par la DMA dans la chair du poisson. En ce qui concerne le zinc et le cuivre, ils présentent des seuils plus élevés que celle des deux autres métaux. Leur concentration est respectivement de 18,10 mg/kg et de 7,49 mg/kg. Nous avons noté une faible concentration en plomb de 1,12 mg/kg et, pour ce qui est du cadmium, aucune concentration n'a été détectée. Ces résultats nous permettent d'établir l'existence d'une relation étroite entre la pollution marine et les nombreux rejets industriels et urbains au niveau du littoral occidental algérien.

Mots-clés : Rouget barbet de vase, pollution marine, métaux lourds, Béni Saf, côte ouest algérienne



Challenges et choix pour les bases de données ichthyologiques : comment servir tout le monde ?

BAILLY Nicolas¹

¹ Beaty Biodiversity Museum, University of British Columbia, 2212 Main Mall, Vancouver, BC Canada V6T 1Z4.
n.bailly@q-quadrics.org

Les bases de données sur la biodiversité font maintenant partie du paysage de la recherche. L'ichthyologie en a bénéficié en avance sur les autres domaines grâce à deux projets majeurs : Eschmeyer's Catalog of Fishes (ECoF) et FishBase (FB). Durant ces 30 dernières années, elles ont évolué indépendamment, bien que la collaboration ait toujours été forte. Mais chaque projet fait face à des challenges importants pour continuer ses activités à long terme. Le développement de nouvelles bases et d'agrégateurs comme Catalogue of Life, WoRMS, IUCN, OBIS,... a entraîné le domaine dans une apparente duplication d'efforts, si ce n'est que ces bases partagent activement les données mais d'une manière pas aussi efficace que souhaitée et perçue. Car la mise en place de cette collaboration ne se fait pas sans difficulté. Pour l'améliorer, ECoF et FB ont décidé de mieux s'intégrer dans le futur pour proposer une liste unique d'espèces valides, en réfléchissant aussi sur leur mode de gestion. C'est l'occasion de faire une synthèse des réussites et des difficultés rencontrées. Le développement des technologies devrait permettre bien des améliorations, mais il est temps de se poser quelques questions fondamentales : doit-on servir tout le monde, du chercheur spécialisé au grand public ? Comment peut-on le faire ? Comment gérer des données complexes et changeantes dans le temps ? Qui doit maintenir les données à long terme ? Les trente dernières années ont montré que le problème majeur est du ressort de la sociologie des sciences, bien au-delà des aspects techniques. C'est l'opportunité de faire quelques propositions pour assurer le futur de ces bases de données.

Mots-clés : Poissons, gestion des bases de données, échanges et interopérabilité des données, coopération internationale

Contamination en éléments traces métalliques et métalloïdes des organes de la sardine dans le nord-ouest de la Méditerranée (baie de Marseille)

BĂNARU Daniela¹, CHEN Chia-Ting¹, BUSTAMANTE Paco², CHURLAUD Carine²,
HARMELIN-VIVIEN Mireille*¹

¹ Aix-Marseille Université, Université de Toulon, CNRS, IRD, MIO UM110, Mediterranean Institute of Oceanography, Marseille, France. mireille.harmelin@mio.osupytheas.fr

² Littoral Environnement et Sociétés (LIENSs), La Rochelle University UMR 7266, France

La sardine *Sardina pilchardus* est une espèce commerciale très consommée sur les côtes nord-ouest Méditerranéennes dont les captures ont beaucoup diminué récemment en lien avec la diminution de la biomasse, la taille et la condition corporelle des individus. La contamination en éléments traces métalliques et métalloïdes (ETMs) d'origine anthropique pourrait impacter ses populations, même si les seuils réglementaires ne sont pas dépassés. Généralement, les analyses d'ETMs sont faites seulement dans le muscle car consommés ou certains organes (foie et gonades) qui les concentrent plus particulièrement (Chouvelon *et al.*, 2019). Cependant, ces téléostéens sont consommés en entier par leurs prédateurs et transfèrent ainsi ces contaminants vers les maillons trophiques supérieurs, comme les thons et les merlus qui, eux, dépassent parfois les seuils réglementaires. L'objectif de ce papier a été d'analyser le contenu en ETMs (Al, As, Ag, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Se, V, Zn, ainsi que Hg total) dans les sardines entières, mais aussi dans leur cerveau, branchies, cœur, foie, tube digestif, gonades, muscles, peau et restes, ainsi que dans leur contenu stomacal. La pondération des concentrations par la masse de chacun des organes et tissus a permis de mettre en évidence ceux qui stockent le plus certains éléments et ceux qui sont les voies potentielles d'entrée dans les poissons (ex : peau et branchies vs tube digestif). La bioaccumulation des ETMs avec la taille des individus a également été analysée. Ainsi, si la concentration moyenne des sardines entières en HgT est de 0.20 µg g⁻¹, les valeurs les plus élevées sont mesurées dans le tube digestif (HgT = 0.51 µg g⁻¹), en lien direct avec les concentrations élevées trouvées dans le contenu stomacal (HgT = 0.41 µg g⁻¹). En revanche, la peau et les branchies présentent de faibles concentrations en HgT (0.12 µg g⁻¹ et 0.13 µg g⁻¹, respectivement). Le même phénomène s'observe pour de nombreux ETMs (Ag, Al, Ba, Cd, Co, Cu, Fe, Pb et Sr). En revanche, le Zn présente des concentrations plus élevées dans la peau que dans les autres organes, tandis que celles de Mn, Sr et V



sont plus élevées dans les branchies. D'une façon générale, le muscle et les restes, qui représentent les plus fortes biomasses (50% et 31%, respectivement), contiennent plus d'ETMs que les autres organes. Pour la majorité des ETMs, des concentrations plus élevées ont été mesurées dans les individus de plus petite taille, ce qui semble indiquer une biodilution lors de la croissance. À l'inverse, le HgT se bioaccumule avec la taille des individus, avec des valeurs plus élevées dans les sardines de 11-13.5 cm ($0.22 \mu\text{g g}^{-1}$) que dans celles de 9-11 cm ($0.17 \mu\text{g g}^{-1}$). En quantifiant les concentrations en ETMs pour des individus entiers de sardine, ces nouveaux résultats permettront de mieux affiner le calcul des facteurs de bioamplification de ces contaminants dans les réseaux trophiques, où ces téléostéens font le lien entre communautés planctoniques et prédateurs supérieurs.

Cette étude a bénéficié du financement du projet EC2CO PARME et de l'ANR JCJC CONTAMPUMP (ANR-CE34-0001).

Références

Chouvelon *et al.*, 2019. Patterns of trace metal bioaccumulation and trophic transfer in a phytoplankton-zooplankton-small pelagic fish marine food web. *Mar. Poll. Bull.* 146: 1013-1030. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.07.047>

Mots-clés : ETMs, sardine, organes, tissus, bioaccumulation

SESSION POSTERS N° 1 (SESSIONS 1, 2, 3, 4, 5)

Mardi 15 mars 2022 – 15:00

Investigation of the enigmatic gobioid *Paralates chapelcorneri* based on new finds from the Eocene of southern England

BAUER Elena*¹, SIMPSON Martin², REICHENBACHER Bettina¹

¹ Department for Earth and Environmental Sciences, Palaeontology & Geobiology, Ludwig-Maximilians-University Munich, Germany. elena2020mgap@palmuc.org

² Chale, Isle of Wight, United Kingdom

Gobioids are ranked amongst the most speciose groups of all vertebrates. Phylogenetic relations among gobioid families are well established based on molecular data, whereas morphology-based phylogenies revealed clear limitations due to lack of morphological synapomorphies for some families. Placing a fossil gobioid species within a phylogenetic framework is especially difficult because phylogenetically informative morphological characters may not be preserved and molecular data cannot be obtained. A possible solution to place a fossil gobioid within the gobioid tree is a total-evidence approach, *i.e.* to conduct a phylogenetic analysis based on a combination of morphological and molecular data derived from modern gobioids and the fossil species. The topic of the present work is one of the oldest gobioid fossils, the very rare species †*Paralates chapelcorneri* Gierl & Reichenbacher, 2017 from the Eocene Chapelcorner Fish Bed of the Isle of Wight (southern England). Based on the previously collected material of this species (5 complete specimens, 7 fragments), it had initially been described as a member of the modern genus *Pomatoschistus* (family Oxudercidae) under the name '*Pomatoschistus cf. bleicheri* (Sauvage)' by Gaudant & Quayle in the year 1988. Only recently (in 2017), it was shown that this fossil species is not a member of *Pomatoschistus*. It has been re-assigned to the extinct genus †*Paralates* Sauvage, 1883, and a new species name (*chapelcorneri*) has been introduced for it. However, whether †*Paralates* is a member of a modern gobioid family was not possible to discern at that time. Meanwhile, a comprehensive new collection of †*Paralates chapelcorneri* species from its type locality (Chapelcorner Fish Bed, Isle of Wight) has been assembled by one of us (M.S.). The new material comprises a total of 24 fish specimens, eight of which were preserved as part and counterpart. In addition, sediment samples were available to search the otoliths of this species. Based on this unique new material, the objectives of the present study were (i) to expand our knowledge on the morphological characters of †*Paralates chapelcorneri* and (ii) to use the new data to clarify its phylogenetic position among the Gobioidae. Our project has only recently started, but some preliminary results can already be presented. Many of the new specimens show exceptional preservation of delicate details such as gill rakers, ceratobranchial bones, details of the suspensorium and neurocranium. In addition, many bones are visible in 3D-preservation. Based on this, the current description of †*P. chapelcorneri* could be expanded, in particular with respect to the osteology of the branchial bones, the hyoid arch, the palatine, the neurocranium, the pelvic girdle, and the first dorsal fin pterygiophore formula. Otoliths of †*P. chapelcorneri* were previously unknown, so it was especially valuable that two well preserved otoliths of †*P. chapelcorneri* could be recovered from the sediment sample. Taking all data together, we suggest that †*P. chapelcorneri* is most likely a member of the extant family Odontobutidae. As †*P. chapelcorneri* is one of the oldest gobioids, our interpretation is consistent with previous assump-



tions that *Odontobutidae* (+ *Rhyacichthyidae*) represent 'basal members' within the gobioid family tree. In the next steps of our project, we will test the family assignment of †*P. chapelcorneri* based on a total-evidence phylogenetic framework. Furthermore, we will investigate whether the two previously recorded species of †*Paralates*, i.e. †*P. bleicheri* Sauvage, 1883 and †*P. chapelcorneri* Gierl & Reichenbacher, 2017, represent the same genus.

Key words: Fish fossils, Gobioidae, *Odontobutidae*, Eocene, Chapelcorner Fish Bed, osteology

SESSION 6B – COMPORTEMENT

Jeudi 17 mars 2022 – 08:30

Nouvelles informations sur l'utilisation de l'habitat, les mouvements et le comportement des juvéniles de grande alose *Alosa alosa* (*Clupeidae*) en eau douce

BAUMANN Loïc¹, PHILIP Joris, LE BARH Romaric¹, POLESE Fabien¹, VEGA Joanna, PIERRE Maud¹, LE COARER Yann², BOUYSSONNIE William³, JATTEAU Philippe¹, BARDONNET Agnès⁴, ACOLAS Marie-Laure¹

¹ INRAE, UR EABX – Écosystèmes aquatiques et changements globaux, 50 avenue de Verdun, 33612 Cestas-Gazinet, France. loicbaumann1@gmail.com

² INRAE, UMR RECOVER – Risques, Écosystèmes, Vulnérabilité, Environnement, Résilience, Le Tholonet, 3275 Route de Cézanne, CS 40061, 13182 Aix-en-Provence CEDEX 5, France

³ Association MIGADO – Migrateurs Garonne Dordogne Charente Seudre, 18ter rue de la Garonne, 47520 Le Passage, France

⁴ INRAE, UMR ECOBIOP – Écologie comportementale et biologie des populations de poissons, 173 RD, 918 route de St Jean de Luz, 64310 Saint-Pée sur Nivelle, France

La grande alose *Alosa alosa* est une espèce de poisson anadrome dont les populations ont connu un déclin dramatique au cours des dernières décennies. Ce déclin serait une conséquence de diverses pressions agissant en synergie, notamment la surpêche et l'implantation de barrages (à l'origine de la dégradation et de la perte d'habitats de frai pour les géniteurs). D'autres pressions anthropiques, ou encore le changement climatique pourraient également menacer les populations de grande alose et les faire se déplacer vers le nord. Dans le bassin versant Gironde-Garonne-Dordogne (GGD) (sud-ouest de la France), un moratoire sur les activités de pêche a été adopté en 2008 ; cependant, aucun signe clair de rétablissement des populations locales n'a été détecté depuis. En comparaison avec d'autres poissons migrateurs, l'écologie d'*A. alosa* reste peu documentée, en particulier pour les jeunes stades. Ce manque d'informations est principalement dû à la grande fragilité de l'espèce. Il est également difficile d'identifier et d'échantillonner les stades larvaires et juvéniles dans le milieu naturel. Pourtant, ces stades de vie sont souvent considérés comme critiques en raison de leur taille et de leurs capacités de nage limitées. Il est donc important d'apporter de nouvelles informations sur l'utilisation de l'habitat et le comportement des jeunes aloses en eau douce pour mieux comprendre le fonctionnement des populations, et identifier des pratiques de gestion pertinentes. Dans cette étude, nous avons élevé avec succès deux lots de 10 000 individus de grande alose dans deux bassins de 100 m³ pendant leurs 3 premiers mois de vie. Les bassins (appelés rivières artificielles R1 et R2) étaient tous deux alimentés par de l'eau de rivière naturelle et enrichis d'habitats artificiels, de substrat et d'un courant circulaire. Nous avons d'abord décrit précisément les habitats disponibles pour les alosons en termes de hauteurs, de largeurs, de pentes et de courantométrie (entre autres paramètres). Ensuite, grâce à des observations visuelles et à un suivi vidéo, nous avons décrit la sélectivité d'habitat des jeunes aloses de 1 à 3 mois environ (sur la base d'individus ayant passé un temps significatif sans changer d'habitat) ; au cours de ces observations, nous avons également étudié les mouvements et le comportement social des alosons (sur la base d'individus mobiles). D'une part, les résultats mettent en évidence une préférence des juvéniles de grande alose pour les habitats offrant un courant hétérogène (i.e. direction et vitesse de courant variables). Les alosons semblaient également préférer les habitats les plus profonds parmi ceux disponibles dans notre système. Par ailleurs, les habitats au courant le plus rapide étaient de plus en plus exploités par les alosons au cours de leur développement. Cette sélectivité pour l'habitat semble être fortement liée à leur comportement alimentaire. D'autre part, les déplacements des jeunes aloses se faisaient principalement en suivant le courant, en nageant dans la partie supérieure de la colonne d'eau. Un pic d'activité a été détecté dans une rivière artificielle (R1), avec une augmentation du nombre et de la taille des bancs, mais ce n'était pas le cas dans R2. Nous avons posé l'hypothèse d'une influence de la disponibilité de la nourriture et de la densité des poissons sur les mouvements et le comportement social des aloses. Une analogie entre le pic d'activité mesuré en R1 et le comportement migratoire de la grande alose a été suggérée, bien que notre expérience ne permette pas de le confirmer avec certitude. Bien qu'il reste délicat de transposer cette expérimentation au milieu na-



turel, nous avons identifié des tendances claires de sélectivité pour l'habitat et de comportement pour les jeunes stades de grande alose. Au vu des résultats obtenus, la conservation de l'espèce pourrait être favorisée en adaptant la gestion des débits en rivière et en agissant en faveur de la diversité d'habitats disponibles près des sites de reproduction de l'espèce.

Mots-clés : *Alosa alosa*, juvénile, habitat, comportement, conservation

SESSION 7 – HALIEUTIQUE, AQUACULTURE

Vendredi 18 mars 2022 – 12:05

Composition, structure et organisation des peuplements ichthyologiques dans quatre habitats côtiers de l'Est de l'Algérie

BECHKER Ali^{*1}, CHAOUI Lamyia¹, KARA Mohamed Hichem¹

¹ Laboratoire Bioressources Marines, Université d'Annaba Badji Mokhtar, Annaba, Algérie. bechker23000@hotmail.com, chaouilamyia@hotmail.com, kara_hichem@yahoo.com

En raison de leur rôle de nurserie, les écosystèmes côtiers sont d'une importance primordiale pour la régénération des stocks de poissons. Ils fournissent à la fois alimentation et protection, et servent de voies de migration, en particulier pour les espèces euryhalines. Les assemblages ichthyologiques ont été étudiés dans quatre milieux de transition (lagune Mellah, estuaire de la Mafragh, oued Boukhmira) et un site marin côtier de l'Est de l'Algérie (plage du Caroube). L'influence des paramètres environnementaux (température, salinité, oxygène dissous, nature du substrat) sur la composition des peuplements et leurs profils de distribution a été recherchée. Entre janvier 2016 et avril 2017, des campagnes d'échantillonnage mensuelles ont été réalisées. La composition spécifique de chaque échantillon a été déterminée et des indices écologiques ont été calculés (richesse spécifique, indice de Shannon-Weaver, indice d'équitabilité de Pielou). Avant de comparer les différents habitats, une analyse intra-site a été réalisée en tenant compte des saisons. Un total de 4148 individus a été capturé à la plage du caroube, représentés par 42 espèces appartenant à 13 familles. Les indices de diversité et d'équitabilité atteignent leur maximum en hiver ($H' = 1,23$; $J = 0,33$) et diminuent en automne ($H' = 0,46$; $J = 0,1$). À Boukhmira, 1 452 individus représentés par 19 espèces appartenant à 11 familles ont été identifiés. Au printemps, les indices de diversité et d'équitabilité sont maximaux ($H' = 2,94$; $J = 0,82$), alors qu'ils sont au plus bas en automne ($H' = 0,06$; $J = 0,02$). Au Mafragh, 1 218 individus ont été capturés, représentés par 14 espèces appartenant à 10 familles. L'indice de diversité (H') est plus élevé en été (0,61) avec une richesse spécifique de 10, tandis qu'il est le plus faible en automne (0,21). Pour la lagune Mellah, l'échantillon de 6 422 individus est représenté par 14 espèces appartenant à 8 familles. La diversité est maximale en été ($H' = 1,20$; $J = 0,35$) et minimale au printemps (0,48). La structure des peuplements a été examinée au moyen d'analyses fondées sur une matrice de similarité. La représentation bidimensionnelle du peuplement a été visualisée par une analyse d'ordination multidimensionnelle (nMDS). La contribution de chaque espèce dans l'assemblage a été évaluée à l'aide de l'analyse SIMPER. Une analyse canonique des correspondances a été réalisée en utilisant le programme Rstudio, afin d'apprécier l'effet des paramètres abiotiques sur les assemblages en fonction des saisons et des sites.

Mots-clés : Assemblage ichthyologique, biodiversité, estuaires, lagunes, Méditerranée

SESSION POSTERS N° 1 (SESSIONS 1, 2, 3, 4, 5)

Mardi 15 mars 2022 – 15:00

Elasmobranch fishes from the Cenomanian (Late Cretaceous) of Patagonia, Argentina display an impressive palaeodiversity in high latitude deposits

BEGAT Arnaud^{*1}, KRIWET Jürgen¹, GELFO Javier N.², GOIN Francisco J.², GOUIRIC Cavalli Soledad², SCHULTZ Julia A.³, MARTIN Thomas³

¹ University of Vienna, Department of Palaeontology, Vienna, Austria. arnaud.begat221@yahoo.fr, juergen.kriwet@univie.ac.at

² Museo de La Plata, CONICET-División Paleontología Vertebrados, La Plata, Argentina. jgelfo@fcnym.unlp.edu.ar, fgoin@fcnym.unlp.edu.ar

³ Rheinische-Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Institute of Geosciences, Bonn, Germany. jaschultz@uni-bonn.de, tmartin@uni-bonn.de

The Cretaceous was an important period in the evolution of vertebrates, both on land and in the oceans. Reconfiguration of landscapes by the Pangaeon break-up and subsequent oceanic phase that opened new seaways enabled the establishment of new migration routes and also created wide, shallow epicontinental seas that are considered to boost diversity



patterns of marine organisms. Here, we present an impressive Cenomanian elasmobranch fauna from the Mata Amarilla Formation in the Austral Basin of Patagonia, Argentina (Santa Cruz province) collected during an Argentine-German field project funded by the National Geographic Society and German Research Foundation (DFG). The Mata Amarilla Formation is characterized by an alternating sequence of continental and marine strata that yielded different vertebrate assemblages. So far, at least ten different elasmobranch taxa including hitherto unknown species based on isolated teeth from shallow marine sediments have been identified. Additionally, isolated vertebral centra and dermal denticles of less taxonomic value were recovered. This unique assemblage is the most diversified elasmobranch association described from Cretaceous deposits of South America up to now. Moreover, it significantly improves our hitherto poor knowledge on elasmobranchs during the early Late Cretaceous in high latitudes. The strong taxonomic similarities between Patagonia, North America and Europe indicate a migration pattern between the two hemispheres that is enhanced by the opening of the Atlantic Ocean.

Key words: Cretaceous, Patagonia, elasmobranchs, Argentina, Austral Basin

CONFÉRENCE INVITÉE

Mercredi 16 mars 2022 – 08:30

Les poissons exotiques introduits dans les eaux douces européennes et leurs parasites

BEISEL Jean-Nicolas^{1,2}

¹ École Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg (ENGEES), 1 quai Koch, 67000 Strasbourg, France.
jn.beisel@engees.unistra.fr

² Université de Strasbourg, CNRS, LIVE UMR 7362, 67000 Strasbourg, France

L'introduction de poissons exotiques constitue une pratique courante et très ancienne dans la plupart des régions du monde. En Europe, ce sont au moins 76 espèces exotiques appartenant à 21 familles qui sont recensées. En France, plus de 40 espèces exotiques de poissons ont été introduites volontairement ou involontairement au cours des dernières décennies et au moins 26 sont aujourd'hui naturalisées. Ces valeurs n'incluent pas les introductions de poissons de leur aire d'indigénat à une région adjacente au sein du territoire métropolitain français (translocations). Comme dans de nombreux pays européens, l'histoire des introductions de poissons est passée d'une introduction volontaire au XIX^e siècle (aquaculture, pêche sportive et gestion des écosystèmes) à des introductions involontaires mais assistées (aquariophilie et navigation). Sur certains écosystèmes, l'abondance des espèces exotiques est aujourd'hui largement dominante devant celle des espèces natives. Différents aspects de l'impact des poissons introduits ont déjà été décrits mais peu d'études se sont attachées à leurs parasites, probablement du fait d'observations et d'hypothèses scientifiques qui rapportent que les espèces exotiques arrivent libérées d'une grande partie de leurs parasites. Pourtant le parasitisme est le mode de vie animal le plus courant et il existe peu d'individus en milieu naturel qui ne soient pas parasités au cours de leur vie. Une compilation des signalements de parasites exotiques montre que ceux associés aux poissons (au moins 105 espèces) constituent un problème croissant au cours des deux derniers siècles. Toutes les introductions réussies de parasites passent par le filtre de rencontre et le filtre de compatibilité, c'est-à-dire que les stades successifs d'invasion et la pathogénicité du parasite sont des facteurs clés. Au sein des parasites exotiques de poissons, les introductions par des espèces hôtes servant de "chevaux de Troie" sont les plus fréquentes mais ce phénomène n'implique qu'un petit nombre d'espèces piscicoles. Les transferts inter-continentaux sont plus fréquents que les transferts intra-continentaux, ce qui est relativement contre-intuitif mais s'explique par les modes d'introduction des poissons hôtes. Le phénomène de *spillover* (lorsqu'un hôte introduit transmet ses parasites à des hôtes natifs sensibles) reste rare malgré son importance et son fort impact lorsqu'il est observé. Les statistiques sont cependant largement sous-estimées car la présence de parasites n'est que rarement recherchée. Sans modifications comportementales ou impacts visibles sur les poissons, les invasions de parasites exotiques demeurent cryptiques, d'autant que pour les parasites les plus virulents les individus morts sont rapidement consommés par des prédateurs ou des nécrophages.

Mots-clés : Espèces exotiques, invasions, parasites, spillover



Le problème “rejet” du chalutage benthique et ses facteurs de variations dans la pêche de Mostaganem, Algérie

BELAID Sid Ali*¹, GHOMARI Sidi Mohamed¹, ALIOUA Zakia²

¹ PVRMLSM, Laboratoire de Protection, de Valorisation des Ressources Marines et Littorales & Systématique Moléculaire / Département des Sciences de la Mer et de l'Aquaculture, Faculté des Science de la Nature et de la Vie, Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, Algérie. Belaid.sa@yahoo.com

² Laboratoire Halieutique, Faculté des Sciences Biologiques, Université des Sciences et Technologies Houari Boumediene (USTHB), BP 32, El-Alia Bab-Ezzouar 16111, Alger, Algérie. zakia.alioua@gmail.com

La pêche est une activité vivrière en Méditerranée, particulièrement pour l'Algérie qui représente le second producteur et le second pays offrant le plus d'emplois dans ce secteur (FAO, 2020). Située à l'Ouest du pays, la région de Mostaganem représente près de 10% de la façade maritime nationale et plus de 20% de la flottille de pêche nationale. Dernièrement, les développements dans le secteur de la pêche ont été considérables, principalement grâce à l'adoption de l'approche écosystémique des pêches (AEP) qui adapte une vision élargie de la gestion des pêches. Cependant, cette approche est plus complexe, surtout pour le bassin méditerranéen qui connaît une multitude de contraintes environnementales, sociales et de gouvernance, et dont l'état des pêcheries et des écosystèmes est préoccupant. Cet échec de gestion au niveau méditerranéen a des conséquences négatives, par exemple sur le plan économique. Néanmoins, plusieurs efforts ont été fournis ces dernières décennies, notamment à travers la gestion du cas des rejets de la pêche qui est désormais un point clé de l'AEP. Cette pratique, qui semblait anodine, est devenue problématique en raison de son impact sur la pêche mais aussi des quantités importantes gaspillées souvent négligées dans les évaluations des stocks. Dans le but d'identifier le problème des rejets ainsi que leurs facteurs de variations pour la pêche chalutière dans la pêche de Mostaganem, 71 traits de chalut ont été observés à bord de navires de pêche professionnels sur les différentes saisons de l'année. Les observations à bords des navires consistaient à identifier et à peser les rejets et les débarquements ainsi que de mesurer les espèces rejetées. Les principaux résultats montrent que sur les 86 espèces capturées, 74 espèces ont été rejetées. Les poids des captures incluant les rejets ont été estimés en moyenne à 135,7 kg par trait de chalut. Les rejets représentent près de 18,9% de la capture total, alors qu'exclusivement les rejets de poissons sont plus important avec un taux de 27,76%. Les principales espèces rejetées diffèrent selon les zones, Ouest et Est, de la pêche. Cependant, quelques espèces dominent les rejets dans les deux zones tel que : *Trachurus mediterraneus*, *Pagellus acarne* et *Squilla mantis*. Les rejets des deux zones de pêche ont été comparés à l'aide d'une analyse de similarité ANOSIM qui a démontré une importante dissimilarité entre leurs compositions. Une analyse de similarité de SIMPER suivi d'une Non-Metric multidimensional Scaling (nMDS) a permis de visualiser la différence entre les deux zones ainsi que d'identifier les espèces qui contribuent le plus à cette dissimilarité. Plusieurs tests de corrélations (Pearson, Spearman et Kendall) entre différentes variables comme les saisons, le taux de rejet et les poids des captures, des débarquements et des rejets ont été réalisé et nous ont permis d'identifier les différents facteurs de variations des poids et du taux de rejet. D'autres facteurs indirects ont été identifiées tels que les causes qui amènent les rejets qui sont d'ordre technique, économique et réglementaire et qui seront important pour la compréhension et la gestion du problème “rejet”. L'analyse démographique des espèces rejetées confirme la très faible sélectivité de l'engin de pêche où il en résulte que sur un nombre de 3 781 individus rejetés mesurés, 93,65% des tailles des individus sont en dessous des tailles de première maturité sexuelle, alors que 90% des individus ont une taille inférieure ou égale à 12 cm. D'autre part, les observations à bord ont mis en évidence l'existence d'un marché noir non contrôlé qui a laissé place à la pratique d'une pêche illégale, non réglementée et non déclarée, et a potentiellement augmenté le taux de surexploitation des stocks de poissons, et en particulier des stocks de céphalopodes dans la pêche de Mostaganem tout en provoquant une réduction des poids de rejets de ces espèces.

Mots-clés : Pêche responsable, rejets, prises indésirables, chalutage, pêche INN



Ecomorphologie de quelques Gobiidae des côtes tunisiennes

BELHASSEN Dalya^{*1}, SHILI Amani¹, AZIZI Maram¹, SOUISSI Ahmed¹, BAHRI-SFAR Lilia¹

¹ Université de Tunis El Manar, Faculté des Sciences de Tunis, Laboratoire de Biodiversité, Parasitologie et Écologie des Écosystèmes Aquatiques, 2092 Tunis, Tunisie. dalya.belhassen@gmail.com, shili.amani@gmail.com, azizi.maram.97@gmail.com, ahmed.souissi@gmail.com, lilia.barhri@fst.utm.tn

En Méditerranée, les gobies représentent une large famille des poissons Téléostéens, Perciformes comprenant plus de 50 espèces dont la plupart sont marines et euryhalines. Les espèces de la famille des Gobiidés sont de plus en plus étudiées en tant que modèles d'étude de l'adaptation aux différents environnements aquatiques en raison de leur position trophique et leur sensibilité aux variations du milieu. En effet, l'hétérogénéité environnementale peut avoir un impact significatif sur les traits morphologiques distincts au sein et entre les espèces suite à différentes pressions sélectives. Cette étude s'intéresse à la variation morphologique de quatre espèces de gobies appartenant à deux genres : *Gobius niger* (Linnaeus, 1758), *G. paganellus* (Linnaeus, 1758), *G. cobitis* (Pallas, 1814) and *Zosterisessor ophiocephalus* (Pallas, 1814) des côtes tunisiennes. Nous avons analysé la variation de la forme du corps et la forme du contour de l'otolithe sagitta entre ces espèces et au sein de l'espèce *Gobius niger* afin de tester l'influence de l'hétérogénéité environnementale (nature et composition du substrat, complexité et composition de l'habitat, profondeur, variation spatiale). Nos analyses se sont appuyées sur trois outils morphométriques : 1) approche de Truss, 2) approche de superposition Procuste généralisée, et 3) analyse Elliptique de Fourier, en vue de tester l'utilité et l'efficacité de ces approches sur la discrimination des espèces et des échantillons d'une même espèce. Les résultats obtenus avec les différentes approches morphométriques utilisées sont concordants et complémentaires ; ils ont permis une ségrégation nette des genres et des espèces. Les analyses relatives aux mesures de Truss et à la superposition Procuste généralisée, ont permis non seulement la ségrégation de l'espèce *Z. ophiocephalus* mais aussi la discrimination des espèces du genre *Gobius*. Cette ségrégation serait en relation avec la capacité d'adaptation de chaque espèce à son mode de vie, à son habitat préférentiel, et à la nature du régime alimentaire. L'analyse de la variation de la forme du contour de l'otolithe sagitta moyennant l'analyse elliptique de Fourier a révélé non seulement des différences entre les populations d'une même espèce mais aussi a fourni des informations supplémentaires relatives aux relations phylogénétiques entre ces quatre espèces de la famille des Gobiidés. Ces résultats mettent l'accent sur l'importance de la composante génétique au niveau de la variation de la forme du contour des otolithes mais aussi la forte influence de l'hétérogénéité des conditions environnementales des milieux ciblés.

Mots-clés : Gobiidae, forme du corps, contour des otolithes, écomorphologie, côtes tunisiennes

Génomique appliquée à la gestion des pêches

BERNATCHEZ Louis¹

¹ IBIS (Institut de Biologie Intégrative et des Systèmes), Université Laval, Québec, Canada

Dans cette présentation, j'utiliserai trois cas d'études tirés de travaux récents réalisés dans notre groupe de recherche afin d'illustrer l'utilité potentielle de différentes approches génomiques pour approfondir nos connaissances sur la biologie des populations et des communautés et ainsi contribuer à l'amélioration de la gestion et la conservation des espèces aquatiques exploitées. Le premier exemple sur le homard américain illustrera comment l'approche dite de génomique de populations nous a permis de documenter la structure de populations localement adaptées qui ne concorde pas toujours avec les unités de gestion présentement en usage chez cette espèce. Le second exemple chez le capelan illustrera l'efficacité d'une approche combinant l'analyse de la variation génomique et épigénomique pour élucider l'origine de la variation des traits d'histoire de vie chez cette espèce. Enfin, vu l'engouement sans cesse croissant pour l'analyse de l'ADN environnemental, je présenterai deux ou trois exemples illustrant le potentiel de cette nouvelle approche dans des contextes de gestion et conservation de la biodiversité aquatique.

Mots-clés : Génomique, conservation, gestion des pêches, ADN environnemental



Développement et test d'un indice génétique standardisé pour mesurer l'impact de la fragmentation en milieux aquatiques

BLANCHET Simon^{*1,2}, LOOT Géraldine², VEYSSIERE Charlotte², POULET Nicolas³, PRUNIER Jérôme G.^{*1}

¹ Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), Université Paul Sabatier (UPS), UPR 2001, Station d'Écologie Théorique et Expérimentale, Moulis, France. simon.blanchet@sete.cnrs.fr

² CNRS, UPS, UMR 5174 EDB (Laboratoire Évolution & Diversité Biologique), École Nationale de Formation Agronomique (ENFA), Toulouse CEDEX 4, France

³ DRAS, Pôle R&D écohydraulique OFBIMFT-PPRIME, Office Français de la Biodiversité, Toulouse, France

La fragmentation des cours d'eau par des barrières artificielles (barrages, déversoirs, etc.) est une menace importante pour la biodiversité. Atténuer les impacts négatifs de la fragmentation est donc essentiel mais implique que les gestionnaires de l'environnement bénéficient d'outils permettant à la fois la hiérarchisation (planification) et le suivi (évaluation) des actions de restauration. Nous avons développé un indice génétique standardisé de fragmentation, permettant une évaluation absolue et indépendante des effets individuels des barrières sur la connectivité. Le FINDEX est le rapport standardisé entre la distance génétique observée entre des paires de populations situées de part et d'autre d'un obstacle et la distance génétique attendue si cet obstacle empêchait complètement le flux de gènes. La distance génétique attendue est calculée à partir de simulations prenant en compte le nombre de générations depuis la création de la barrière et l'hétérozygotie attendue des populations, un proxy de la taille effective de la population. Le FINDEX permet de quantifier les effets de la fragmentation seulement à partir de quelques générations après la création de la barrière et fournit des comparaisons valables entre des obstacles d'âges différents et des populations (ou espèces) de tailles effectives différentes. À l'aide d'ensembles de données empiriques recueillies avant et après la restauration, nous illustrons l'utilité du FINDEX pour le classement des barrières dans les cours d'eau et pour l'évaluation du succès des actions de restauration. Nous montrons que le FINDEX est un outil efficace pour planifier et évaluer les programmes de restauration, et que les actions de restauration (démantèlement, création de passes à poissons) conduisent à une récupération rapide de la connectivité génétique des populations de poissons. Le FINDEX est un outil opérationnel et puissant pour soutenir les actions de gestion locale visant à soutenir la conservation des espèces d'eau douce affectées par la fragmentation des rivières.

Mots-clés : Fragmentation, génétique des populations, connectivité, trame bleue, restauration

Identification moléculaire et effets pathogènes des larves d'*Anisakis* (Nematoda: Anisakidae) chez les poissons commerciaux *Epinephelus aeneus* et *Epinephelus marginatus* (Serranidae) récoltés au nord de la Tunisie

BOUDERBALA Khouloud¹, RANGEL Luis F.², SANTOS Maria J.², BAHRI Sihem^{*1}

¹ Laboratoire de Biodiversité, Parasitologie et Écologie des Écosystèmes aquatiques, Faculté des Sciences de Tunis, Université de Tunis El Manar, 2092 Manar II, Tunis, Tunisie. bouderbala.khouloud@gmail.com, sihem.bahri@fst.utm.tn

² Laboratoire de Pathologie des Animaux, Faculté des Sciences (FCUP), Université de Porto, Portugal. luisfilliperangel@sapo.pt, mjsantos@fc.up.pt

L'anisakidose est une parasitose digestive causée par la consommation de poissons crus ou pas assez cuits ou de crustacés parasités par des larves de nématodes de la famille des Anisakidae. L'objectif de cette étude est de caractériser morphologiquement et génétiquement les larves d'*Anisakis* récoltées chez *Epinephelus aeneus* et *E. marginatus* et d'étudier leurs effets pathogènes. Les larves L3 d'*Anisakis simplex* sensu stricto et d'*A. pegreffii* ont été identifiées par le séquençage d'un fragment du gène *cox2* de l'ADN mitochondrial. Les larves ont été trouvées incrustées dans la paroi de l'estomac ou encapsulées à la surface de l'estomac et de l'intestin d'*Epinephelus aeneus* et *E. marginatus*. La comparaison entre un estomac non infesté d'*E. aeneus* et un estomac infesté avec des larves d'*Anisakis* spp. a montré des lésions externes au site d'infection comme des plages hémorragiques et des perforations de la paroi stomacale. Les observations des coupes histologiques ont révélé la présence de larves L3 d'*Anisakis* enkystées dans la sous-muqueuse et dans la couche musculaire de l'estomac des poissons infestés. Les larves d'*Anisakis* sont encapsulées dans une couche de tissu conjonctif d'épaisseur variable. Une migration larvaire à travers la sous-muqueuse a été détectée sur les coupes. La migration des



larves d'*Anisakis* dans le tissu hôte est associée à la sécrétion par les larves d'enzymes protéolytiques qui dégradent le tissu de l'hôte afin de faciliter leur mouvement (Hrabar *et al.* 2019). Les coupes histologiques de l'estomac ont révélé des altérations des tissus infestés causées par les larves d'*Anisakis* telles que la fibrose et la nécrose du tissu entourant les larves. Cependant, une réponse inflammatoire intense a été détectée associée à une infiltration massive de cellules inflammatoires mononucléées entourant les larves. Cette réaction inflammatoire présente la réponse des hôtes vertébrés à une inflammation chronique due à la présence de corps étrangers (parasites) (Murphy *et al.* 2010). Chez les poissons Epinephelinae, les mêmes effets pathologiques ont été rapportés, causés par des larves d'*Anisakis* encapsulées dans la musculature d'*Epinephelus chlorostigma*. En Tunisie, *Epinephelus aeneus* et *E. marginatus* ne sont pas consommés crus. Cependant, dans la présente étude, la prévalence d'infection par *Anisakis* spp. chez ces poissons est élevée (64,4%) et afin de réduire le risque de contamination avec les larves d'*Anisakis*, il est recommandé de cuire le poisson à une température supérieure à 70°C selon les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé.

Références

- Hrabar J., Trumbić Ž., Bočina I., Bušelić I., Vrbatović A., Mladineo I., 2019. Interplay between proinflammatory cytokines, miRNA, and tissue lesions in *Anisakis*-infected Sprague-Dawley rats. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 13(5): e0007397. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007397>
- Murphy T.M., Berzano M., O'Keeffe S.M., Cotter D.M., McEvoy S.E., Thomas K.A., Maoiléidigh N.P.O., Whelan K.F., 2010. *Anisakis* larvae in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) grilse and post-smolts: molecular identification and histopathology. *J. Parasitol.* 96(1): 77-83. <https://doi.org/10.1645/GE-2194.1>

Mots-clés : *Anisakis*, *Epinephelus aeneus*, *Epinephelus marginatus*, histopathologie, gène *cox2*, Tunisie

SESSION POSTERS N° 1 (SESSIONS 1, 2, 3, 4, 5)

Mardi 15 mars 2022 – 15:00

Étude de la croissance d'une nouvelle espèce exotique (grémille, *Gymnocephalus cernua*) dans un barrage algérien (barrage de Koudiet El Mdouar W. Batna)

BOUKHERS Meriem¹, ATTOU Fouzia¹, ARAB Yasmine*¹, KARA Mohamed Hichem², ARAB Abdeslem¹

¹ Laboratory of Dynamics and Biodiversity, USTHB (University of Sciences and Technology Houari Boumediene), Algiers, Algeria

² Marine Bioresources Laboratory, Annaba University Badji Mokhtar, Annaba, Algeria

La grémille *Gymnocephalus Cernuus* est un percidé natif d'Europe central, et son introduction dans le barrage de Koudiet El Mdouar, au niveau de la wilaya de Batna, inquiète, étant donné que c'est une espèce envahissante. Nous avons récolté 285 individus, (205 femelles et 80 mâles). Les tailles minimale et maximale (longueur totale) sont entre 8,6 cm et 16 cm. Les valeurs en poids enregistrées varient de 8 g à 56 g. Le coefficient des pentes des équations de la relation taille-poids est inférieur à la valeur théorique de 3 chez les deux sexes (2,749 pour les femelles et 2,285 pour les mâles). L'équation de croissance de Von Bertalanffy est : $L_{inf} = 18$, $K = 0,6$, $t_0 = -0,63$, l'indice de performance de croissance est de $\emptyset = 2,289$ chez les sexes confondus. Les femelles peuvent atteindre une longueur maximale théorique (L_{∞}) de 18 cm, bien supérieure à celle des mâles qui est de 13,25 cm. Le coefficient de croissance des femelle ($k = 0,54$) est supérieur à celui des mâles ($k = 0,29$). L'indice de performance de croissance indique que les femelles ont une meilleure croissance que les mâles (2,262 et 1,707, respectivement). Les mâles présentent une croissance limitée avec une réponse moins importante aux conditions du milieu, contrairement aux femelles qui ont une croissance très rapide et montrent une bonne adaptation aux conditions du milieu.

Mots-clés : *Gymnocephalus cernuus*, espèce envahissante, barrages, paramètres de croissance, Algérie



Distribution géographique et abondance de quatre indicateurs de contamination environnementale par la résistance aux antibiotiques en Manche et mer du Nord

BOURDONNAIS Erwan^{*1,2}, COLCANAP Darina¹, LE BRIS Cédric², BRAUGE Thomas¹, MIDELET Graziella¹

¹ ANSES, Laboratoire de Sécurité des Aliments, Bactériologie et Parasitologie des Produits de la Pêche et de l'Aquaculture, Boulogne-sur-Mer, France. erwan.bourdonnais@anses.fr, darina.colcanap@hotmail.fr, thomas.brauge@anses.fr, graziella.midelet@anses.fr

² Univ. Du Littoral Côte d'Opale, UMR 1158 BioEcoAgro, Institut Charles Viollette, Unité sous contrat ANSES, INRAe, Univ. Artois, Univ. Lille, Univ. de Picardie Jules Verne, Univ. de Liège, Junia, Boulogne-sur-Mer, France. cedric.le-bris@univ-littoral.fr

Les bactéries résistantes aux antibiotiques et les gènes associés à ces résistances constituent des contaminants biologiques de l'environnement. Quelques études ont été réalisées sur la présence de ces gènes de résistance dans l'environnement marin qui ont mis en évidence les gènes *bla_{TEM}* (résistance aux β -lactamines), *sul1*, *sul2* (résistance aux sulfonamides), *tetA* et *tetB* (résistance à la tétracycline) au niveau des eaux côtières du Portugal (Alves *et al.* 2014) et dans des poissons sauvages de l'Océan Atlantique (Sellera *et al.* 2018). Associés à ces gènes de résistance, il y a les éléments génétiques mobiles comme les intégrons qui sont impliqués dans le transfert horizontal des gènes de résistance. Par exemple, le gène *intI1* codant pour l'intégrase de l'intégron de classe 1 a été détecté dans les eaux côtières en Chine (Lu *et al.* 2019). Récemment, des indicateurs de contamination environnementale par les gènes de résistance aux antibiotiques ont été proposés comme *sul1*, *intI1* et *bla_{TEM}* dans le rapport "Antibiorésistance et environnement" de l'Anses (2020). De plus, le gène *tetA* est intéressant à suivre car très présent dans le milieu terrestre et codant pour la résistance à la tétracycline, antibiotique d'intérêt critique selon l'OMS. Actuellement, aucune donnée n'est disponible sur l'abondance et la distribution géographique des trois indicateurs de contamination environnementale cités dans le rapport Anses (*sul1*, *intI1* et *bla_{TEM}*) et du gène *tetA* en Manche et mer du Nord. Cette étude a eu pour but de palier à ce manque d'informations. Pour cela, 36 échantillons de 600 mL d'eau de mer ont été prélevés en Manche et mer du Nord lors de la campagne IBTS 2020 de l'Ifremer. La campagne IBTS est divisée en carrés statistiques, que nous avons regroupé en 6 zones géographiques distinctes. Les échantillons d'eau ont été filtrés, puis l'ADN total a été extrait à partir des filtres avec le kit PowerBiofilm (Qiagen). Les gènes *tetA*, *bla_{TEM}*, *sul1* et *intI1* ont ensuite été quantifiés par PCR quantitative (qPCR). Ces résultats de qPCR ont été normalisés avec la quantification du gène bactérien *tuf* afin d'obtenir l'abondance relative (nombre de copies de l'indicateur génétique par mL d'eau/ nombre de copies du gène *tuf* par mL d'eau) (Pei *et al.* 2006). Aucune amplification du gène *bla_{TEM}* n'a été quantifiée quel que soit l'échantillon et la zone géographique. Par ailleurs, nous avons quantifié le gène *tetA* dans un échantillon d'eau de mer sur les 36 analysés. Nous avons calculé une abondance relative de 0,51 pour cet indicateur. Les deux autres indicateurs *sul1* et *intI1* recherchés ont été les plus détectés dans respectivement 15/36 et 11/36 échantillons. L'abondance relative de ces indicateurs variait entre 0,34 et 0,81 selon la zone géographique définie. De plus, les 3 indicateurs *tetA*, *sul1* et *intI1* ont été détectés dans un même échantillon d'eau de mer, localisé au niveau des côtes hollandaises près d'un parc éolien offshore. Ces travaux ont permis d'obtenir des premières données dans le milieu marin sur la présence de trois des quatre indicateurs de contamination environnementale recherchés dans une partie des échantillons d'eau de mer analysés, principalement au niveau des littoraux européens. Ces résultats préliminaires vont être complétés par l'étude de ces mêmes indicateurs de contamination environnementale au sein d'un réseau trophique benthique.

Références

- Alves M.S., Pereira A., Araújo S.M., Castro B.B., Correia A.C., Henriques I., 2014. Seawater is a reservoir of multi-resistant *Escherichia coli*, including strains hosting plasmid-mediated quinolones resistance and extended-spectrum beta-lactamases genes. *Front. Microbiol.* 5: 426
- Lu J., Zhang Y., Wu J., Wang J., Zhang C., Lin Y., 2019. Occurrence and spatial distribution of antibiotic resistance genes in the Bohai Sea and Yellow Sea areas, China. *Environ. Pollut.* 252: 450-460
- Pei R., Kim S.C., Carlson K.H., Pruden A., 2006. Effect of River Landscape on the sediment concentrations of antibiotics and corresponding antibiotic resistance genes (ARG). *Water Res.* 40(12): 2427-2435
- Sellera F.P., Fernandes M.R., Moura Q., Carvalho M.P.N., Lincopan N., 2018. Extended-spectrum- β -lactamase (CTX-M)-producing *Escherichia coli* in wild fishes from a polluted area in the Atlantic Coast of South America. *Mar. Pollut. Bull.* 135: 183-186

Mots-clés : Milieu marin, résistance antibiotiques, indicateur de contamination, qPCR, abondance



Discrimination des stocks de rougets en Méditerranée occidentale par l'analyse de forme des otolithes

BOUREHAIL Nadjette*¹, KARA Mohamed Hichem¹

¹ Laboratoire Bioressources Marines, Université d'Annaba Badji Mokhtar, Annaba, Algérie. nadjetteb@yahoo.fr, kara_hichem@yahoo.com

L'identification des stocks est une base indispensable à l'évaluation fiable des ressources halieutiques. Le rouget est une composante importante des ressources démersales méditerranéennes. C'est l'une des principales espèces cibles des pêcheries démersales et ses stocks sont considérés comme fortement exploités. Le but de cette étude est de vérifier la relation entre la fluctuation de l'abondance et de la distribution des stocks et les facteurs environnementaux en utilisant l'analyse de la forme des otolithes. La morphologie des otolithes de deux espèces de rougets (*Mullus barbatus* et *M. surmuletus*) issues de cinq localités méditerranéennes (Marseille, Tunis, Annaba, Alger, Oran) est considérée. Les individus sont obtenus à partir de chaluts commerciaux. Pour chaque poisson, la longueur totale a été mesurée au mm près et les sagittae sont extraits pour analyse. Une analyse discriminante canonique est utilisée dans le but d'étudier l'intégrité de groupes prédéfinis. La forme des otolithes a été décrite par 19 harmoniques et cinq indices de forme. L'analyse a dévoilé que les stocks ont été discriminés avec succès par la forme des otolithes et donne plus de 70% de taux de classification. Le pourcentage d'individus bien classés dans des groupes prédéfinis varie entre 63,1 à 80,5% pour *M. barbatus* et entre 70,5 à 89,6% pour *M. surmuletus* selon les sites. Ces modèles spatiaux sont très probablement liés à des différences de conditions environnementales entre sites. En conclusion, dans cette étude, les données indiquent un taux de discrimination élevé. Cela suggère que la variabilité dans l'analyse de la forme des otolithes a un potentiel pour l'identification des stocks de rougets de la mer Méditerranée occidentale.

Mots-clés : *Mullus barbatus*, *Mullus surmuletus*, otolithe, discrimination, Méditerranée

Développement de méthodes de suivi de la population de la grande alose (*Alosa alosa*) réintroduite dans le Rhin (Allemagne)

BOUSSINET Elodie*¹, STOLL Stefan¹

¹ Université des sciences appliqués de Trèves – Campus environnemental Birkenfeld, 55761 Birkenfeld, Allemagne. e.boussinet@umwelt-campus.de, s.stoll@umwelt-campus.de

Depuis la fin du 20^e siècle, la population de grande alose, *Alosa alosa* (Linnaeus, 1758), a considérablement diminué jusqu'à sa disparition complète dans le système rhénan dans les années 1960. Suite à l'élevage massif de cette espèce emblématique en Aquitaine, via l'association pour les migrateurs Garonne – Dordogne – Charente et Seudre (MIGADO) depuis 2008 et à la réintroduction dans le Rhin et certains de ses affluents (Sieg, Lippe, Neckar) de plus de 14 millions de larves de grandes aloses (situation en juin 2021), on observe depuis 2014 une augmentation soudaine et durable du nombre de grandes aloses enregistrées dans l'hydrosystème et dont on sait depuis lors qu'elles se reproduisent naturellement dans le Rhin via des rapports de pêches historiques. Afin de déterminer l'origine des individus (reproduction naturelle ou originaire du repeuplement) recapturés dans le Rhin, la méthode de microchimie et microstructure des otolithes, structure calcifiée de tous les Téléostéens, a été utilisée. Les rapports de concentration du baryum (Ba), du strontium (Sr), du calcium (Ca) et du manganèse (Mn) reflètent les conditions environnementales dans l'eau et sont généralement utilisées pour déterminer les modèles de migration des poissons, en particulier le long des gradients de concentration salin. La relation entre les isotopes ⁸⁷Sr et ⁸⁶Sr varie également dans les eaux avec des sous-sols géologiques différents et le rapport de ces isotopes a déjà été utilisé dans plusieurs études pour identifier les eaux de frai et les habitats de juvéniles des poissons tels que chez les salmonidés ou encore clupéidés, à partir de l'examen des otolithes. Sur la base de ces relations connues, des échantillons d'eau ont été prélevés dans l'ensemble de l'hydrosystème rhénan et analysés en termes de concentrations de composées traces et de rapports isotopiques du Sr. Les otolithes d'individus capturés depuis 2017 ont ainsi été extraits et analysés pour chaque élément trace et isotopique (Sr:Ca, Ba:Ca, Mn:Ca et ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr) par ablation de la matière otolithique à l'aide d'analyse par spectrométrie de masse couplée à un plasma inductif (ICP-MS). Les résultats ont montré la possibi-



lité d'établir l'origine de chaque individu, montrant jusqu'à 100% de reproduction naturelle en 2020 (juvéniles et adultes compris). Les résultats montrent ainsi un succès important du programme de ré-introduction établie depuis plus de 10 ans ainsi que de la méthode de suivi de la population dans le système rhénan.

Mots-clés : Alose, réintroduction, suivi, microchimie, Rhin

Régime alimentaire de deux vivaneaux sympatriques du golfe du Mexique

BRULÉ Thierry*¹, RÍNCON-SANDOVAL Luis Alberto¹, GONZÁLEZ-GONZÁLEZ Marian¹,
MONTERO-MUÑOZ Jorge Luis¹, TREJO-MARTÍNEZ Jorge¹, COLÁS-MARRUFO Teresa¹

¹ Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Departamento de Recursos del Mar, Unidad Mérida, Antigua Carretera a Progreso Km. 6, 97310 Mérida, Yucatán, México. tbrule@cinvestav.mx, lrinconsandoval@hotmail.com, biol.marian.g@hotmail.com, jorge.montero@cinvestav.mx, trejo.jorge@gmail.com, tcolas@cinvestav.mx

Les vivaneaux (Lutjanidae) font partie des prédateurs supérieurs dans les réseaux trophiques des récifs coralliens et des herbiers marins tropicaux. Ils assument donc un rôle prépondérant dans les flux d'énergie entre les maillons trophiques de la chaîne alimentaire (Parrish, 1987). Au sud du golfe du Mexique, dans la région nord de la plateforme continentale de la péninsule du Yucatan (banc de Campeche), les vivaneaux représentent, avec les mérours (Epinephelidae), les espèces de poissons téléostéens de plus haute valeur commerciale pour les pêcheries mexicaines. Depuis plusieurs années, la surpêche des populations de mérour dans cette région a conduit les pêcheurs du Yucatan à accroître leur effort de pêche sur les populations de vivaneau. Il n'y a pas actuellement de politique d'aménagement de la pêcherie des vivaneaux et une exploitation incontrôlée de ces espèces pourrait menacer la stabilité de l'équilibre écologique des écosystèmes dans lesquels ils évoluent (Arreguín-Sánchez & Manickchand-Heileman, 1998). Les deux principales espèces pêchées au Yucatan sont le vivaneau gazou *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758) et le vivaneau queue jaune *Ocyurus chrysurus* (Bloch, 1790). Ces deux vivaneaux partagent une aire de distribution géographique identique dans l'Atlantique occidental et fréquentent les mêmes fonds coralliens et zones à herbier, depuis la côte jusqu'à 70 m de profondeur (Allen, 1983). La biologie trophique de ces deux espèces est très mal connue, en particulier pour les populations du Yucatan. Le but de ce travail a donc été de caractériser les régimes alimentaires de ces vivaneaux et d'étudier leurs variations spatiales, temporelles et ontogéniques. Les spécimens analysés ont été capturés mensuellement entre janvier 2008 et 2009, dans trois zones côtières du Yucatán (Celestún, Dzilam de Bravo et Río Lagartos). Les proies présentes dans les contenus stomacaux de 220 *L. synagris* (18.0-39.9 cm de longueur à la fourche, LF) et de 505 *O. chrysurus* (16.3-40.0 cm LF) ont été identifiées et la caractérisation du régime alimentaire des deux espèces a été basé sur l'emploi d'une méthode mixte qui utilise le nombre et le poids des différentes proies. Les variations entre les zones côtières et les saisons (froide et chaude) de prélèvement et entre juvéniles et adultes ont été analysées à travers du calcul d'un indice de similarité et d'une analyse multivariée permutacionnelle. Le régime alimentaire des deux vivaneaux est essentiellement composé de crustacés Décapodes Macrooures nageurs (Pénéides) mais aussi de nombreux Brachyours chez *L. synagris* (proies préférentielles). Les poissons sont mieux représentés dans les contenus stomacaux de *O. chrysurus* (proies secondaires) que dans ceux de *L. synagris* (proies accidentelles). Des Mysidacés, non observés chez *L. synagris*, ont aussi été identifiés dans les estomacs d'*O. chrysurus*. Des variations régionales et saisonnières en abondance des proies mais pas dans leur composition, ont été observées pour le régime alimentaire des deux espèces. Des changements ontogéniques dans leur alimentation n'ont pu être démontrés au cours de cette étude. Ces deux vivaneaux entrent probablement en compétition pour l'accès aux Pénéides, mais celle-ci doit être en partie compensée par une consommation préférentielle de Brachyours chez *L. synagris* et de poissons et de Mysidacés chez *O. chrysurus*. Ces deux vivaneaux peuvent être classifiées comme des espèces carnivores euriphages et benthophages avec une tendance zooplanctonophage dans le cas de *O. chrysurus*. Les données obtenues pourront servir de base pour



générer les modèles écotrophiques destinés à analyser les flux d'énergie dans le réseau trophique de l'écosystème de la côte nord du Yucatan.

Références

- Allen G.R., 1985. Snappers of the World. An annotated and illustrated catalogue of lutjanid species known to date. *FAO Fish. Synop.* (125) Vol. 6: 208 p.
- Arreguín-Sánchez F. & Manickchand-Heileman S., 1998. The trophic role of lutjanid fish and impacts of their fisheries in two ecosystems in Gulf of Mexico. *J. Fish. Biol.* 53(Suppl A): 143-153.
- Parrish J.D., 1987. The trophic biology of snappers and groupers. *In: Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management* (Polovina J.J. & Ralston S., eds), pp. 405-463. Westview Press, Boulder and London.

Mots-clés : Alimentation, contenus stomacaux, Lutjanidae, péninsule du Yucatan

Détermination des routes de dévalaison des anguilles argentées à travers un aménagement CNR sur le bas Rhône – bilan après 3 années de suivi (2018-2021)

CAPRA Hervé^{*1}, PELLA Hervé², PRESSIAT Franck³

¹ INRAE, 5 rue de la Doua, CS 20244, 69625 Villeurbanne Cedex, France. herve.capra@inrae.fr

² herve.pella@inrae.fr

³ f.pressiat@cnr.tm.fr

L'objectif de l'étude présentée ici était de mieux connaître/comprendre le cheminement des anguilles argentées en phase de dévalaison au travers de l'aménagement hydroélectrique de Caderousse ainsi que la répartition des individus entre les deux bras du delta de Camargue (Grand Rhône / Petit Rhône). L'approche mise en œuvre repose sur 4 actions : 1) capturer et marquer (implantation chirurgicale d'un émetteur acoustique) des anguilles, préalablement identifiées comme argentées (stade Durif \geq III) en amont de l'aménagement de Caderousse (Pk214.0) ; 2) relâcher les individus marqués au centre de la zone de capture (Pk200.5) ; 3) enregistrer leur passage dans les voies de dévalaison possibles à travers l'aménagement hydroélectrique (écluse, barrage et Rhône court-circuité ou usine et canal de fuite) ; et 4) savoir si les individus dévalant qui arrivent en amont de la diffluence utilisent soit le Petit Rhône (Fourques-PK281.0) soit le Grand Rhône (Arles-Pk282.5) ; proxy d'une arrivée en mer Méditerranée par l'un des deux bras du delta). Pour ce faire des portes de détection composées d'un hydrophone installé sur chaque rive du Rhône permettant de détecter les émissions sonores des marques, ont été installées sur le linéaire des différentes routes de dévalaison possibles ainsi qu'en Arles et à Fourques. À noter qu'après l'aménagement de Caderousse, deux autres aménagements doivent être franchis par les anguilles avant d'arriver en Arles, l'aménagement d'Avignon (Pk233.0) et l'Aménagement de Beaucaire (Pk263.0). Les portes de détection (Pk218.0, Pk220.0 et Pk282.5) sont des passages "obligés" pour les anguilles marquées ayant entamé une dévalaison. Des tests de la qualité d'écoute des portes de détection ont montré qu'il est peu probable de ne pas entendre une marque passer par la porte. Pour mieux évaluer le comportement des anguilles entre le marquage et leur dévalaison, des campagnes de suivi mobile (télémétrie active) sont organisées pour tenter de localiser les individus marqués n'ayant pas encore dévalé. Un total de $n = 234$ anguilles ont été marquées (masse minimum = 600 g). $N = 75$ anguilles ont été détectées en dévalaison, principalement la nuit. La majorité des anguilles marquées qui franchissent l'aménagement de Caderousse, $n = 62$ utilisent la route de l'usine et $n = 13$ la route du RCC. Aucune anguille n'a été détectée dans le Petit Rhône (Fourques). Seulement $n = 16$ anguilles sont arrivées en Arles (Grand Rhône) et 20% des anguilles détectées à l'aval de l'aménagement (Pk218) n'arrivent pas au Pk220. Un effet marquage était observé avec $n = 28$ individus qui ont dévalé au cours des 20 j après leur remise à l'eau. Les anguilles dévalaient en se déplaçant assez vite (1 à 3 m/s sur deux km) et 2/3 de celles qui arrivent en Arles ont mis moins de 45 h (0,4 m/s) pour parcourir 62 km dont deux aménagements. Une augmentation forte de débit et une baisse rapide de la température de l'eau semblent être un couple de facteurs environnementaux très influant. Enfin, $n = 93$ individus marqués n'ayant pas encore dévalé ont été détectés au moins une fois au cours d'un suivi mobile et $n = 66$ n'ont jamais été contactés. L'équipe opérationnelle de l'étude était constituée par des personnels d'INRAE, renforcés par des personnels de CNR, MRM, OFB, Fédérations de pêche locales et des pêcheurs professionnels.

Mots-clés : Anguilles, dévalaison, aménagement, Rhône, télémétrie



CONFÉRENCE INVITÉE

Mardi 15 mars 2022 – 10:40

Coévolution de la complexité de l'organe olfactif et du répertoire de récepteurs chez les poissons à nageoires rayonnées

CASANE Didier¹¹ CNRS, 1 avenue de la Terrasse, 91198 Gif-sur-Yvette, France. didier.casane@egce.cnrs-gif.fr

Les poissons à nageoires rayonnées perçoivent leur environnement à travers une gamme de modalités sensorielles, parmi lesquelles l'olfaction joue un rôle souvent important. Les premières observations de la diversité de l'organisation de l'organe olfactif suggèrent que l'olfaction aurait une importance différente selon les espèces. Pour approfondir cette question, nous avons étudié la dynamique évolutive des quatre principales familles de gènes (OR, TAAR, ORA/VR1 et OlfC/VR2) codant les récepteurs olfactifs chez 185 espèces de poissons à nageoires rayonnées. La grande variabilité du nombre total de gènes fonctionnels, entre 28 chez le poisson-lune et 1317 chez le poisson roseau, est le résultat d'expansions et de contractions concomitantes de ces quatre familles. Plusieurs simplifications anciennes et indépendantes de l'organe olfactif sont associées à des pertes de gènes de grande ampleur. D'autre part, les polyptérisiformes, qui ont un organe olfactif unique par sa complexité, possèdent également le plus riche répertoire de gènes codant des récepteurs olfactifs. Ces observations suggèrent un lien fonctionnel étroit entre la morphologie de l'organe olfactif et la richesse du répertoire de récepteurs olfactifs, et démontrent que cette composante génomique de l'odorat des poissons à nageoires rayonnées est beaucoup plus hétérogène qu'on ne le supposait auparavant.

Mots-clés : Poissons à nageoires rayonnées, phylogénie moléculaire, organes olfactifs, gènes des récepteurs olfactifs, dynamique des familles de gènes

SESSION POSTERS N° 1 (SESSIONS 1, 2, 3, 4, 5)

Mardi 15 mars 2022 – 15:00

Nouvelle espèce de *Stenogobius* (Teleostei : Gobioidae) à large répartition dans la région Indo-Pacifique

CAUSSE Romain*¹, LORD Clara¹, MENNESSON Marion I.¹, KEITH Philippe¹¹ UMR Biologie des Organismes et Ecosystèmes Aquatiques (BOREA 8067) MNHN, CNRS, IRD, SU, UCN, UA, 57 rue Cuvier, CP 26, 75231 Paris CEDEX 05, France. romain.causse@mnhn.fr

Les habitats dulçaquicoles indo-pacifiques sont en majorité composés d'espèces de poissons amphidromes, présentant une phase adulte en rivière et une phase de vie larvaire marine. L'amphidromie serait une adaptation à la colonisation de milieux insulaires qui sont des habitats fragmentés et isolés. La famille des Gobiidae est la composante ichthyologique la plus diversifiée dans ces écosystèmes. Dans cette étude, nous nous sommes intéressés au statut d'un genre très largement réparti dans l'océan Indo-Pacifique, le genre *Stenogobius* (Gobioidae). Ce genre, actuellement composé de 28 espèces valides, est réparti des côtes est-africaines à la Polynésie française et Hawaï, en passant par la chaîne insulaire de la barrière Indo-Pacifique (Indonésie, Papouasie Nouvelle-Guinée, Malaisie). L'utilisation de la taxonomie intégrative basée sur 24 spécimens, incluant les données morpho-méristiques et les séquences partielles du gène mitochondrial codant pour la *Cytochrome oxydase I (COI)*, a permis de démontrer qu'une seule et unique espèce, *Stenogobius* sp. 1, est largement répartie des côtes de l'Afrique de l'Est jusqu'à la Polynésie française. Grâce à cette étude, nous avons pu conclure sur le statut typique de 13 espèces, initialement endémiques de différentes régions, maintenant synonymes de *Stenogobius* sp. 1. Ce cas d'espèce, très largement réparti sur toute la zone Indo-Pacifique, est jusqu'à présent rarissime chez les espèces de poissons amphidromes. Nos analyses de génétique des populations ont aussi pu montrer qu'il n'existe qu'une seule population de *Stenogobius* sp. 1 en Indo-Pacifique ; aucune barrière physique ne semble limiter l'expansion géographique de cette espèce. En plus de *Stenogobius* sp. 1, la révision taxonomique du genre a permis de reconnaître deux autres espèces : *Stenogobius* cf. *mekongensis*, uniquement présente dans le bassin du Mékong, et *Stenogobius* cf. *laterisquamatus*, présente en Papouasie Nouvelle-Guinée. A ce jour, ces deux espèces ne sont connues que pour être présentes dans des zones géographiques très restreintes, à l'inverse de *Stenogobius* sp. 1.

Mots-clés : *Stenogobius*, amphidromie, taxonomie intégrative, barrière biogéographique, Indopacifique, Cytochrome Oxydase I



Effets des conditions environnementales sur la densité annuelle de perches de l'année, *perca fluviatilis*, dans les lacs péri-alpins

CAVOY Valentin^{*1,2}, GUILLARD Jean^{1,2}, BAROUILLET Cécilia^{1,2}, GILLET Christian^{1,2}, ANNEVILLE Orlane^{1,2}, GOULON Chloé^{1,2}

¹ Univ. Savoie Mont Blanc, INRAE, CARTELE, 74200 Thonon-les-Bains, France. valentincavoy@outlook.com

² Pôle R&D Ecla (Ecosystèmes lacustres) : OFB – INRAE – USMB, France

Dans de nombreux écosystème aquatiques, l'abondance des poissons de l'année fluctue fortement. Comme ces individus se nourrissent généralement de zooplancton et sont prédatés par les poissons piscivores, ces fortes fluctuations peuvent avoir un impact fort sur le fonctionnement du réseau trophique ainsi que sur les quantités de poissons capturées par les pêcheurs. La perche, *perca fluviatilis*, est l'espèce numériquement dominante dans les lacs péri-alpins et présente un intérêt économique majeur, étant exploitée par les pêcheurs amateurs et professionnels. De fortes variations de perche de l'année sont observées, en particulier dans le lac oligotrophe d'Annecy et le lac meso-oligotrophe du Bourget, où les densités de ces juvéniles peuvent dépasser les 100 kg.ha⁻¹. Par ailleurs, les facteurs environnementaux, météorologiques et les ressources alimentaires disponibles, peuvent expliquer ces fluctuations d'un facteur 10 entre les années abondantes en perche 0⁺ et inversement. En effet, les vents peuvent refroidir l'eau de surface, détruire et/ou déplacer les pontes dans des zones non propices à leur développement. De plus, tandis que la température de l'eau peut affecter directement le développement embryonnaire et la croissance larvaire, l'abondance de certains groupes de zooplancton (copépodes, rotifères, cladocères) peut alors aussi jouer un rôle dans le succès du recrutement des 0⁺ de perche. L'objectif de cette étude a donc été de déterminer quels facteurs jouent un rôle dans ces fluctuations annuelles d'abondance des perches de l'année dans ces deux lacs. Les densités des perches par hectare ont été obtenues par hydroacoustique, méthode non invasive et standardisée, sur une période de 10 ans sur les lacs d'Annecy et du Bourget. Dans les lacs péri-alpins profonds, les perches de l'année se regroupent la nuit dans la zone pélagique au-dessus de la thermocline et peuvent ainsi être échantillonnées par cette méthode. Les densités obtenues en fin d'été par cette méthode sont mises en relation avec des données de températures pendant le développement embryonnaire et larvaire, d'abondance des proies aux stades larvaire et juvénile. Les résultats montrent que ce sont principalement les conditions climatiques durant la phase de développement embryonnaire qui expliquent à plus de 60% les variations observées et cela peu importe le lac considéré.

Mots-clés : Dynamique des populations piscicoles, conditions climatiques, hydroacoustique, modèles additifs généralisés (hiérarchiques), changements climatiques

Comportement de deux téléostéens prédateurs *Esox lucius* Linnaeus, 1758 et *Silurus glanis* Linnaeus, 1758 durant deux crues successives dans la rivière Aisne

CHEVALLIER Emmanuelle^{*1}, DENYS Gaël P.J.^{2,3}, MARLOT Romain¹, DUNTZE Martin¹, MIERRAL Antoine¹, DHAINAUT Maël¹, BOUCAULT Julien⁴

¹ Fédération de l'Aisne pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique – Naturagora, 1 chemin du Pont de la Planche, 02000 Barenton-Bugny, France. echevallier@peche02.fr

² Unité Mixte de Service Patrimoine Naturel – Centre d'expertise et de données (UMS 2006 OFB – CNRS – MNHN), Muséum national d'Histoire naturelle, 36 rue Geoffroy-Saint-Hilaire CP 41, 75005 Paris, France.

³ Laboratoire de Biologie des organismes et écosystèmes aquatiques (BOREA), MNHN, CNRS, IRD, SU, UCN, UA, 57 rue Cuvier CP26, 75005 Paris, France.

⁴ Union des Fédérations pour la pêche et la protection du Bassin Seine-Normandie, 47 avenue Pasteur, 93100 Montreuil, France.

Un suivi par télémétrie a été mis en place pour deux espèces prédatrices sur un tronçon de 17 km l'Aisne sauvage, dans le département de l'Aisne : le Brochet (*Esox lucius* L.) historiquement présent, et le Silure glane (*Silurus glanis* L.) qui colonise cette zone depuis une dizaine d'années. Trente brochets et 7 silures ont ainsi été marqués et suivis sur une période de 6 mois entre le 1^{er} octobre 2020 et le 31 mars 2021. Les positions successives des individus marqués ont été notées à l'automne puis lors de deux crues hivernales pour mettre en évidence les modifications de comportement face aux changements de débits, l'usage de différents habitats du lit majeur, et l'éventuel chevauchement des niches écologi-



ques. Il ressort un comportement relativement sédentaire et territorial des brochets avant les crues, qui restent la plupart du temps dans une “zone” préférentielle. En revanche, avec l’augmentation du débit, un nouveau type d’activité de type exploratoire devient notable. Celle-ci est plus marquée lors de la deuxième crue, plus importante et plus proche de la période de reproduction. Trois types de comportements ont ainsi pu être identifiés : des individus “délaisseurs” ayant quitté leurs zones d’origine sans y être revenus, des individus “voyageurs” qui quittent leurs zones mais y reviennent, et enfin des “sédentaires” qui ne quittent pas leurs zones malgré les différences de débit. De manière plus inattendue, les silures semblent également garder une activité hivernale, bien que variable d’un individu à l’autre. En particulier, l’observation de déplacements diurnes dans un champ inondé d’un silure, ainsi que de sa prédation sur un brochet marqué, semblent aller dans le sens d’un recouvrement des niches écologiques de ces deux espèces lors des événements de crues, plutôt au détriment du brochet. Il apparaît ainsi que l’exploration des zones inondées lors des crues hivernales fait partie du comportement naturel du brochet mais aussi du silure. Cela souligne l’importance non seulement du lit mineur mais aussi du lit majeur comme milieu de vie pour ces deux espèces. La sauvegarde de plaines inondables non closes autour des lits des rivières permettant à ces comportements exploratoires de perdurer doit donc être pris en compte dans les politiques environnementales.

Mots-clés : Brochet commun, gestion, silure glane, télémétrie, crues, zone d’expansion de crues

Le silure glane, une espèce native en France ? Bilan critique des données archéozoologiques

CLAVEL Benoît^{*1}, BÉAREZ Philippe^{*2}, BORVON Aurélia³, PERSAT Henri⁴, POULET Nicolas⁵, SANTOUL Frédéric⁶, DENYS Gaël P.J.⁷

¹ CNRS, 55 rue Buffon, CP 56, 75005 Paris, France. clavel@mnhn.fr

² bearez@mnhn.fr

³ aureliageronimo@aol.com

⁴ henri.persat@univ-lyon1.fr

⁵ nicolas.poulet@ofb.gouv.fr

⁶ frederic.santoul@univ-tlse3.fr

⁷ gael.denys@mnhn.fr

Le silure glane *Silurus glanis* Linnaeus, 1758 a fait l’objet de multiples introductions depuis le XIX^e siècle avant de s’implanter durablement à partir des années 1980. Aujourd’hui largement répandu sur le territoire français, il fait l’objet de vifs débats dans la communauté des pêcheurs et des gestionnaires, ce qui lui a valu d’être considéré comme une espèce introduite et invasive. La question de son origine, autochtone ou allochtone, est devenue centrale afin de définir son statut au sein de la faune piscicole nationale. Il est proposé dans cette communication de faire le point sur la dispersion de ce poisson sur le temps long en Europe de l’ouest, et plus précisément en France, sur la base des données archéozoologiques couvrant les périodes les plus reculées de la préhistoire jusqu’à la période contemporaine. Si le silure semble avoir été natif au moins du bassin du Rhin, il en aurait disparu vers la fin du Moyen Âge avant d’y être réintroduit au XIX^e siècle. Les raisons ou les hypothèses concernant sa disparition seront évoquées, notamment en lien avec les facteurs anthropiques (surpêche, dégradation des habitats,…) ou climatiques. Deux importants événements climatiques ont marqué ces deux derniers millénaires dans l’hémisphère Nord. Il s’agit de l’Optimum Climatique Médiéval (900-1300), période plus chaude que la moyenne, et du Petit Âge Glaciaire (1430-1850), période plus froide. Un certain nombre de travaux historiques et archéozoologiques suggère que ces modifications climatiques ont affecté la distribution des poissons d’eau douce en Europe. La disparition du silure, qui affectionne les zones tempérées, serait-elle liée à l’avènement du Petit Âge glaciaire comme le suggèrent des études de collègues belges. Les conséquences d’un changement de statut du silure dans les eaux françaises, par bassin ou au niveau national, seront aussi évoquées.

Mots-clés : Silure glane, introduction, dispersion, histoire, archéozoologie



Comparaison de la structure et de la dynamique interne de groupe chez deux espèces euryhalines : le mullet lippu (*Chelon labrosus*) et le mullet porc (*Chelon ramada*)

COLCHEN Tatiana¹, SERRANITO Bruno², PRINCE Cécile¹, LAMOUREUX Jézabel², TRANCART Thomas², FEUNTEUN Eric³, CARPENTIER Alexandre¹

¹ Université de Rennes 1, UMR BOREA 7208, équipe BIOPAC – MNHN, 35042 Rennes, France

² MNHN, Station Marine Dinard CRESCO, 35800 Dinard, France

³ UMR BOREA 7208, MNHN, Station Marine Dinard CRESCO, 35800 Dinard, France

Chez les Téléostéens, les agrégations sociales (“shoal”) et les groupements hautement polarisés, autrement dit les bancs de poissons (“school”) sont des structures de groupe largement répandus. Divers paramètres tels que les relations interindividuelles, l’homogénéité ainsi que la cohésion du groupe permettent de mettre en évidence le degré de structure sociale chez une espèce. Cependant, nous pouvons nous demander comment cette structure se met en place dans un groupe plurispécifique. Par ailleurs, les mécanismes proximaux gouvernant et maintenant la dynamique interne d’un groupe comme le métabolisme basal, le comportement individuel ou les capacités locomotrices méritent d’être davantage explorés. Cette étude vise donc à étudier la structure de groupe ainsi que la dynamique interne de deux espèces euryhalines, le mullet lippu (*Chelon labrosus*) et le mullet porc (*Chelon ramada*). En milieu naturel, il semblerait que ces deux espèces dont les patterns de migration diffèrent, peuvent se déplacer ensemble et en groupes d’individus de tailles variées. Dans notre étude, nous avons donc formé des répliqués de groupes mono- et plurispécifiques (N = 10 pour chaque modalité). Chaque groupe composé de 10 individus a été suivi par vidéo-tracking dans un canal hydrodynamique afin d’observer les différents comportements individuels et mesurer la structure de groupe. Le tracking individuel a permis de mesurer les capacités locomotrices (vitesse de nage, distance parcourue) de chaque individu et elles ont été comparées entre des individus leaders du groupe (individus situés en moyenne plus souvent à l’avant du groupe) et les autres. Par ailleurs, la consommation d’oxygène a été mesurée à l’échelle des groupes dans des tunnels de nage. Ainsi, nous avons pu déterminer la structure de groupe (shoal vs. school) chez ces deux espèces et l’influence des comportements individuels sur cette structure. Plus particulièrement, nous avons mis en évidence la présence de variations inter- et intraspécifiques aux niveaux des mécanismes internes proximaux telles que la variabilité de traits morphologiques, de capacités locomotrices différentes ou encore des niveaux de métabolisme basal distincts. Notre étude permet de mettre en lumière de nouvelles informations sur l’origine et les mécanismes régulant une structure sociale chez les Téléostéens. De plus, elle apporte une nouvelle approche expérimentale (multi-tracking) ouvrant de futures perspectives dans l’étude de la dynamique interne au sein des groupes de Téléostéens souvent composés de plusieurs dizaines d’individus.

Mots-clés : Multi-tracking, variations inter-individuelles, leadership, métabolisme basal, comportement locomoteur

Apports de la méthode des mini-récifs ARMS dans les Mascareignes à la connaissance des poissons crypto-benthiques récifaux

COUËDEL Marion¹, DETTAÏ Agnès², GUILLAUME Mireille³, BRUGGEMANN Fleur⁴, BUREAU Sophie⁴, FRATTINI Baptiste⁴, FUSTEMBERG Gwennaëls⁴, SERVAL Auriane⁴, BRUGGEMANN Henrich¹

¹ UMR ENTROPIE, Université de La Réunion et LabEx CORAIL, Université de Perpignan, France. marion.couedel@univ-reunion.fr, henrich.bruggemann@univ-reunion.fr

² UMR ISYEB, MNHN, France. agnes.dettai@mnhn.fr

³ UMR BOREA, MNHN et LabEx CORAIL, Université de Perpignan, France. mireille.guillaume@mnhn.fr

⁴ UMR ENTROPIE, Université de La Réunion, France. sophie.bureau@univ-reunion.fr, baptiste.frattini22@gmail.com

Le réchauffement climatique et les pressions humaines sont les moteurs d’une disruption écologique des récifs coralliens à l’échelle mondiale et remettent en question leur fourniture continue de biens et services écosystémiques aux humains. La perte des coraux et de la structure corallienne a un impact direct sur les organismes associés aux récifs, en particulier ceux vivant dans les habitats cryptiques de la trame récifale. Les poissons crypto-benthiques récifaux, tels que les Blenniidae et les Gobiidae, font partie des plus petits vertébrés marins mais contribuent de façon disproportionnée à



la production de biomasse animale et halieutique. En raison des difficultés d'échantillonnage et d'identification taxonomique, les poissons crypto-benthiques sont moins étudiés que leurs homologues de grande taille alors qu'ils présentent de forts taux d'endémisme et des patrons de distribution mal connus. L'étude de cette biodiversité cryptique, de ses changements, et la comparaison aux autres régions requièrent des protocoles standardisés et l'établissement de référentiels moléculaires de la faune locale qui pourront servir aux études de métabarcoding et d'ADN environnemental (ADNe), objectifs du programme FEDER CALIBIOME (2018-2022). Le cryptobiome récifal a été échantillonné à l'aide de 54 mini-récifs artificiels (ARMS, Autonomous Reef Monitoring Structure), déployés sur les pentes externes récifales de deux îles du Sud-Ouest de l'océan Indien, La Réunion et Rodrigues, pour être relevés et analysés en suivant des protocoles standardisés. Les ARMS ont permis d'échantillonner plus de 14 embranchements dont des chordés de la classe des Actinopterygii. Les genres *Cirripectes* (Blenniidae) et *Eviota* (Gobiidae) représentent environ 97% de l'échantillonnage des poissons (N = 137). Tous ont été photographiés vivants avant d'être conservés dans l'éthanol 90° et classés par groupes de morpho-espèces. Le mitogénome complet de l'ensemble des échantillons a été amplifié par PCR longue et séquencé (double multiplexage amplicon et séquençage Illumina), afin de fournir un référentiel moléculaire complet pour les études de métabarcoding et d'ADNe et l'analyse de la phylogéographie en complétant avec des séquences déjà disponibles dans les bases de données internationales. Les premiers résultats : 1) montrent que les spécimens identifiés comme *C. castaneus* et *C. stigmaticus* sont en fait scindés en trois clades distincts, 2) suggèrent l'existence d'une nouvelle espèce, à aire de distribution probablement restreinte et 3) permettent d'augmenter l'aire de répartition décrite de certaines espèces. Ces travaux contribuent aux révisions taxonomiques des poissons cryptiques récifaux, à partir de données morphologiques et moléculaires. De plus, ces données permettront d'appréhender les patrons spatiaux de répartition de leurs populations, éléments indispensables pour la mise en place de mesures de conservation dans un hotspot de biodiversité marine, comme celui du Sud-Ouest de l'océan Indien.

Mots-clés : Récifs coralliens, cryptobiome, phylogéographie, barcoding, métabarcoding

Caractérisation structurelle et fonctionnelle des communautés d'élasmobranches en Atlantique Nord-Est dans le contexte du changement global

COULON Noémie¹, BARREAU Thomas², TRANCART Thomas¹, LIZÉ Anne¹, TEICHERT Nils¹, CARPENTIER Alexandre¹, FEUNTEUN Eric¹

¹ UMR BOREA (Muséum National d'Histoire Naturelle, Sorbonne Université CNRS, UCN, IRD, UA), CRESCO, 35800 Dinard, France. noemie.coulon@mnhn.fr

² Service des stations Marine, CRESCO, 35800 Dinard, France

Si l'augmentation de la pression de pêche est à l'origine d'une diminution de plus de 70% de l'abondance mondiale des requins et des raies océaniques depuis les années 70, les impacts des changements environnementaux sur ces communautés demeurent méconnus bien qu'il soit suggéré qu'adapter la pression de pêche aux conditions environnementales permettrait d'éviter des effondrements de population. Les évaluations des communautés ichthyologiques marines ont conduit à classer les élasmobranches dans des statuts de conservation parmi les plus dégradés avec plus d'un tiers des espèces menacées d'extinction. Cette fragilité est notamment liée à leurs traits bioécologiques particuliers (maturité sexuelle tardive, faible fécondité) qui leur confèrent une sensibilité accrue face à la pression de pêches alors que, paradoxalement, ils sont rarement ciblés. Souvent au sommet des réseaux trophiques, les raies et requins assurent par ailleurs des fonctions clés au sein du cycle des nutriments et de la structuration des habitats, garantes de l'équilibre des écosystèmes. Associée au risque d'extinction de ces espèces, l'importance de leurs rôles fonctionnels souligne la nécessité de mener des recherches pour mieux connaître et protéger ces communautés fragiles. Après avoir quantifié l'impact des changements environnementaux sur l'aire de distribution des espèces, nous tenterons de comprendre les liens entre la modification des aires de répartition des espèces et leurs traits bioécologiques. Pour cela, les données d'occurrence de 15 espèces d'élasmobranches issues de plus de 20 années de campagnes scientifiques de chalutage de fond menées sur le plateau européen et indépendantes de la pêche seront confrontées aux variations des paramètres environnementaux supposés expliquer les modifications d'aires de répartition des espèces. Nous analyserons dans quelle mesure les traits bioécologiques sont impliqués dans les réponses des espèces aux variations des paramètres environnementaux et, *in fine*, à la structuration fonctionnelle des communautés.



Cette présentation a pour objectif de partager les premiers résultats permettant de mettre en évidence les liens étroits entre les paramètres environnementaux, la distribution des espèces et les traits bioécologiques qu'elles portent.

Mots-clés : Élasmobranches, écologie fonctionnelle, conservation, changements climatiques, communauté

SESSION 6D – ÉCOLOGIE TROPHIQUE

Jeudi 17 mars 2022 – 11:15

Intégrer isotopes stables, contenus stomacaux et modèles écosystémiques pour souligner l'influence du couplage benthopélagique dans la structuration des assemblages de poissons en Manche Est

CRESSON Pierre*¹, LEFEBVRE Sébastien², KOPP Dorothee^{1,3}, GIRALDO Carolina¹, ROUQUETTE Manuel^{1,4}, DENAMIEL Margaux¹, CURE Clémence¹, VILLANUEVA Maria Ching^{1,6}, TIMMERMAN Charles-André^{1,9}, MARCHAL Paul¹, TRAVERS-TROLET Morgane^{1,5}, ERNANDE Bruno^{1,7,8}

¹ Ifremer, Laboratoire Ressources Halieutiques, Boulogne sur Mer, France. pierre.cresson@ifremer.fr, carolina.giraldo@ifremer.fr, margaux.denamiel@ifremer.fr, clemence.couvreur@ifremer.fr, paul.marchal@ifremer.fr

² Université de Lille, CNRS, Université du Littoral Côte d'Opale, UMR 8187, LOG, Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences, Wimereux, France. sebastien.lefebvre@univ-lille.fr

³ Ifremer, Laboratoire Technologie Halieutique, Lorient, France. dorothee.kopp@ifremer.fr

⁴ Ifremer, Laboratoire Environnement Ressources de Bretagne Nord, Dinard, France. Manuel.Rouquette@ifremer.fr

⁵ Ifremer, Laboratoire Écologie et Modèles pour l'Halieutique, Nantes, France. Morgane.Travers@ifremer.fr

⁶ Ifremer, Laboratoire Écologie et Modèles pour l'Halieutique, Plouzané, France. Ching.Villanueva@ifremer.fr

⁷ Ifremer, Laboratoire MARBEC, Montpellier, France. bruno.ernande.@ifremer.fr

⁸ IIASA, Evolution and Ecology Program, Laxenburg, Autriche

⁹ Green Score Capital, Toulon, France. charles-andre@greenscorecapital.com

La compréhension du cheminement de la matière au sein des réseaux trophiques est rendue indispensable à l'approche intégrée du fonctionnement des écosystèmes marins. La Manche Est apparaît comme un système où cette question est cruciale car la production benthique y est une source essentielle de matière organique alimentant les assemblages de poissons. La profondeur joue également un rôle, puisqu'elle contrôle l'intensité du couplage benthopélagique : en zone peu profonde, la majorité des espèces dépendent des sources benthiques et pélagiques, alors qu'un découplage a lieu lorsque la profondeur augmente. La discrétisation de l'assemblage en groupes fonctionnels basés sur l'alimentation a permis de confirmer un effet de la profondeur modulé par le comportement des espèces, car le patron diffère entre les groupes. La collecte de données trophiques empiriques (isotopes stables et contenus stomacaux) a également permis de valider un modèle écosystémique, dont les propriétés émergentes (relation entre le niveau trophique des poissons et leur taille) confirment l'importance du compartiment benthique. La prise en compte du rôle réel des espèces dans les assemblages, via la considération de leur biomasse permet également de confirmer la voie benthique comme la source principale de matière. Le fonctionnement trophique en Manche est donc extrêmement particulier, notamment lorsqu'on le compare avec les autres façades maritimes françaises. Ces résultats confirment l'efficacité de l'approche fonctionnelle pour appréhender la complexité des interactions trophiques, et la capacité de cette approche à apporter une vision intégrée des écosystèmes, nécessaire à leur gestion.

Mots-clés : Réseaux trophiques, Manche, isotopes stables, couplage benthopélagiques, approche intégrée

SESSION 4 – PALÉOICHTHYOLOGIE

Lundi 14 mars 2022 – 15:05

Retracer l'origine ancienne de l'endothermie chez les téléostéens à travers l'histologie osseuse

DAVESNE Donald*¹

¹ Museum für Naturkunde – Leibniz Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung, Invalidenstraße 43, 10115 Berlin, Allemagne. donald.davesne@gmail.com

Les organismes dits endothermes ont la capacité de produire leur propre chaleur corporelle à l'aide mécanismes physiologiques, métaboliques ou anatomiques dédiés. Bien connue chez les mammifères et les oiseaux, diverses formes d'endothermie sont apparues chez plusieurs lignées de téléostéens (Legendre & Davesne 2020). En particulier, les thons



(Scombridae, Thunnini) et *Lampris* spp. (Lamprididae) disposent d'un système de production de chaleur via l'activité musculaire ; cette chaleur est ensuite redistribuée dans l'ensemble du corps via les vaisseaux sanguins (Dickson & Graham 2004, Wegner *et al.* 2015). Cependant, l'origine de cette physiologie particulière est mal connue et mal contrainte dans le temps, car les structures liées à l'endothermie ne se fossilisent pas. Nous proposons ici d'utiliser l'histologie osseuse comme "proxy" de l'endothermie. De précédents travaux (Davesne *et al.* 2018, 2019) ont montré que parmi les néotéléostéens (plus de 18000 espèces), seuls les thons et *Lampris* spp. possèdent des ostéocytes (le type cellulaire le plus répandu dans l'os "classique") alors que les autres taxons en sont dépourvus (os anostéocytaire, ou "acellulaire"). Nous proposons qu'il s'agit d'une réacquisition secondaire et qu'elle est liée à l'évolution de l'endothermie. L'approche d'histologie osseuse permet ainsi de caractériser cette dernière dans le registre fossile, car les structures osseuses se conservent très bien. Nous avons échantillonné de l'os de deux taxons fossiles datant de l'Eocène inférieur à moyen (56-40 Ma) : '*Thunnus' abchasicus* et *Whitehippus tamensis*. Ils font partie des plus anciens représentants connus des lignées respectives des thons et de *Lampris* spp. Chez ces deux taxons, l'os est dénué d'ostéocytes, tout comme chez les proches parents ectothermes des thons et de *Lampris*. Nous proposons donc que ces taxons étaient ectothermes, impliquant une apparition plus récente de l'endothermie. L'Oligocène et le Miocène, qui font suite à l'Éocène, ont coïncidé avec un refroidissement marqué de l'océan global. Il se pourrait donc que l'endothermie ait évolué chez les deux lignées durant cette période.

Références

- Davesne D., Meunier F.J., Friedman M., Benson R.B.J., Otero O., 2018. Histology of the endothermic opah (*Lampris* sp.) suggests a new structure-function relationship in teleost fish bone. *Biol. Lett.* 14(6): 20180270.
- Davesne D., Meunier F.J., Schmitt A., Friedman M., Otero O., Benson R., 2019. The phylogenetic origin and evolution of acellular bone in teleost fishes: insights into osteocyte function in bone metabolism. *Biol. Rev.* 94: 1338-1363.
- Dickson K.A., Graham J.B., 2004. Evolution and consequences of endothermy in fishes. *Physiol. Biochem. Zool.* 77(6): 998-1018.
- Legendre L., Davesne D., 2020. The evolution of mechanisms involved in vertebrate endothermy. *Philos. Trans. R. Soc. B: Biol. Sci.*, 375(1793): 20190136.
- Wegner N.C., Snodgrass O.E., Dewar H., Hyde J.R., 2015. – Whole-body endothermy in a mesopelagic fish, the opah, *Lampris guttatus*. *Science* 348(6236): 786-790.

Mots-clés : Endothermie, Cénozoïque, paléo-physiologie, paléo-histologie, Scombridae, Lamprididae

Histologie du tissu osseux (vertèbres et ptérygiophores) de *Regalecus russellii* (Regalecidae, Lampridiformes)

DAVESNE Donald¹, PAIG-TRAN E.W. Misty², MEUNIER François J.*³

¹ Museum für Naturkunde, Berlin, Allemagne. donald.davesne@gmail.com

² California State University, Fullerton, USA. empaign-tran@fullerton.edu

³ UMR 8067 BOREA (CNRS-IRD-MNH-UPMC), Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, France. francois.meunier@mnhn.fr

Le régalec (*Regalecus russellii* Cuvier, 1816) est un poisson pélagique à large répartition océanique et pouvant descendre au moins jusqu'à 1000 m de profondeur. C'est un des plus grands téléostéens marins, sinon le plus grand. D'aspect rubané, d'une longueur d'au moins 5 m, mais avec un record d'une dizaine de mètres, il est à l'origine de nombreuses légendes dont celle du "serpent de mer". Sa morphologie particulière rejaillit sur son organisation anatomique comme celle du squelette (Parker 1884) ou du tube digestif (Roberts 2017). Selon Parker (1884) "like the other parts of the skeleton, the vertebrae are extremely fragile" et "the vertebral centra may be described as consisting of two cones of wonderfully thin papery bone". Nos observations histologiques effectuées sur une vertèbre post-abdominale confirment cet aspect "papyracé" du tissu osseux vertébral du régalec. L'ensemble est un os spongieux dont les fines travées encadrent des cavités renfermant des tissus conjonctifs riches en lipides. D'épaisses "gainnes" de tissus mous conjonctifs entourent les vertèbres, les renforçant potentiellement mécaniquement. Débarrassées de leurs tissus mous les vertèbres semblent légères, ce qui laisse supposer que le composant minéral du tissu osseux pourrait être moins important que chez d'autres téléostéens, mais cela reste à confirmer. Cette organisation spatiale particulière du tissu osseux vertébral du régalec ressemble beaucoup à celle décrite par Stéphan (1900) chez un Trachypteridae, une famille voisine de celle des Regalecidae. Stéphan note que les os de *Trachypterus* "ne sont pas plus durs que du cartilage" et la figure d'une coupe transversale de vertèbre de cette espèce montre une architecture osseuse proche de celle du régalec. Dans l'axe vertical des ptérygiophores de la nageoire dorsale, qui présentent parfois des hyperostoses (Paig-Tran *et al.* 2016), l'os est compact plutôt que spongieux.



Les ptérygiophores interviennent dans la nage chez le régalec (ondulation de la nageoire dorsale), et subissent donc probablement des contraintes mécaniques plus fortes qui expliquent cette différence microstructurale. Le tissu osseux du régalec est totalement dépourvu d'ostéocytes ("os acellulaire") ce qui est congruent avec la position des Regalecidae parmi les acanthomorphes dont la très grande majorité des espèces a perdu la capacité d'intégrer les cellules osseuses dans la matrice collagénique calcifiée (Meunier, 1987, Meunier & François, 1992, Davesne *et al.* 2019). Cette organisation toute particulière de la texture osseuse chez *Regalecus* comme chez *Trachypterus* est probablement liée à leur morphologie et mode de nage très particuliers et à leur milieu mésopélagique.

Références

- Davesne D., Meunier F.J., Schmitt A., Friedman M., Otero O., Benson R., 2019. The phylogenetic origin and evolution of acellular bone in teleost fishes: insights into osteocyte function in bone metabolism. *Biol. Rev.* 94: 1338-1363.
- Meunier F.J., 1987. Os cellulaire, os acellulaire et tissus dérivés chez les Osteichthyens : les phénomènes de l'acellularisation et de la perte de minéralisation. *Ann. Biol.* 26: 201-233.
- Meunier F.J., François Y., 1992. Croissance du squelette chez les Téléostéens. I. Squelette, os, tissus squelettiques. *Ann. Biol.* 31: 169-184.
- Paig-Tran E.W., Barrios A.S., Ferry L.A., 2016. Presence of repeating hyperostotic bones in dorsal pterygiophores of the oarfish, *Regalecus russellii*. *J. Anat.* 229: 560-567.
- Parker T.J., 1884. On the skeleton of *Regalecus argenteus*. *Trans. Zool. Soc.* 6: 29-33.
- Roberts T.R., 2017. Anatomy and physiology of the digestive system of the oarfish *Regalecus russelli* (Lampridiformes: Regalecidae). *Ichtyol. Res.* <https://doi.org/10.1007/s10228-017-0574-7>
- Stéphan P., 1900. Recherches histologiques sur la structure du tissu osseux des Poissons. *Bull. Sci. Fr. Belg.* 33: 281-429.

Mots-clés : *Regalecus russellii*, os acellulaire, texture osseuse, vertèbre

New insights into the evolution of billfishes (Teleostei, Istiophoridae)

DE GRACIA Carlos*^{1,2}, KRIWET Jürgen¹

¹ Department of Palaeontology, Faculty of Earth Sciences, Geography and Astronomy, University of Vienna, Althanstraße 14 (UZA II)/ 2A323, 1090 Vienna, Austria. degraciac86@univie.ac.at

² Smithsonian Tropical Research Institute, Box 0843-03092, Balboa, Ancon, Panama, Republic of Panama.

Extant billfishes represent some of the largest fishes in the open ocean in tropical to subtropical latitudes. They are at the top of oceanic food webs and contribute to their functioning and stability. Their distribution, population genomics and phylogeny have been extensively studied because of their ecological and fishery importance. Conversely, their fossil record and its evolution still remain poorly understood. The major obstacles in the study of fossil billfishes are the absence of well-preserved specimens combined with the poor stratigraphic constraints. Research in progress about the axial skeletal morphology and the phylogenetic relationships between fossil and living species shows that gigantism is a pattern associated with specific skeletal structures in the cranium and vertebral column. However, the role and origin of such morphological traits and the plesiomorphic state of crown billfishes remain ambiguous. In this work we present an unusual billfish association from Austria that was recovered from the early Miocene (~23 Ma) Konservat – Lagerstätten cropping out in Pucking (Ebelsberg Formation). The billfish assemblage includes the latest record of †*Aglyptorhynchus* (Paleorhynchidae), a new swordfish (Xiphiidae) species, and the earliest fossil record of the family Istiophoridae represented by two new species. This billfish fauna includes stem forms †*Aglyptorhynchus* co-occurring with the crown family Istiophoridae reported here for first time. The presence of †*Aglyptorhynchus* close a 5 Ma temporal gap between the first appearance of all extant billfish genera and the last appearance of any extinct billfish. The new xiphiid displays a previously unrecognized shape with large sail-like dorsal fins, elongated upper and lower jaws and large body size combined with an unusual morphology in precaudal vertebrae. This specimen with a protrusible sail – like dorsal fin and elongated upper and lower jaws demonstrate that both traits are plesiomorphic for extant billfishes. The new fossil marlins shows that istiophorids were smaller during the early Miocene and that gigantism appeared later during the evolution in this family. The fossil marlins also show that associated skeletal structures such as the lateral apophysis and one additional caudal vertebra can be gained or lost secondarily playing a key function in the diversification and gigantism of istiophorid billfishes. The first appearance of each billfish family occurred in the region of the Tethys Sea (or Paratethys) and our new evidence strengthens the hypothesis that this region is an origination point for Istiophoriformes.

Key words: Billfish, evolution, phylogeny, fossil record, gigantism



The paleohistology of †*Araripichthys castilhoi* from the Lower Cretaceous of Araripe Basin, Northeastern Brazil: a typical case of basal teleost

DE MAYRINCK Diogo*¹, MEUNIER François J.², CUPELLO Camila³, BRITO Paulo M.⁴

¹ Departamento de Ensino de Ciências e Biologia, LICITAE (Laboratório de Ictiologia Aplicada: anatomia e evolução), Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier 524, PHLC sala 504, Maracanã, 20559-900, Rio de Janeiro, Brazil. mdogobio@yahoo.com.br

² FRE BOREA 2030 (CNRS-IRD-MNHN-Sorbonne Universités), BOREA, Département Adaptations du Vivant, Muséum national d'Histoire naturelle, C.P.026, 43 rue Cuvier, 75231 Paris Cedex 05, France. francois.meunier@mnhn.fr

³ Departamento de Zoologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier 524, PHLC sala 513, Maracanã, 20559-900, Rio de Janeiro, Brazil. camila.dc@gmail.com, pbritopaleo@yahoo.com.br

The enigmatic †*Araripichthys castilhoi* belongs to the paleoichthyofauna from the Aptian calcareous concretions of Santana Formation, Araripe Basin, North-East Brazil. Described in 1985, it was originally placed within the Beryciformes clade based on the presence of spiny rays in the dorsal and anal fins, an elevated supraoccipital crest, a maxilla excluded from the border of the mouth, a premaxilla with a long ascending process and with an articular process for the maxilla, and absence of supraorbitals. Notwithstanding, taking into account these characters the suborder †Araripichthyoidei and the family †Araripichthyidae were also erected for this single species. During the beginning of the 90's, this taxonomic proposition was contested based on reinterpretation of the fossil anatomy of †*Araripichthys castilhoi*. They notably conclude on the the absence of fin spines, the presence of an orbitosphenoid, two supramaxillae, seven hypurals, autogenous hypurals 1 and 2, second ural centrum and first uroneural not fused into a stegural, and cycloid scales. Therefore, †*Araripichthys castilhoi* was positioned as an *Elopocephala incertae sedis* mainly based on the presence of two uroneurals and on the absence of diagnostic characters of higher teleost groups. By the end of the 90's, †*Araripichthys* was then aligned with †*Acanthichthys*, a primitive acanthomorph from the Late Cretaceous of USA, mainly based on the overall body shape resemblance by some authors. Alternatively, others considered †*Araripichthys* as a †Protobramoidei (basal Clupeomorpha) by the absence of pelvic fins and by the presence of stout neural spines and scales partially covering the dorsal fin. Although anatomical traits are now well known, †*Araripichthys* was never included in a comprehensive phylogenetic analysis and its position within Teleostei remains unclear. Moreover, paleohistological data are rarely included in taxonomic studies and especially in phylogenetic analyses, which represents a potential loss of important taxonomic signal. This is the case we face with †*Araripichthys*, with an odd taxonomic history, travelling within basal Teleostei and Euteleostei. To our knowledge, the histological structure of its bony skeleton was unknown until now. Here, we describe the bone histology of †*Araripichthys castilhoi*. Our results show the lack of any unambiguous feature allowing to relate †*Araripichthys castilhoi* to Clupeomorpha (complete absence of abdominal scutes) and, more important, the presence of osteocytic bony tissue (star-shaped osteocytes) supports its exclusion from Acanthomorpha.

Key words: †*Araripichthys*, Cretaceous, paleohistology, cellular bone, basal teleost

The Mesozoic Otophysi fossil record: overinterpretations in challenging questions through time, form and space

DE MAYRINCK Diogo*¹, OTERO Olga², CUPELLO Camila³, BRITO Paulo M.³

¹ Departamento de Ensino de Ciências e Biologia, LICITAE (Laboratório de Ictiologia Aplicada: anatomia e evolução), Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier 524, PHLC sala 504, Maracanã, 20559-900, Rio de Janeiro, Brazil. mdogobio@yahoo.com.br

² iPHEP – UMR 7262, Bat B35 – TSA51106, 6 rue Michel Brunet, Poitiers CEDEX 86073, France. olga.otero@univ-poitiers.fr

³ Departamento de Zoologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier 524, PHLC sala 513, Maracanã, 20559-900, Rio de Janeiro, Brazil. camila.dc@gmail.com, pbritopaleo@yahoo.com.br

The otophysan Mesozoic fossil record is well documented since the 80's and was the mainline of heated debates about the origin, diversification and homology of key anatomical structures of the clade. This known fossil assemblage was composed by eight species (cf. †*Lusitanichthys characiformis*, †*Lusitanichthys africanus*, †*Salminops ibericus*, †*Santan-*



ichthys diasii, †*Clupavus brasiliensis*, †*Clupavus maroccanus*, †*Sorbinicharax verraesi*, and †*Nardonoides chardoni*) all present in marine sediments from the Cretaceous of Europe, Africa and South America, and identified as stem Characiformes or Cypriniformes. This attribution led to the proposition of multiples dispersion events through oceans to explain the otophysan current widespread distribution (all continents except Australia and Antarctica). Moreover, these fossils were considered to be the missing links of the early diversification of the clade and no longer the probable responsible for the first radiation of the group. Despite the publication of many articles related to the evolutionary origin of Otophysi based on molecular data as well consistent studies on the ontogeny of the Weberian apparatus and Caudal Skeleton, to better understand the homology of these structures within the four orders, only recently the known Mesozoic fossil record only started to be reviewed. The absence of precise descriptions, with reliable interpretations, became a huge problem, since these fossils were frequently used to calibrate the molecular clock and to infer early biogeographical theories for the group. The anatomical revision of some species already published have been providing interesting results since their systematic status was radically modified, which is seen for †*Nardonoides* (previously considered a Cypriniformes and now a stem Ostariophysi with the supposed “Weberian apparatus” exhibiting an outline completely different from any other within the clade), †*Salminops* (previously considered a Characiformes and now close related to Crossognathiformes, an *incertae sedis* order of basal Teleosts), and †*Sorbinicharax* (previously considered a Characiformes and now an *incertae sedis* basal Euteleost impossible to be assign to any specific group, much less Otophysi). It seems quite obvious that the biogeographical history of the Otophysi clade is complex. And indeed, the comprehension of the acquisition of certain key characters, especially the Weberian Apparatus and a Compound Caudal skeleton (fusion of preural centrum 1, ural centra 1 and 2, uroneural 1 and hypural 2), remains obscure, something very clearly observed in ontogenetic studies. The Weberian apparatus is a complex structure compounded of soft and bony elements including the modified anteriormost vertebrae. It includes the modified peri- and endolymphatic spaces of the inner ear, the modified anteriormost centra, spines and arches, the resulting Weberian ossicles, and the swimbladder divided into two chambers. The Weberian apparatus includes two series of small bony elements (claustrum, scaphium, intercalarium, tripus) linked by the interossicular ligament. Its presence is an otophysan character, but its morphology and anatomy vary depending on the group. In fossil species, only the bony elements (centra and ossicles) are preserved and their homology with structures observed in modern fish is hard to establish, as the Weberian apparatus does not correspond to a modern type. One of the most latent complexities related to the phylogenetic perspective about the evolution of the Weberian apparatus and the compound caudal skeleton, is that no one has worked on these structures treating together extant and controversial fossil taxa from the Cretaceous. Here we present how the remaining fossils cannot be assigned to a specific otophysan lineage and compare the typical outline of the Weberian Apparatus and Caudal Skeleton of extant species with the fossil species “otophysan-like”. Our preliminary results suggest that the rise of the Weberian ossicles or loss of some components (1° supraneural) might be independent and that such transformation/arrangement cannot be treated as an unique complex structure; the concomitant presence of supraneural one and claustrum in some fossils pointed out the necessity of a more accurate interpretation on both extant and fossil species; the compound caudal skeleton presents a pattern of fusion only similar in the vertebrae centra to extant species, albeit presenting more than six hypurals, fringing fulcra and dorsal and ventral scutes. Finally, the re-analysis of these known fossils and the new ones together with more accurate interpretations of extant taxa will provide substantial data to unravel the principles of homology associated with these key anatomical complexes; no longer the comprehension of such process will clarify whether the distribution of the whole clade is a consequence of multiples events of dispersion or vicariance.

Key words: Otophysi, cretaceous, anatomy, homology, evolution



Rôle des habitats estuariens pour l'écologie trophique des populations d'anguilles européennes (*Anguilla anguilla* L., 1758)

DENIS Jérémy^{*1,3}, RABHI Khalef¹, LE LOC'H François², BEN RAIS Lasram Frida¹, BOUTIN Kévin¹, KAZOUR Maria¹, DIOP Mamadou¹, GRUSELLE Marie-Christine³, AMARA Rachid¹

¹ Univ. Littoral Côte d'Opale, Univ. Lille, CNRS, IRD, UMR 8187, LOG, Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences, 62930 Wimereux, France

² IRD, Univ Brest, CNRS, Ifremer, LEMAR, F-29280 Plouzane, France

³ Parc Naturel Marin des Estuaires Picards et de la Mer d'Opale, OFB, 62360 Saint-Étienne-au-Mont, France. jeremy.denis@univ-littoral.fr

Les anguilles européennes, considérées comme menacées en raison d'un déclin drastique de leurs stocks depuis les années 1980^[1], sont confrontées à de nombreuses pressions anthropiques (barrages, pêche, pollutions, etc.) rencontrées notamment lors de leur phase de développement (vie continentale). Les juvéniles d'anguilles (anguille jaune) colonisent les eaux continentales et recherchent des habitats adéquats pour grandir et accumuler suffisamment de réserves lipidiques avant d'entreprendre la migration vers la mer des Sargasses pour se reproduire^[2,3]. Les populations d'anguilles, longtemps considérée comme sédentaire en eau douce^[4], peuvent utiliser d'autres types d'habitats et résider dans les eaux saumâtres et salées^[5,6]. Cependant, le rôle de l'habitat estuarien pour l'anguille est encore mal connu et peu considéré. L'étude du rôle écologique des habitats estuariens pour les anguilles résidentes est encore extrêmement limitée^[7,8], pourtant, il est nécessaire de mieux comprendre les mécanismes qui régissent leur développement et leurs interactions avec leurs milieux. Ceci est d'autant plus vrai que le type et la qualité des habitats influencent le développement des futurs adultes reproducteurs^[9]. L'objectif principal de l'étude est d'élucider si les anguilles européennes utilisent les habitats estuariens pour se nourrir pendant leurs phases de développement en combinant l'approche directe de l'analyse du contenu digestifs et l'approche indirecte de l'analyse des isotopes stables. Cette étude visait (i) à évaluer la composition du régime alimentaire et isotopiques ($\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$) des anguilles dans les habitats estuariens, (ii) à comparer leurs niches alimentaires et isotopiques intra- et inter-estuariens, et (iii) à identifier parmi les facteurs hydromorphologiques et biologiques, ceux qui influencent leur écologie alimentaire. L'étude a été réalisée à partir d'anguilles collectées en 2019 le long d'un gradient de salinité dans six estuaires à l'hydromorphologie différente, situés le long des côtes françaises dans la Manche orientale. Les contenus digestifs d'anguilles étaient dominés par des proies typiques des estuaires, avec les Malacostracés et les Actinoptérygiens (54% et 40%, respectivement), dont le gammare *Gammarus zaddachi* et le crabe vert *Carcinus maenas* (38% et 14%, respectivement), ainsi que des anguilles jaunes plus petites et des flets européens juvéniles, *Platichthys flesus* (19% et 14%, respectivement). Les compositions en isotopes stables du carbone ($\delta^{13}\text{C}$) dans le tissu musculaire de l'anguille ont confirmé l'origine des ressources en carbone spécifiques à l'estuaire. Une plus grande variabilité des valeurs $\delta^{15}\text{N}$ et $\delta^{13}\text{C}$ dans les grands estuaires a suggéré que les anguilles se nourrissent d'un large éventail de sources alimentaires que dans les petits estuaires. La composition du régime alimentaire et isotopique n'ont révélé aucun changement clair entre les stades de maturation sexuelle et les saisons, mais une différence significative entre les estuaires. Alors que les anguilles des petits estuaires se nourrissaient principalement d'Actinoptérygiens, les anguilles des grands estuaires avaient un niveau trophique inférieur (faibles valeurs en $\delta^{15}\text{N}$) et se nourrissaient principalement de Malacostracés. Cette différence spatiale dans la niche alimentaire et isotopique dépend des conditions hydromorphologiques de l'estuaire et de la structure biologique de la population d'anguilles. Il est conclu que les anguilles ont une plasticité alimentaire par opportunisme mais une préférence pour les Malacostracés.

Références

- ^[1] Correia M.J., Costa J.L., Antunes C., De Leo G., Domingos I., 2018. The decline in recruitment of the European eel: new insights from a 40-year-long time-series in the Minho estuary (Portugal). *ICES J. Mar. Sci.* 75: 1975-1983.
- ^[2] Belpaire C.G.J., Goemans G., Geeraerts C., Quataert P., Parmentier K., Hagel P., De Boer, J., 2009. Decreasing eel stocks: survival of the fattest? *Ecol. Freshw. Fish* 18: 197-214.
- ^[3] Poole W.R., Reynolds, J.D., 1996. Growth rate and age at migration of *Anguilla anguilla*. *J. Fish Biol.*, 48: 633-642.
- ^[4] Riley W.D., Walker A.M., Bendall B., Ives, M.J., 2011. Movements of the European eel (*Anguilla anguilla*) in a chalk stream: movement of eels in a chalk stream. *Ecol. Freshw. Fish* 20: 628-635.
- ^[5] Arai T., Kotake A., Mccarthy T.K., 2006. Habitat use by the European eel *Anguilla anguilla* in Irish waters. *Estuar., Coastal Shelf Sci.* 67: 569-578.
- ^[6] Harrod C., Grey J., Mccarthy T.K., Morrissey M., 2005. Stable isotope analyses provide new insights into ecological plasticity in a



mixohaline population of European eel. *Oecologia* 144: 673-683.

- ¹⁷⁾ Jacoby D.M.P., Casselman J.M., Crook V., Delucia M.B., Ahn H., Kaifu K., Kurwie T., Sasal P., Silfvergrip A.M.C., Smith K.G., Uchida K., Walker A.M., Gollock, M.J., 2015. Synergistic patterns of threat and the challenges facing global anguillid eel conservation. *Global Ecol. Conserv.*, 4: 321-333.
- ¹⁸⁾ Righton D., Piper A., Aarestrup K., Amilhat E., Belpaire C., Casselman J., Castonguay M., Díaz E., Dörner H., Faliex E., Feunteun E., Fukuda N., Hanel R., Hanzen C., Jellyman D., Kaifu K., Mccarthy K., Miller M.J., Pratt T., Sasal P., Schabetsberger R., Shiraishi H., Simon G., Sjöberg N., Steele K., Tsukamoto K., Walker A., Westerberg H., Yokouchi K., Gollock M., 2021. Important questions to progress science and sustainable management of anguillid eels. *Fish Fish.* 22: 762-788.
- ¹⁹⁾ Marohn L., Jakob E., Hanel R., 2013. Implications of facultative catadromy in *Anguilla anguilla*. Does individual migratory behaviour influence eel spawner quality? *J. Sea Res.* 77: 100-106.

Mots-clés : Contenu digestif, régime alimentaire, niches isotopiques, chevauchement trophique, Manche orientale

SESSION 5 – SYSTÉMATIQUE, ÉVOLUTION

Mardi 15 mars 2022 – 09:55

Miroir, mon beau Miroir, dis-moi à quelle espèce de vairon *Phoxinus* (Actinopterygii, Leuciscidae) j'appartiens

DENYS Gaël P.J.^{*1,2}, DETTAÏ Agnès³, PERSAT Henri⁴, HAUTECOEUR Mélyne², KEITH Philippe²

- ¹ Unité Mixte de Service Patrimoine Naturel – Centre d'expertise et de données (UMS 2006 OFB – CNRS – MNHN), Muséum national d'Histoire naturelle, 36 rue Geoffroy-Saint-Hilaire CP 41, 75005 Paris, France. gael.denys@mnhn.fr
- ² Unité Biologie des organismes et écosystèmes aquatiques (BOREA, UMR 7208), Muséum national d'Histoire naturelle, Sorbonne Universités, Université de Caen Basse-Normandie, CNRS, IRD, 57 rue Cuvier CP26, 75005 Paris, France.
- ³ Institut de Systématique, Évolution, Biodiversité, ISYEB – UMR 7205-CNRS, EPHE, Muséum national d'Histoire naturelle, Sorbonne Université, 57 rue Cuvier CP26, 75005 Paris, France.
- ⁴ Société Française d'Ichtyologie, Muséum national d'Histoire naturelle, 43 rue Cuvier CP26, 75005 Paris, France.

Le vairon *Phoxinus phoxinus* Linnaeus, 1758 est connu comme étant un petit Leuciscidé avec une distribution eurasiatique (Kottelat & Freyhof, 2007), arborant des colorations nuptiales durant la période de reproduction. La taxonomie de ce taxon a été révisée ces quinze dernières années. En France, deux espèces ont été décrites à partir de données morpho-méristiques (Kottelat, 2007) : *Phoxinus bigerri* Kottelat, 2007 dans le bassin de l'Adour et *Phoxinus septimaniae* Kottelat, 2007 dans les bassins côtiers du Languedoc-Roussillon. Une quatrième espèce récemment revalidée à partir de données moléculaires, *Phoxinus csikii* Hankó, 1922, a été détectée dans le Léman et dans le bassin du Rhin (Palandacic *et al.*, 2017 ; Denys & Manné, 2019). Cependant, les caractères morphologiques utilisés pour identifier ces espèces (*e.g.*, forme du museau busqué, présence d'écaillés entre la base des nageoires pectorales) sont très difficiles à observer, surtout sur les spécimens vivants. Il est alors difficile de convaincre les pêcheurs et les gestionnaires de l'intérêt patrimonial de ce poisson utilisé jusqu'à présent uniquement comme appât à truite. Les dernières études moléculaires sur les populations européennes de vairon ont mis en évidence une très grande diversité cryptique avec des lignées évolutives dans chaque grand bassin (*e.g.*, Palandačić *et al.*, 2017 ; Denys *et al.*, 2020). Ainsi, une révision taxonomique sur les populations françaises a été réalisée selon une approche intégrative, intégrant l'utilisation de données moléculaires et morphologiques, dont les colorations nuptiales. Plus de 1000 spécimens provenant de 116 stations ont été étudiés, dont 411 individus issus de 44 populations en robe nuptiale. Nos résultats sur le marqueur mitochondrial du *COI* et les observations de robes nuptiales sont congruents pour délimiter 6 lignées évolutives distinctes dont 2 nouvelles espèces *P. fayollarum* dans le bassin de la Loire et *P. dragarum* dans le bassin de la Garonne. *P. septimaniae* est présent également dans le bassin du Rhône, tandis que *P. phoxinus* est restreint sur les bassins de la Seine, Meuse et du Rhin (Denys *et al.*, 2020). Les robes nuptiales apparaissent alors être le meilleur caractère pour l'identification des espèces de *Phoxinus*, ouvrant des nouvelles perspectives et opportunités de recherche.

Références

- Denys G.P.J., Manné S., 2019. First record of *Phoxinus csikii* Hankó, 1922 (Actinopterygii, Cypriniformes) in France. *Cybium* 43(2): 199-202. <https://doi.org/10.26028/cybium/2019-423-008>
- Denys G.P.J., Dettai A., Persat H., Daszkiewicz P., Hauteceur M., Keith P. 2020. Revision of *Phoxinus* in France with the description of two new species (Teleostei, Leuciscidae). *Cybium* 44(3): 205-237. <https://doi.org/10.26028/cybium/2020-443-003>
- Kottelat M., 2007. Three new species of *Phoxinus* from Greece and southern France (Teleostei: Cyprinidae). *Ichthyol. Explor. Freshw.* 18(2): 145-162.
- Kottelat M., Freyhof J., 2007. Handbook of European Freshwater Fishes. 646 p. Cornol: Publication Kottelat.



Palandačić A., Naseka A., Ramler D. & Ahnelt H., 2017. Contrasting morphology with molecular data: an approach to revision of species complexes based on the example of European *Phoxinus* (Cyprinidae). *BMC Evol. Biol.* 17: 184. <https://doi.org/10.1186/s12862-017-1032-x>

Mots-clés : *Phoxinus*, taxonomie intégrative, cytochrome oxydase sous-unité 1, robe nuptiale, France

SESSION 9 – PHYSIOLOGIE, REPRODUCTION, TRAITS DE VIE

Jeudi 17 mars 2022 – 13:55

Premiers éléments des traits de vie du brochet aquitain *Esox aquitanicus*

DENYS Gaël P.J.^{*1,2}, RECH Guillaume^{1,3}, CHARDARD Dominique³, ROYER Lucas³, GUYON Louis², SALAUN Clarice², ESCARPIT Marion⁴, RENARD Vincent⁴, HAUTECOEUR Mélyne¹, AUDEBERT Fabienne², TELETCHÉA Fabrice³

¹ Unité Mixte de Service Patrimoine Naturel – Centre d'expertise et de données (UMS 2006 OFB – CNRS – MNHN), Muséum national d'Histoire naturelle, 36 rue Geoffroy-Saint-Hilaire CP 41, 75005 Paris, France. gael.denys@mnhn.fr

² UMR Biologie des organismes et écosystèmes aquatiques (BOREA 8067), MNHN, CNRS, IRD, SU, UCN, UA, 57 rue Cuvier CP26, 75005 Paris, France

³ Université de Lorraine, UR Animal et Fonctionnalités des Produits Animaux (AFPA), BP 70239 - 54506 Vandœuvre-lès-Nancy, France.

⁴ Fédération Départementale des Landes pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques, 102 allées Marines, 40400 Tartas, France.

Le brochet aquitain *Esox aquitanicus* Denys, Dettai, Persat, Hautecoeur & Keith, 2014 est une espèce de poisson téléostéen décrite en 2014, endémique des bassins de la Charente, de la Garonne, de la Leyre et de l'Adour. Cette espèce à forte valeur patrimoniale a été classée comme Vulnérable lors de la dernière évaluation UICN en 2019, car menacée par l'activité humaine et l'introduction du brochet commun *Esox lucius* avec lequel elle s'hybride. A ce jour, nous ne connaissons ni sa biologie ni son écologie. Une étude pluridisciplinaire a été menée pour mieux connaître la biologie de cette espèce à partir de deux populations des Landes : étude du développement embryon-larvaire, analyse des parasites, sclérochronologie à partir des otolithes pour connaître la période de reproduction. Ainsi l'étude des premiers stades de vie a permis de mettre en évidence des caractéristiques, que ce soit pour les œufs (adhésifs, démersaux) et des larves (taille à l'éclosion), similaires à ceux du brochet commun avec notamment une température optimale de développement autour de 12°C. La parasitologie a mis en évidence l'existence de différents ectoparasites en particulier des copépodes, et des mésoparasites du tube digestif : de nématodes et un cestode. Cependant, leur identification n'a pas pu se faire du fait du manque de connaissances sur les parasites des poissons d'eau douce européens et de l'absence de séquence de référence pour l'identification moléculaire. Enfin, l'otolithométrie indique que la reproduction du brochet aquitain dans les Landes aurait lieu bien plus tôt (janvier) que les périodes connues à l'échelle nationale pour le brochet commun, à savoir février-avril. Ces travaux confirment les résultats obtenus sur les premiers stades de vie. D'autres études en lien avec l'écologie et la croissance sont en cours. Mais ces résultats apportent déjà de nouveaux éléments pour la conservation de cette espèce.

Mots-clés : Conservation, espèce endémique, ontogénie, parasitologie, sclérochronologie

Lien vers une vidéo promotionnelle des actions de conservation pour le brochet aquitain par la FDAAPPMA40 (film BFT-MEDIA) : <https://youtu.be/l6f4OC5ppWs>



Estimation des populations de lamproie marine : élaboration d'un modèle utilisant un simple comptage de nids

DHAMELINCOURT Marius*¹, TENELIER Cédric²

¹ Université de Pau et des Pays de l'Adour, E2S UPPA, INRAE, ECOBIOP, 173 route de Saint-Jean de Luz 64310 Saint-Pée-sur-Nivelle, France. marius.dhamelincourt@inrae.fr

² Pôle Gestion des Migrateurs Amphihalins dans leur Environnement, OFB, INRAE, Agrocampus Ouest, Univ Pau & Pays Adour/ E2S UPPA, Pau, France. cedric.tentelier@univ-pau.fr

Les écosystèmes d'eau douce comptent parmi les plus menacés à l'échelle mondiale et de nombreuses espèces sont en danger, parfois à court terme. Parmi celles-ci se trouve la lamproie marine (*Petromyzon marinus* L.). L'espèce présente une phase larvaire en eau douce pouvant durer jusqu'à huit ans avec un mode de vie filtreur. Les individus se métamorphosent ensuite et rejoignent l'océan, adoptant un mode de vie parasite. Après deux ans de vie marine les individus remontent dans les cours d'eau pour atteindre les zones de reproduction. Cette reproduction, suivie par la mort des individus, se caractérise par la construction de nids, facilement visibles car constitués d'une dépression suivie par les pierres et galets retirés lors du creusement. Le constat actuel d'un déclin des populations, généralisé en Europe, incite à chercher des solutions pour y remédier. Pour ce faire, il est nécessaire de disposer d'outils de suivi de ces populations. Les méthodes actuellement utilisées présentent différentes limites. Ainsi, les pièges des passes à poissons sont souvent peu efficaces sur l'espèce et présentent un fort taux d'échappement. Les pêcheries, quant à elles, sont cantonnées à quelques sites spécifiques très en aval et ne permettent donc pas de rendre compte de la présence effective de géniteurs sur les différents axes d'un bassin versant. Enfin, les méthodes de Capture-Marquage-Recapture sont lourdes à mettre en œuvre et ne peuvent permettre un suivi à grande échelle sans la mise en œuvre de moyens conséquents, tant humains que financiers. Les différentes limites inhérentes à ces méthodes incitent à chercher d'autres moyens permettant un suivi quantitatif mais également rapide à mettre en œuvre sur de multiples sites pour un coût raisonnable. Or, le signe de présence de l'espèce le plus facilement observable est le nid. Cette structure peut être identifiée et comptabilisée rapidement sur un site. Un autre avantage de l'utilisation des nids est de pouvoir estimer le nombre d'individus se reproduisant réellement parmi un pool de géniteurs potentiels. L'objectif de notre étude est donc de développer une méthode permettant de comptabiliser le nombre de géniteurs sur site via un comptage le nid. Pour ce faire, une approche de modélisation bayésienne est mise en œuvre, à l'aide d'un modèle de type ABC (*Approximate Bayesian Computation*). En simulant le comportement reproducteur des lamproies à partir de différentes valeurs de paramètres, ce dernier permet de retrouver le nombre d'individus aboutissant au comportement réellement observé, c'est-à-dire le nombre de nids actifs (avec des individus) comptabilisés sur le site d'étude. Les paramètres pris en compte sont notamment le nombre de nids par individu, le nombre d'individus par nid, le temps de résidence, le sex-ratio, la durée de présence sur un nid et la durée de la saison de reproduction. Ces différents paramètres ont été obtenus lors d'une étude antérieure couplant Capture-Marquage-Recapture, comptage des nids et observations comportementales individuelles et complétés par une étude bibliographique. La présentation proposée détaillera la démarche mise en œuvre et les différentes étapes de fonctionnement du modèle, ainsi que les résultats obtenus selon différents paramétrages. Ces derniers indiquent notamment que le modèle peut estimer la population d'un site en connaissant simplement le nombre maximal de nids actifs sur une journée et la médiane du nombre de nids creusés par jour. L'objectif final du modèle est son inclusion dans une application conviviale permettant à tout gestionnaire de réaliser un suivi des populations sur un site donné, en ayant uniquement à sa charge un comptage de nid hebdomadaire (fréquence suffisante d'après les simulations effectuées). Une première version de l'application sera présentée en vue d'être modifiée selon les commentaires reçus.

Mots-clés : Lamproie marine, conservation, suivi des populations, gestion, modélisation



Biomonitoring actif et biomonitoring passif : quelle méthode pour mieux évaluer la contamination des habitats estuariens et marins par les éléments traces métalliques (ETM), les HAP, PCB et les pesticides ?

DIOP Mamadou^{*1}, COUTEAU Jérôme², TAVERNIER Eric¹, KAZOUR Maria¹, DENIS Jérémie¹, LAROCHE Jean³, OUDDANE Baghdad⁴, DUONG Gwendoline¹, GEVAERT François¹, AMARA Rachid¹

¹ Université du Littoral Côte d'Opale, CNRS, Univ. Lille, UMR 8187, LOG, Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences, 32 avenue Foch, Wimereux, France. mamadou.diop@univ-littoral.fr

² TOXEM - Le Havre, France

³ Université Brest, CNRS, IRD, Ifremer, LEMAR, 29280 Plouzané, France

⁴ LASIR UMR 8516, Lille, France

Les zones marines et estuariennes sont constamment soumises à l'introduction de polluants naturels et anthropiques, qui sont pour la plupart adsorbés par des particules en suspension et s'accumulent ensuite dans les sédiments constituant une source importante de contamination et de risque pour les organismes vivants. Les réponses des organismes vis-à-vis de la qualité de leurs habitats peuvent être évaluées à partir de bioessais en laboratoire, à travers des prélèvements d'organismes sauvages (biomonitoring passif) ou à partir de l'encagement d'organismes sur sites (biomonitoring actif). L'objectif de cette étude était de comparer le biomonitoring actif et le biomonitoring passif sur un modèle de poisson, le flet (*Platichthys flesus*), pour l'évaluation de la contamination chimique des habitats marins et estuariens. L'encagement a été réalisé au niveau de quatre sites dont trois dans la Seine (Rouen, Avant-Port du Havre et Fosse Nord) et un dans la Canche. La durée de l'encagement était d'un mois. Les échantillons *in natura* ont été pêchés au niveau de la Fosse Nord et de la Canche. Au niveau de chaque site, des échantillons de sédiments ont été prélevés pour quantifier la contamination chimique. Pour mesurer le transfert des contaminants des sédiments vers les poissons, après prélèvement, les muscles des poissons ont été prélevés et les éléments traces métalliques (As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn), les HAP, les PCB et les pesticides ont été mesurés. Les résultats montrent que la contamination chimique des sédiments de Rouen était plus élevée par rapport aux autres sites. La contamination des sédiments de Rouen était 10, 7 et 2 fois plus contaminés que les sédiments de la Canche respectivement en métaux, en PCBs et en HAPs. Après Rouen, les sédiments de la Fosse Nord présente les teneurs les plus élevées en PCB tandis que les sédiments de l'Avant-port du Havre sont plus contaminés en métaux et ceux de la Canche plus concentrés en HAP. Mis à part les PCB qui sont plus concentrés dans les poissons encagés à Rouen, le profil de contamination des poissons encagés était différent de celui des sédiments. Les poissons encagés au niveau de la Fosse Nord avaient concentré plus de HAP et de pesticides et ceux de l'Avant-port du Havre ont concentré plus d'ETM. Les concentrations des contaminants chimiques dans les poissons *in natura* prélevés dans la Seine (Fosse Nord) et dans la Canche ont montrés que les poissons de la Fosse Nord concentrent plus les PCB que ceux de la Canche et ces derniers accumulent plus les métaux et les pesticides. Pour un même site, la comparaison des concentrations de contaminants bioaccumulés entre les poissons *in natura* et les poissons encagés montre que la bioaccumulation est toujours plus importante dans les poissons encagés comparés aux poissons prélevés directement dans la nature. L'encagement semble être la méthode la plus appropriée pour évaluer la contamination chimique des milieux aquatiques.

Mots-clés : Éléments traces métalliques, HAP, PCB, pesticides, biomonitoring actif, biomonitoring passif, flet (*Platichthys flesus*)

**Relations entre les niveaux de contaminants et les réponses des biomarqueurs en fonction de la densité et du temps d'exposition chez les juvéniles de flets encagés**DIOP Mamadou¹, COUTEAU Jérôme², TAVERNIER Eric¹, LAROCHE Jean³, OUDDANE Baghdad⁴, DUONG Gwendoline¹, DENIS Jérémie¹, GEVAERT François¹, AMARA Rachid¹¹ Université du Littoral Côte d'Opale, CNRS, Univ. Lille, UMR 8187, LOG, Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences, 32 avenue Foch, Wimereux, France. mamadou.diop@univ-littoral.fr² TOXEM, Le Havre, France³ Université Brest, CNRS, IRD, Ifremer, LEMAR, 29280 Plouzané, France⁴ LASIR UMR 8516, Lille, France

Le but de ce travail était de tester l'utilisation du biomonitoring actif (caging) pour évaluer la qualité des milieux aquatiques. Les effets de la densité des poissons par cage et de la durée d'exposition sur l'accumulation des éléments traces métalliques et sur les réponses des biomarqueurs physiologiques, biochimiques et immunitaires ont été analysés. L'encagement a été mené sur des flets juvéniles (*Platichthys flesus*) dans l'estuaire de la Seine. Les poissons ont été placés dans des cages à différentes densités (5, 10 et 15 poissons) et exposés pendant 15 et 30 jours. Les sédiments à proximité des cages ont été analysés pour leur teneur en éléments traces métalliques (ETM). Les ETM et plusieurs biomarqueurs liés à la croissance, à la performance physiologique, à la génotoxicité, à la neurotoxicité et à l'immunotoxicité ont été mesurés dans les poissons. Les résultats montrent que les éléments comme Hg, Cd, Cu, Pb et Zn sont les plus représentatifs dans les sédiments. Les concentrations en ETM mesurées dans les muscles des flets à T0 et après 15 et 30 jours de mise en cage ont montré que Ag, Ni, Ti, Hg, Cu, Mn, Sr et Zn ont tendance à s'accumuler dans les muscles des poissons mis en cage par rapport à T0. L'accumulation des ETM comme Ag, Ti, Hg, Mn et Zn est significativement plus importante (Kruskall Wallis, $p < 0.05$) chez les poissons exposés pendant 15 jours par rapport à ceux exposés pendant 30 jours. Pour la même durée d'exposition, la densité du poisson n'a pas d'effets sur la concentration en ETM dans les muscles des flets. Les réponses des biomarqueurs ont montré qu'à densité égale, le rapport TAG/Chol et les teneurs en protéines sont significativement plus élevés chez les poissons exposés pendant 30 jours par rapport aux poissons exposés pendant 15 jours. Ces derniers sont caractérisés par une augmentation de la nécrose des cellules de la rate associée à une déstabilisation leucocytaire alors que les flets mis en cage pendant 30 jours montrent une inhibition des activités de l'AcChE et une activation de l'EROD. Notre étude souligne que pour faire une évaluation optimale de l'états de la pollution par les ETM des milieux aquatiques tout en respectant le bien-être animal, des durées d'expositions courtes (15 jours) avec des densités faibles ($0,173 \pm 0,011$ g/L) de poissons par cage suffisent. L'étude doit être élargie sur les contaminants organiques en utilisant cette technique avec des cages améliorées facilitant l'accès à la nourriture aux juvéniles de poissons.

Mots-clés : Éléments traces métalliques, biomonitoring, durée d'exposition, densité des poissons, indices de fitness, biomarqueurs écotoxicologiques

Écologie alimentaire de la carpe commune, *Cyprinus carpio* (L.) dans la retenue du barrage de Sidi SalemDJAÏT Houda¹, BEN HASSINE Oum Kalthoum¹, LAOUAR Houcine², MISSOUI Nejiba², BAHRI-SFAR Lilia^{*1}¹ Université de Tunis El Manar, Faculté des Sciences de Tunis, Laboratoire de Biodiversité, Parasitologie et Écologie des Écosystèmes Aquatiques, 2092 Tunis, Tunisie. houdamarine@gmail.com, lilia.barhri@fst.utm.tn, oumkalthoum.hassine@gmail.com² Centre Technique d'Aquaculture, 5 rue du Sahel Montfleury, 1009 Tunis, Tunisie. missaoui.nejiba@iresagrinet.tn, houcine.laouar@gmail.com

Le Cyprinidae *Cyprinus carpio* a été introduit dans les eaux douces tunisiennes depuis les années 1965-1966. Aujourd'hui, cette espèce est bien établie (Djemali 2005, Mili *et al.* 2016). Au niveau de la retenue du barrage de Sidi Salem, la production de *C. carpio* est importante avec un maximum de 303 t en 2012 et un minimum de 161 t en 2008 (Données DGPA de 2008-2017). *C. carpio* est connue pour être une espèce envahissante dans les plans d'eau où elle a été introduite (Lowe *et al.* 2004). Elle peut entraîner des changements radicaux de la faune et de la flore au niveau de son environnement (Maceda-Veiga *et al.* 2017). Il est par conséquent nécessaire d'apporter des informations sur l'écologie



alimentaire des carpes introduites dans les eaux douces tunisiennes. Cette étude a été menée dans la retenue du barrage de Sidi Salem. Les individus ont été récoltés à partir de trois stations (Aval, Oued Zargha et centrale) durant l'année 2011-2012 et d'une quatrième station en amont de la retenue durant l'année 2012-2013. Au total 303 individus ont été pêchés au cours de la première année d'échantillonnage et 309 au cours de la seconde année. Parmi les individus récoltés en 2011-2012, 112 (37%) avaient des estomacs vides et 68 (22%) pour ceux échantillonnés en 2012-2013. Les coefficients de vacuité montrent des différences significatives en fonction des saisons au cours des deux années d'échantillonnage. Entre les sexes (male, femelle et immature), des différences n'ont pu être mises en évidence que durant la première année d'échantillonnage (2011-2012). Les spécimens immatures présentent les coefficients de vacuité les plus bas (CV = 27%) indiquant qu'ils ont tendance à s'alimenter davantage pour leur besoin de croissance. L'analyse qualitative et quantitative du contenu stomacal a montré que les proies dominantes de ce Cyprinidé sont les Arthropodes (%PV = 64). Les macrophytes constituent le deuxième type d'aliment le plus consommé en termes de % V, % F et %PV (%PV = 15). D'autres proies contribuent de manière beaucoup plus faible au régime alimentaire de *C. carpio* (Nématodes, Microalgues, Foraminifères, Cyanobactéries et Sable). Les valeurs de proéminence (PV) de ces catégories sont faibles (moins de 9%). L'analyse ANOSIM montre des différences significatives du %PV entre les saisons au niveau de la station amont. *C. carpio* est spécialiste des Arthropodes et présente une étroite niche trophique. Ces connaissances apportées à l'écologie alimentaire de *Cyprinus carpio* au niveau de la retenue de Sidi Salem sont nécessaires pour les plans de gestion de la pêche et les stratégies de préservation de la biodiversité dans cette retenue.

Références

- DGPA, 2018. Annuaire des statistiques de pêche de la Direction Générale de la Pêche et de l'Aquaculture. Direction Générale de la pêche et de l'Aquaculture, Tunis.
- Djemali I., 2005. Évaluation de la biomasse piscicole dans les plans d'eau douce tunisiens : approches analytique et acoustique. Thèse de Doctorat, 218 p. Univ. Carthage, Tunisie.
- Maceda-Veiga A., Lopez R., Green A.J. 2017. Dramatic impact of alien carp *Cyprinus carpio* on globally threatened diving ducks and other waterbirds in Mediterranean shallow lakes. *Biol. Conserv.* 212: 74-85.
- Mili S., Ennouri R., Laouar H., Ben Romdhane N., Missaoui H., 2016. Étude des peuplements piscicoles de la retenue du barrage de Sidi Salem. *J. New. Sci.* 27(1): 1454-1465.

Mots-clés : *Cyprinus carpi*, retenue du barrage de Sidi Salem, écologie trophique, Tunisie

Distribution de *Cryptocotyle* dans sept espèces de poissons commerciaux échantillonnés en Manche et en mer du Nord

DUFLOT Maureen^{1,2}, CRESSON Pierre³, JULIEN Maéva¹, CHARTIER Léa¹, BOURGAU Odile¹, MATTIUCCI Simonetta⁴, MIDELET Graziella¹, GAY Mélanie^{*1}

¹ ANSES, Laboratoire de Sécurité des Aliments, 62200 Boulogne-sur-Mer, France. Maureen.dufлот@outlook.fr, maevjuli@gmail.com, chrtlea02@gmail.com, odile.bourgau@anses.fr, graziella.midelet@anses.fr, melanie.gay@anses.fr

² Université du Littoral Côte d'Opale, Boulogne-sur-Mer, France

³ Ifremer, Centre Manche-Mer du Nord, Boulogne-sur-Mer, France. pierre.cresson@ifremer.fr

⁴ Department of Public Health and Infectious Diseases, Section of Parasitology, "Sapienza-University of Rome", Rome, Italy. simonetta.mattiucci@uniroma1.it

Une grande diversité de parasites peut être observée dans tous les organes des produits de la mer. Au-delà de la classification taxonomique, ils peuvent être classés selon leur potentiel zoonotique. Certains sont uniquement des agents pathogènes de poissons (pou du saumon, *Lepeophtheirus salmonis*) d'autres sont des agents reconnus comme zoonotiques (Anisakidae, Diphyllbothriidae) et ayant donc un impact important en santé publique. La troisième catégorie de parasites regroupe quant à elle tous ceux pour lesquels la dimension zoonotique est suspectée ou indéterminée (Trématodes, Myxosporidies). Les parasites du genre *Cryptocotyle* sont des trématodes potentiellement zoonotiques infestant mondialement plusieurs espèces de poisson. À ce jour, l'impact de *Cryptocotyle* sur la santé humaine reste inconnu. Par ailleurs, peu de publications décrivent les méthodes pour l'isolement et/ou l'identification de ce parasite et peu de données sont disponibles sur la distribution de ces parasites au sein des poissons marins fréquemment consommés. Les niveaux d'infestation par *Cryptocotyle* ont été évalués pour 7 espèces de poissons : le hareng (*Clupea harengus*), le sprat (*Sprattus sprattus*), le merlan (*Merlangius merlangus*), le tacaud (*Trisopterus luscus*), la limande (*Limanda limanda*), le flet (*Platichthys flesus*) et la plie (*Pleuronectes platessa*). Les échantillons (1 586 poissons) ont été collectés au cours des



campagnes International Bottom Trawl Survey (IBTS) en Manche Orientale et mer du Nord en Janvier 2019 et 2020. Les infestations par *Cryptocotyle* ont été estimées par un comptage des *black spots* sur l'ensemble de la surface du corps des individus. L'identification des métacercaires a été réalisée par des méthodes classiques, basées sur des observations microscopiques de leur morphologie et par des méthodes moléculaires, basées sur des séquençages Sanger de fragments du gène mitochondrial *cox1* et de la région *ITS* de l'ADN ribosomal. Les données morphologiques ont été comparées aux données de la littérature. Des arbres phylogénétiques incluant des séquences de référence ont été construits pour confirmer les identifications morphologiques et moléculaires. Les prévalences, intensités et abondances étaient variables en fonction des espèces de poissons et des zones de pêche. Des métacercaires ont été observées dans 325 des 1586 poissons analysés, soit une prévalence globale de 20,5%. Les intensités d'infestation (nombre de parasites par hôte infesté) variaient de 1 à 1104 parasites. Cette étude constitue la première description de métacercaires de *C. lingua* et *C. concava* dans les écosystèmes de la Manche Orientale et de la mer du Nord.

Mots-clés : *Cryptocotyle*, trématode, poisson, écosystèmes aquatiques, Manche Orientale, mer du Nord, métacercaire, black spot diseases

Caractérisation des hydrosystèmes de l'archipel de Saint-Pierre et Miquelon en lien avec le développement de la pêche sportive de l'omble de fontaine *Savelinus fontinalis*

DURAND Erwan^{*1}, DROGUE Gilles², TELETCHÉA Fabrice³

¹ Fédération Territoriale de Pêche de Saint-Pierre et Miquelon, Saint-Pierre, France. erwan.durand7@etu.univ-lorraine.fr

² LOTERR, Université de Lorraine, Metz, France. gilles.drogue@univ-lorraine.fr

³ Université de Lorraine, INRAE, URAFPA, 54000 Nancy, France. fabrice.teletchea@univ-lorraine.fr

L'archipel de Saint-Pierre et Miquelon est situé à une vingtaine de kilomètres de la côte sud de Terre-Neuve (Canada). Cet archipel abrite quelques espèces diadromes et notamment l'omble de fontaine, qui est de très loin le poisson le plus prisé en pêche sportive. Malgré certains travaux au cours des dernières décennies, les hydrosystèmes de cet archipel restent encore très mal connus. Dans ce cadre, le projet présenté a pour objectifs (1) d'établir une base de données la plus précise possible sur le Système d'Information Géographique (SIG) des plans et cours d'eau de l'archipel ainsi que de leurs principales caractéristiques (longueur, largeur, bathymétrie, volume, bassin hydrographique...), en se focalisant notamment sur les zones clés pour l'omble de fontaine (cours d'eau pour la migration, zones de frayères...), (2) d'établir un cahier des charges précis et réaliste pour pouvoir analyser le fonctionnement des divers plans d'eau et cours d'eau : analyse des débits, de la qualité d'eau (pH, T°C, conductivité, O₂ dissous, turbidité...), (3) d'équiper quelques stations de sondes pérennes et de réaliser des mesures *in situ*, et (4) de proposer d'éventuels aménagements pour rétablir la continuité écologique (migrations des poissons notamment) qui seraient validés par l'ensemble des parties prenantes localement. À ce jour, une liste exhaustive de l'ensemble du réseau hydrographique de l'archipel a été dressée à partir d'un recueil d'archives et de témoignages. Cette hydrothèque constitue une base de travail répertoriant des indices hydrologiques des bassins versants de premier ordre, la surface des plans d'eau, ainsi que la longueur et la pente des cours d'eau calculés à partir d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) à haute résolution spatiale. Parallèlement, des travaux de terrain réalisés au cours de l'été 2021 ont permis une description hydromorphologique détaillée du ruisseau Savoyard et de la Belle Rivière, par la méthode QUALPHY. Il a été ainsi mis en évidence l'impact des activités anthropiques. Des relevés hydrométriques et des analyses physico-chimiques de la qualité de l'eau ont également été réalisés, une fois sur chaque tronçon et quotidiennement à l'exutoire du ruisseau Savoyard. Enfin, une campagne bathymétrique a permis de modéliser la forme de l'étang de Savoyard. L'ensemble des résultats obtenus ainsi que les perspectives de ce travail pour les deux prochaines années seront présentés.

Mots-clés : Saint-Pierre et Miquelon, omble de fontaine, climatologie, hydrométrie, chimie



CONFÉRENCE INVITÉE

Mardi 15 mars 2022 – 13:05

Évolution et écologie des Mugilidae

DURAND Jean-Dominique¹

¹ MARBEC, Université de Montpellier, Bat 24 cc093, Place Eugène Bataillon, 34095 Montpellier CEDEX, France.
Jean-Dominique.Durand@ird.fr

Les Mugilidae sont une famille de poisson à la fois fréquente et abondante dans la plupart des eaux côtières du globe. Toutes les espèces de cette famille sont des consommateurs primaires situés dans les premiers niveaux du réseau trophique et joue un rôle écologique essentiel dans le transfert d'énergie entre les différents écosystèmes côtiers. Pour autant et malgré de nombreuses études menées depuis deux siècles, la systématique de cette famille est encore débattue. La principale raison de cette situation est la faible variabilité de la morpho-anatomie de ces espèces, ou quand elle existe, la difficulté à l'interpréter en terme d'évolution. Pour apporter un nouvel éclairage à cette problématique, j'ai mené ces dix dernières années des études de phylogénie moléculaires, de génétique des populations et d'écologie des populations. Ces travaux ont permis la critique des phylogénies basées sur les caractères morpho-anatomiques, une profonde révision de la taxonomie sur la base de la phylogénie moléculaire et la mise à jour d'une diversité spécifique beaucoup plus importante que décrite jusqu'à présent. Ces travaux m'ont amené à m'interroger sur l'origine des espèces en particuliers au sein de complexe d'espèces cryptiques, sur la notion d'espèce et finalement sur leur délimitation.

Mots-clés : Phylogénie moléculaire, taxonomie intégrative, isolement reproducteur, espèces cryptiques

SESSION 6A – CONSERVATION

Mercredi 16 mars 2022 – 14:25

Tendances contrastées entre les espèces et les bassins versants dans les comptages de poissons amphihalins au cours des 30 dernières années en France

EL MADOURI Loubna*¹, LEGRAND Marion^{1,2}, BRIAND Cédric³, BUISSON Laëticia¹, LAFFAILLE Pascal¹

¹ Laboratoire Écologie Fonctionnelle et Environnement, Université de Toulouse, CNRS, INP, UPS, Toulouse, France.
loubna.elmadouri@toulouse-inp.fr, laetitia.buisson@univ-tlse3.fr, pascal.laffaille@ensat.fr

² Association Loire Grands Migrateurs (LOGRAMI), 8 rue de la Ronde, 03500 Saint-Pouçain sur Sioule, France.
marion.legrand@logrami.fr

³ Établissement Public Territorial du Bassin de la Vilaine (EPTB Vilaine), Boulevard de Bretagne, La Roche-Bernard, France.
cedric.briand@eptb-vilaine.fr

Une sixième grande extinction est-elle en train de se produire ? Le rapport de l'IPBES (2019) fait état d'un taux mondial d'extinction des espèces en accélération. Aux origines de ce déclin, plusieurs facteurs parmi lesquels les changements d'utilisation des terres, l'exploitation directe, les invasions biologiques, la pollution et le changement climatique. Ce dernier, du fait de son rythme d'accélération important et des risques d'interactions avec les autres facteurs, est particulièrement étudié dans ce contexte de déclin des espèces. Les poissons, qu'ils vivent en mer ou en rivière, n'échappent pas à ces déclins. En Europe, il est estimé que 40% des poissons d'eau douce sont menacés d'extinction, ce qui en fait le deuxième groupe le plus touché. Parmi eux, les espèces amphihalines, qui représentent environ 0,7% des espèces connues de poissons dans le monde, font l'objet d'une attention particulière du fait de leur forte valeur commerciale, écologique et patrimoniale. Elles ont ceci de particulier qu'elles réalisent un cycle de vie complexe, en eau douce et en eau salée, jouant, au cours de leur migration, un rôle primordial de transfert de matière et d'énergie. Ainsi, ces espèces sont particulièrement vulnérables aux pressions anthropiques et au changement climatique puisqu'elles cumulent, au cours de leur cycle de vie, les pressions des différents milieux dans lesquelles elles vivent et/ou transitent. Dans ce contexte, les auteurs se sont intéressés à l'évolution des effectifs des espèces amphihalines en France durant les 30 dernières années, lors de leur migration de montaison (*i.e.* de l'aval vers l'amont). Pour cela, nous avons utilisé un jeu de données issues de l'échantillonnage de 43 stations de comptage situées sur 29 rivières et 18 bassins versants, et portant sur cinq taxons : *Anguilla anguilla*, *Alosa* spp. (regroupant *Alosa alosa* et *A. fallax*), *Petromyzon marinus*, *Salmo salar* et *S. trutta*. Les effets de cinq facteurs susceptibles d'influer sur les effectifs ont également été testés : le bassin versant, la latitude, la présence de pêcheries commerciales, l'amélioration de la continuité écologique et la présence d'un programme de déversement pour le saumon. Ce travail a permis de mettre en évidence des tendances contrastées dans les comptages de poissons entre les espèces à l'échelle nationale, avec des taxons en net déclin sur la période considérée (*Alosa* spp. et *Petromyzon marinus*),



une espèce ne montrant pas de réelle tendance dans l'évolution de ses effectifs (*Salmo salar*) et deux espèces en légère augmentation (*Anguilla anguilla* et *Salmo trutta*). Un effet bassin versant important a également été mis en évidence pour tous les taxons à l'exception d'*A. anguilla*, indiquant des tendances contrastées entre les bassins ou les stations de comptage. Enfin, aucun effet significatif des caractéristiques du bassin versant (*i.e.* présence de pêcheries commerciales, continuité écologique et programme de déversement) n'a été observé. Dans un contexte d'accélération des effets des changements globaux, ce travail permet d'offrir un état des lieux récent des évolutions des effectifs des populations de poissons amphihalins en France et, ce faisant, d'ouvrir de nouvelles perspectives de recherche. En effet, une diminution de la taille en réponse aux changements climatiques a été mise en évidence pour quelques espèces amphihalines, ainsi que ses implications en termes de dynamiques de population (fécondité, risque d'extinction). Dans ce cadre, nous testons actuellement l'hypothèse d'une modification de la taille en lien avec des pressions globale ou locale.

Mots-clés : Poissons diadromes, migration anadrome, surveillance, étude à long terme, comptage

Connectivité entre populations du gobie amphidrome *Sicyopterus lagocephalus* (Pallas, 1770) dans le sud-ouest de l'océan Indien, mise en évidence par une approche de modélisation hydrodynamique.

ELLIEN Céline¹

¹ BOREA, Muséum national d'Histoire naturelle, 43 rue Cuvier, 75231 Paris CEDEX 05, France. celine.ellien@mnhn.fr

Le gobie amphidrome *Sicyopterus lagocephalus* (Pallas, 1770) est largement réparti dans tout le bassin Indo-Pacifique. Son cycle de vie particulier se caractérise par des stades juvénile et adulte peuplant les rivières de îles volcaniques tropicales et un stade marin dispersif : le stade larvaire. Dans le Sud-Ouest de l'océan Indien, ce gobie est présent dans les archipels des Mascareignes et des Comores et constitue une unique population, comme l'a révélé une étude de génétique de populations menée il y a quelques années. La question se pose alors de la connectivité entre ces deux archipels, distants de 1500 km, connectivité qui impliquerait le stade larvaire planctonique. Afin d'évaluer les possibilités d'échanges larvaires entre Mayottes, les Comores, La Réunion (représentée dans le modèle par 4 zones) et Maurice (représenté par 2 zones), les trajectoires de migration potentiellement suivies par les larves durant leur phase dispersive ont été simulées en utilisant un modèle hydrodynamique 3D, couplé à un modèle Lagrangien de transport larvaire. Huit sites de ponte, coïncidant avec les zones de recrutement, ont été définies, et les particules/larves ont été émises à une fréquence mensuelle, afin de quantifier les flux larvaires possibles entre populations, et in fine, de déterminer la ou les région(s) les plus efficaces pour fournir des larves aux différentes populations. Un total de 168 simulations, couvrant les périodes de 2005 à 2018, a été réalisé, basé sur des paramètres biologiques spécifiques (amplitude de la durée de la phase larvaire, migration verticale larvaire, aires de ponte/recrutement) visant à mener une étude de sensibilité des trajectoires de migration aux dates de ponte, en incluant différents scénarii hydro-climatiques réalistes. Les résultats de cette étude montrent que tous les sites de recrutement peuvent recevoir par auto- et allo-recrutement, des particules/larves présentant un âge au recrutement entre 110 et 135 jours. Nos résultats montrent une très forte variabilité inter-annuelle des trajectoires larvaires et des flux, sans pour autant révéler de tendance saisonnière. Maurice et la région des Comores présentent le plus fort taux de recrutement, et Maurice est aussi le "meilleur contributeur" pour fournir des larves aux autres sites, ce qui s'explique aisément par sa position géographique au sein des courants dominants. À la Réunion, on observe un équilibre entre allo- et auto-recrutement. La connectivité entre les Mascareignes et les Comores est donc bien validée par notre étude, principalement dans la



direction des Mascareignes vers les Comores, mais occasionnellement aussi des Comores vers les Mascareignes à travers le canal du Mozambique.

SESSION 6D – ÉCOLOGIE TROPHIQUE**Mardi 15 mars 2022 – 11:45****Écologie trophique de deux espèces de raies benthiques du Plateau de Kerguelen**FAURE Johanna¹, GASCO Nicolas*¹, CHEREL Yves², PERON Clara¹

¹ Laboratoire de Biologie des Organismes et Écosystèmes Aquatiques (BOREA), MNHN, CNRS, IRD, SU, USN, UA, 75005 Paris, France. johanna.faure@mnhn.fr

² Centre d'Études Biologiques de Chizé (CEBC), UMR 7372 La Rochelle Université – CNRS, 79360 Villiers-en-Bois, France

L'étude de l'écologie trophique est fondamentale pour comprendre les interactions biologiques entre les différentes espèces au sein d'un écosystème et les conséquences de leur exploitation. Les raies sont généralement des prédateurs supérieurs et jouent un rôle important dans les écosystèmes marins, notamment les écosystèmes benthiques des grandes profondeurs, en exerçant un contrôle de la taille et de la dynamique de leurs espèces proies. Cependant, l'écologie trophique des raies reste très peu documentée à l'échelle mondiale. Dans les eaux du plateau de Kerguelen, dans l'océan Austral, deux espèces de raies benthiques de grandes profondeurs (–200 m à –1800 m) sont capturées en tant que prises accessoires dans la pêche palangrière française à la légine australe (*Dissostichus eleginoides*) et constituent près de 5% des captures totales en poids. Le rôle fonctionnel de ces deux espèces de grande taille, *Bathyrāja eatonii* (Günther, 1876) et *Bathyrāja irrasa* a été très peu étudié alors qu'elles contribuent fortement à la biomasse de poissons benthiques et au fonctionnement de l'écosystème du plateau de Kerguelen. Dans cette étude, nous nous sommes intéressés à l'écologie trophique de ces deux espèces de raies en analysant 212 contenus stomacaux (101 de *B. eatonii* et 111 de *B. irrasa*) prélevés dans la Zone Économique Exclusive de Kerguelen en 2020 et 2021. L'identification des proies a été réalisée sur la base de critères morphologiques des pièces dures (os, otolithes, becs, cuticules), vérifiée par analyses de barcoding lorsque l'état de digestion des tissus le permettait. Nous avons également analysé les signatures isotopiques en carbone et en azote dans les muscles des individus dont l'estomac avait été prélevé mais aussi dans les muscles de certaines proies, peu digérées, trouvées dans les contenus stomacaux. Nos résultats montrent que le régime alimentaire des raies du plateau de Kerguelen est constitué principalement de poissons, céphalopodes et crustacés comme chez la plupart des espèces de raies du genre *Bathyrāja*. En revanche, notre étude suggère que l'une des deux espèces, *Bathyrāja eatonii*, se nourrit davantage d'espèces inféodées au milieu pélagique comme les poissons lanternes (myctophidés) ou les calmars alors que l'espèce la plus profonde se nourrit de proies exclusivement benthiques, notamment des annélides polychètes. Ces résultats sur les relations trophiques seront discutés dans le contexte de l'approche écosystémique des pêches.

Mots-clés : Écologie, relations trophiques, analyses isotopiques, *Bathyrāja*, raies

SESSION 5 – SYSTÉMATIQUE, ÉVOLUTION**Mardi 15 mars 2022 – 09:25****Quelques données sur la faune ichtyologique du bassin du fleuve Niger à proximité de Bamako**FERMON Yves¹

¹ Association Aimara, Bagnolet, France. tropi91@mac.com

En 2015, nous avons mené deux missions lors de deux saisons différentes en aval de la ville de Bamako, afin d'avoir des données sur la biodiversité connue actuellement dans cette zone. Nous avons utilisé différentes techniques de captures (filets benthiques, sennes, trappes, épervier...) et ce, de nuit comme de jour. 15 stations ont été inventoriées sur le fleuve Niger, des marigots, des canaux d'irrigation et de petits affluents. Peu de données étaient connues de la région et comprenait 104 espèces. Les missions ont permis d'augmenter ce nombre à 122 espèces pour 23 familles. La plupart de ces espèces sont considérées comme migratrices. Il existe une variation dans les captures entre saisons de basses eaux et de hautes eaux avec une diversité et une biomasse moindre en saison de basses eaux. Cette situation peut être liée au mouvement des espèces migratrices qui sont parties, à la pression de pêche beaucoup plus concentrée en basses eaux, à la dégradation des berges et du lit du fleuve par la destruction des habitats (exploitation du sable, orpaillage...)

Mots-clés : Fleuve Niger, Mali, ichtyofaune, biodiversité



Une synthèse de l'ichtyofaune du Gabon

FERMON Yves¹

¹ Association Aimara, Bagnolet, France. tropi91@mac.com

Les eaux marines du Gabon s'étendent sur une côte d'environ 950 km de long et ses eaux continentales comprennent 73 bassins répartis en 33 zones avec un bassin majeur, l'Ogooué. On y trouve, actuellement, une faune de poissons de plus de 1000 espèces qui est en cours de mise à jour. 56% sont strictement marine, 27% uniquement dulçaquicole et 17% rencontrées dans les eaux saumâtres, douces et/ou marines. 75 espèces sont endémiques du Gabon dont une seule marine. Cependant, les données marines proviennent principalement des campagnes du Nansen, des observateurs des pêches et des études d'impacts pour l'exploitation offshore du pétrole. Très peu de travaux ne concernent la connaissance de la biodiversité des milieux des eaux peu profondes marines. De même, dans les eaux douces, la majorité des stations se trouvent le long des axes routiers et plusieurs bassins et sous-bassins ne sont que peu échantillonnés, comme le Rembo-Ndogo, le Diboundou et les affluents de l'Ogooué comme le Lebombi et le Lassio. De plus, la plupart des stations n'a été visitée qu'une seule fois, sans suivi historique. Mais, au regard des données récentes et des synthèses, on observe déjà une forte biodiversité ichthyologique.

Mots-clés : Gabon, ichtyofaune, biodiversité

Évaluation des origines natale et géographique du saumon Atlantique (*Salmo salar*) dans le bassin Garonne-Dordogne via l'utilisation de la microanalyse chimique des otolithes

FONTAINE Anthony^{*1}, LACOSTE Jordan¹, BOSCH Stéphane², LABEDAN Mathilde¹, TABOURET Hélène¹, VIGNON Matthias³, MORAT Fabien⁴, BAREILLE Gilles¹

¹ Université de Pau et des Pays de l'Adour, E2S UPPA, CNRS, IPREM, MIRA, Pau, France. anthony.fontaine@univ-pau.fr, jordan.lacoste@univ-pau.fr, helene.tabouret@univ-pau.fr, gilles.bareille@univ-pau.fr

² Association Migrateurs Garonne Dordogne Charente Seudre, 18ter rue de la Garonne, 47520 Le Passage, France. stephane.bosc@migado.fr

³ Université de Pau et des Pays de l'Adour, E2S UPPA, INRAE, ECOBIOP, Saint-Pée-sur-Nivelle, France. matthias.vignon@inrae.fr

⁴ PSL Université Paris : EPHE-UPVD-CNRS, USR 3278 CRIOBE, Université de Perpignan, 52 avenue Paul Alduy, 66860 Perpignan CEDEX, France ; Laboratoire d'Excellence "CORAIL", France. fabien.morat@univ-perp.fr

Entre la fin du 19^e et le début du 20^e siècle, les effectifs de saumons Atlantiques (*Salmo salar*) du bassin Garonne-Dordogne ont drastiquement chuté suite à la construction de barrages, conduisant à la disparition totale de la population autochtone. Depuis les années 1970, un effort considérable est mis en œuvre pour restaurer une population autosuffisante à partir d'un repeuplement artificiel. Bien que la dynamique générale de la population affiliée Garonne-Dordogne est aujourd'hui encourageante (510 ± 195 saumons adultes de retour par an entre 2011 et 2020), la situation reste néanmoins très fragile. Dans ce bassin, une politique de suivi génétique par assignation parentale est appliquée depuis 2008. Cette méthode permet d'estimer la proportion de géniteurs issus de piscicultures et de les associer à une écloserie mais pas d'attribuer une rivière de développement pour un individu dit sauvage. Pourtant, il est essentiel d'identifier les rivières clés qui gouvernent le succès reproducteur des saumons afin d'optimiser les actions de repeuplement et de protection des habitats. Nous proposons d'utiliser la microchimie des otolithes comme indicateur d'origines natale (sauvage ou pisciculture) et géographique (écloserie ou rivière de développement) des saumons de retour dans le bassin Garonne-Dordogne. Les otolithes sont formés par la concrétion journalière de carbonate de calcium (CaCO₃) de la phase larvaire jusqu'à la mort de l'individu. À travers la respiration et l'alimentation, des éléments chimiques présents dans l'environnement sont déposés à la surface des otolithes et s'accumulent sous forme de couches successives tout au long de la croissance du poisson. Parmi eux, les rapports du baryum (Ba) et du strontium (Sr) au calcium (Ca) sont connus pour être incorporés dans l'otolithe en relation avec le milieu fréquenté par les individus. Ainsi, il est possible d'associer ces rapports élémentaires (Sr:Ca et Ba:Ca) et isotopiques (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr) mesurés dans les otolithes à des conditions environnementales pour une période bien définie. Dans le cadre de ce projet, des échantillons d'eau ont été prélevés sur l'ensemble des rivières où le



saumon est présent dans le bassin Garonne-Dordogne ainsi que dans quatre piscicultures (Bergerac, Pont-Crouzet, Fialicie et Castels). Des otolithes ont été collectés à partir de saumons capturés chaque année sur les axes Dordogne (Tuilières) et Garonne (Golfech) pendant la montaison et utilisés comme géniteurs à la pisciculture de Bergerac. Compte tenu de la stratégie de repeuplement mise en œuvre dans ce bassin, trois histoires de vie juvéniles sont possibles : (1) parents anadromes / grossissement en éclosérie / développement en rivière, (2) parents enfermés en pisciculture / grossissement en éclosérie / développement en rivière, et (3) parents anadromes / développement en rivière. Les données obtenues à partir des échantillons d'eau et des profils d'otolithes montrent qu'il est possible de distinguer i) chacune des trois piscicultures élevant des géniteurs enfermés ainsi qu'une origine anadrome le cas échéant, ii) les écloséries de grossissement et iii) d'attribuer une origine géographique et donc une rivière de développement dans les deux sous-bassins Garonne et Dordogne. Des résultats préliminaires indiquent que la proportion de saumons anadromes serait minoritaire en comparaison avec les poissons assignés d'origine pisciculture, particulièrement pour le sous-bassin de la Garonne. L'ensemble des observations suggère que le soutien aux effectifs demeure indispensable pour maintenir cette population.

Mots-clés : Saumon atlantique, microchimie, otolithes, origines natale et géographique, conservation

Évolution du littoral de Bora-Bora de 1955 à 2019 et effet de l'urbanisation sur les zones de nurserie de poissons coralliens

GAIRIN Emma^{*1,3}, LECCHINI David^{2,3}, COLLIN Antoine^{2,4}

¹ Okinawa Institute of Science and Technology, 1919-1 Tancha, Onna-Son, Kunigami District 904-0495, Okinawa, Japan. emma.gairin@hotmail.fr

² LabEx CORAIL, 98729 Papetoai, French Polynesia, France

³ EPHE-PSL University, CRIOBE, BP 1013 Papetoai, French Polynesia, France

⁴ Section des Sciences de la Vie et de la Terre, EPHE-PSL University, CNRS LETG, 35800 Dinard, France

Les habitats côtiers sont souvent cités comme des zones de nurserie pour de nombreux organismes marins. Cependant, le trait de côte est de plus en plus urbanisé mondialement depuis la fin du 19^e siècle. Sur de nombreuses îles de Polynésie française, les rivages naturels ont été remplacés par des remblais publics ou privés et des quais. L'île de Bora-Bora a été sélectionnée pour une étude interdisciplinaire de son trait de côte. Des images aériennes de très haute résolution ont été utilisées en conjonction avec des comptages ichtyologiques pour étudier l'effet du développement côtier sur des zones de nurserie. L'évolution du littoral de l'île a été caractérisée entre 1955 et 2019. Le pourcentage de zones modifiées par l'Homme a augmenté de 10% à plus de 50%. Pour comprendre l'effet de ces changements sur les zones de nurserie des poissons, de nombreux critères ont été étudiés sur différents habitats côtiers (récif barrière, récif frangeant, mangrove, plage sableuse, quai, remblai, et zone herbacée) de Bora-Bora entre février et mai 2021 : la densité et richesse spécifique de juvéniles, leur taille, la proportion de juvéniles dans la population, et la densité de prédateurs notamment. En s'appuyant sur l'analyse de chacun de ces critères, les remblais ont été identifiés comme les habitats les moins favorables pour les juvéniles, notamment à cause d'une présence importante de prédateurs. Les mangroves étaient fortement favorables pour les juvéniles ; cependant, la richesse spécifique était faible. En conclusion, ces résultats permettent d'évaluer la validité et la pertinence des critères utilisés par de nombreuses études pour identifier des nurseries dans le contexte des récifs coralliens. L'approche basée sur les habitats pose les bases pour définir des objectifs précis et adéquats pour la préservation d'écosystèmes clés dans le cycle de vie des organismes coralliens.

Mots-clés : Nurseries, habitats côtiers, récifs coralliens, conservation, urbanisation

**Variabilité inter- et intra-annuelle du mésozooplancton en baie de Marseille (NO Méditerranée) : contexte trophique des téléostéens planctonophages**GARCIA Théo*¹, BĂNARU Daniela¹, GUILLOUX Loïc¹, CORNET Véronique¹, PERAUD Manon¹, CARLOTTI François¹¹ MIO, Mediterranean Institute of Oceanography, France. theo.garcia@mio.osupytheas.fr

Le zooplancton est un compartiment essentiel dans le transfert d'énergie au sein de l'écosystème pélagique. Sa réponse rapide face à des variations environnementales en fait généralement un bon indicateur de l'hydrographie et du climat. L'observation sur le long-terme des variations de la structure de la communauté zooplanctonique permet ainsi d'apporter des éléments de compréhension sur le fonctionnement de l'écosystème pélagique. Dans le golfe du Lion, la biomasse, la taille, la condition corporelle de certains petits poissons pélagiques planctonophages a diminué à partir d'une période critique (2007-2008). Un contrôle ascendant par une modification du mésozooplancton est la principale hypothèse qui pourrait expliquer ces observations (Chen *et al.* 2019, 2021, Saraux *et al.* 2019). Ce travail porte sur l'étude de séries temporelles du suivi bimensuel du mésozooplancton mis en place en baie de Marseille, à partir de 2004, à l'est du golfe du Lion, à la station SOLEMIO du RNO SOMLIT. L'objectif de cette étude a été de rechercher des tendances environnementales interannuelles pouvant expliquer des variations dans les tendances de la communauté zooplanctonique de la baie de Marseille sur la période 2004-2021, et d'investiguer la variabilité intra-annuelles au sein de la communauté planctonique et de son écosystème pélagique. Des séries temporelles d'indices climatiques, de données météorologiques, de données physico-chimiques, de données relatives au phytoplancton (abondances des diatomées et dinoflagellés) et au zooplancton (biomasse par fraction de taille, taille, structure de la communauté) ont été compilées. L'analyse des tendances par modèles DFA (Dynamic Factor Analysis) a permis de décrire trois grandes tendances pour l'environnement. Ces tendances mettent en avant une diminution rapide (2004-2009) dans les concentrations de nutriments, de matières en suspensions, et de carbone et d'azote organique particulaires, un signal hauturier capté entre 2005-2008 (associé à un pic de Chlorophylle *a*, d'oxygène et de salinité) et une augmentation à partir de 2012 de l'abondance de diatomées et dinoflagellés. Le mésozooplancton est caractérisé par deux tendances. La première, relie les variations de biomasses des grandes classes de tailles du zooplancton (500 µm à 2000 µm) avec les modifications de structure en taille de la communauté. La deuxième tendance est expliquée par la troisième tendance environnementale. Il semble que la diminution de la biomasse de la classe de taille (300-500 µm), le déplacement du spectre de taille de la communauté vers de plus grandes tailles et la diminution de la dominance des copépodes *Calanidae* soit concomitant avec l'augmentation de dinoflagellés et diatomées après 2012. Sur les patrons saisonniers, une période de rupture dans les séries des biomasses (de 200 à 1000 µm) a été observée. En effet, à partir de 2012, le pic printanier de production du zooplancton semble être moins important et retardé d'un mois. Cette modification du patron saisonnier pourrait être critique pour la survie des planctonophages à la sortie de l'hiver. Les détails des mécanismes physico-chimique et biologique pouvant contrôler de telles variations dans la communauté zooplanctonique ne sont pas explicites et devront être étudiés à une échelle plus fine ; en intégrant notamment les dynamiques de maillons planctoniques inférieurs (pico et nanoplancton). Cependant, ces résultats illustrent les principaux modes de variations du zooplancton en baie de Marseille. L'étude de ces séries temporelles apportent dès lors des éléments de compréhension sur le fonctionnement de l'écosystème pélagique et permettent de discuter sur le potentiel contrôle ascendant du zooplancton sur les populations de téléostéens planctonophages.

Références

- Chen C.T., Bănaru D., Carlotti F., *et al.*, 2019a. Seasonal variation in biochemical and energy content of size-fractionated zooplankton in the Bay of Marseille (North-Western Mediterranean Sea). *J. Mar. Syst.* 199: 103223. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2019.103223>
- Chen C.T., Carlotti F., Harmelin-Vivien M., *et al.*, 2021. Temporal variation in prey selection by adult European sardine (*Sardina pilchardus*) in the NW Mediterranean Sea. *Prog. Oceanogr.* 196: 102617. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2021.102617>
- Saraux C., Van Beveren E., Brosset P., *et al.*, 2019. Small pelagic fish dynamics: A review of mechanisms in the Gulf of Lions. *Deep-Sea Res. Pt II* 159: 52-61. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2018.02.010>

Mots clés : Tendances, saisonnalité, golfe du Lion, SOMLIT, plancton



Impact de la saisonnalité climatique sur la croissance osseuse chez la perche du Nil (*Lates niloticus*) et son intérêt paléontologique

GARDIN Axelle^{*1}, GRIFFET Josselin¹, ADOUM Mahamat², DUFOUR Elise³, GARCIA Géraldine¹, OTERO Olga¹

¹ Palevoprim, UMR 7262 CNRS-Université de Poitiers, France. axelle.gardin@etu.univ-poitiers.fr, geraldine.garcia@univ-poitiers.fr, olga.otero@univ-poitiers.fr

² Centre National de Recherche pour le Développement (CNRD), N'Djaména, Tchad. mhtadoum2003@yahoo.fr

³ AASPE, UMR 7209 MNHN-CNRS, France. elise.dufour@mnhn.fr

La croissance osseuse des vertébrés ectothermes et notamment des actinoptérygiens est discontinuée au cours de la vie de l'animal suivant les conditions du milieu et des contrôles physiologiques internes : ainsi, la croissance osseuse reflète une partie de son histoire de vie. Elle voit des phases plus ou moins rapides alterner avec des phases dites d'arrêt soulignées par des lignes dites d'arrêt de croissance (LAC), visibles lorsque l'os est observé en lame mince. En zone tropicale, la croissance se produit en saison des pluies chez de nombreux poissons de lac et de rivière, tandis que les LAC se mettent en place à la saison sèche, lorsque les ressources ne sont pas suffisantes pour permettre la croissance (et sont entièrement dédiées à la survie de l'individu) ou encore lorsque les ressources sont suffisantes mais allouées à d'autres fonctions, par exemple à la reproduction ou à la guérison. Le rythme de la croissance osseuse chez ces espèces refléterait donc en partie le rythme des saisons au long de la vie de l'animal. Si c'est bien le cas, l'étude de la croissance de pièces osseuses fossiles permettrait de reconstituer le rythme des saisons qui prévalait à l'époque où vivait le spécimen fossilisé, ce qui serait une nouvelle façon de renseigner les paléoclimats. Néanmoins, ce type d'interprétation implique une validation dans l'actuel chez des taxons proches. Dans cet objectif, nous avons testé la cohérence du signal de croissance d'une part à l'échelle d'un individu de perche du Nil (*Lates niloticus*), au sein et entre différentes pièces squelettiques, et d'autre part avec les données climatiques connues au long de sa vie (température et précipitations). Cette espèce est choisie car elle est bien représentée dans tous les sites à ichtyofaune depuis le Miocène en Afrique et parce qu'elle vit dans les eaux ouvertes des réseaux hydrographiques de la zone nilo-soudanaise. L'individu a été pêché dans le bassin du lac Tchad dans les environs de N'Djaména (dans le Chari) et acheté au marché aux poissons de N'Djaména en juin 2014. Nous avons sélectionné les pièces osseuses les plus fréquemment collectées et permettant une identification spécifique (prémaxillaire, maxillaire, operculaire, plusieurs épines et vertèbres), ainsi que le lacrymal et des écailles. La cyclicité isotopique (mesure des valeurs de $\delta^{18}\text{O}$ dans l'otolithe) et de la taille des pièces squelettiques permettent de situer l'âge de l'individu entre 4 et 7 ans. Nous avons comparé le rythme de croissance osseuse entre les pièces et aux fluctuations saisonnières de température et de pluies au long de la vie de l'animal. Il en résulte que la croissance se fait au même rythme entre différentes zones d'une même pièce squelettique osseuse, entre pièces d'un même type (vertèbres, épines, écailles) et entre différentes pièces dans un même organisme. Néanmoins certaines LAC mineures ne sont pas visibles sur les écailles. De plus, chez cet individu, le rythme de croissance osseuse des cinq dernières années est fortement corrélé au rythme des saisons : la croissance est plus faible pendant les années montrant des températures et des précipitations plus faibles. En conséquence, il apparaît que l'on peut utiliser les pièces fossiles de *L. niloticus* pour reconstituer la saisonnalité qui prévalait dans les localités néogènes et quaternaires d'Afrique au moment de leur dépôt.

Mots-clés : Croissance osseuse, *Lates niloticus*, calibration, saisonnalité, registre fossile

Les dates de reproduction de la perche dans le Léman, un indicateur du changement climatique

GOULON Chloé^{*1,2}, CONCASTIE Gwenaëlle^{1,2}, KECK François^{1,2}, GILLET Christian^{1,2}, GUILLARD Jean^{1,2}

¹ Univ. Savoie Mont Blanc, INRAE, CARRTEL, 74200 Thonon-les-Bains, France

² Pôle R&D ECLA (ECosystèmes Lacustres) : OFB – INRAE – USMB, France. chloe.goulon@inrae.fr

Le changement climatique peut modifier la phénologie des organismes. Ces changements peuvent aboutir à une situation de "mismatch" entre les prédateurs et les proies pouvant impacter le fonctionnement des réseaux trophiques. Les poissons, en tant qu'ectothermes, sont très sensibles aux effets du réchauffement climatique. Ainsi l'augmentation des températures



peut entraîner des modifications des dates de reproduction, de développement embryonnaire et larvaire. Les organismes lacustres ayant des possibilités de migration limitées, les effets du changement climatique risquent d'être plus marqués que dans d'autres types de milieux. Dans le cadre de l'observatoire des lacs (OLA) des données long-terme sont collectées dans les lacs péri-alpins. Les données dans le Léman montrent une augmentation de 1,8°C de la température de surface depuis les années 1980. Le régime thermique est le principal facteur permettant le déclenchement de la reproduction des poissons lacustres. Le déclenchement du frai de la perche (*Perca fluviatilis*) a lieu au printemps dans le Léman et nécessite d'atteindre une température de l'eau > 10°C. Avec le changement climatique, cette valeur seuil devrait être atteinte plus précocement pour la perche, modifiant ainsi les dates de reproduction de cette espèce. Dans le Léman, la reproduction de la perche se déroule en général tout au long du mois de mai. Afin de pouvoir suivre la phénologie de reproduction de la perche et d'étudier la population de géniteurs, des frayères artificielles sont mises en place chaque année dans le Léman, depuis 1984. Des études antérieures ont montré que le nombre de rubans d'œufs déposés sur les frayères artificielles est un indicateur fiable du nombre de génitrices présentes dans la zone. Cette méthode a l'avantage d'attirer de nombreuses femelles et facilite l'observation d'un grand nombre de rubans d'œufs. Cette étude propose d'analyser les données de la phénologie de reproduction de la perche recueillies depuis 35 ans afin de d'analyser si le réchauffement climatique a un effet sur les dates de reproduction et sur la profondeur de ponte. Les résultats obtenus mettent en évidence un impact du changement climatique avec un décalage de 10 jours des dates de reproduction depuis le début de mise en place du dispositif. Cette étude met également en évidence un décalage des pontes plus en profondeur sur cette période.

Mots-clés : Climat, température, phénologie, perche, fonctionnement

New osteological data regarding fishes of the family Clupeidae from the Oligocene, Outer Carpathians, Poland (Menilite Formation)

GRANICA Mateusz^{*1}, BIEŃKOWSKA-WASILUK Małgorzata¹

¹ University of Warsaw, Faculty of Geology, Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa, Poland. m.granica2@uw.edu.pl, m.wasiluk@uw.edu.pl

Clupeidae is a family of ray-finned fishes comprising herrings (shads, sprats, sardines, pilchards, and menhadens). They are primarily marine, some freshwater and anadromous fishes with a worldwide (mostly tropical) distribution. Most species form schools and swim near the surface, usually in coastal waters, feeding on plankton. The Oligocene and Lower Miocene deposits of the Menilite-Krosno Series from the Outer Carpathians of Poland hold a unique fish fossil record – including clupeid fishes. These deposits are usually represented by facies of brown-black, usually noncalcareous shales and ash-grey, strongly calcareous and micaceous sandstones and shales. They were deposited in the Carpathian Basin of the Paratethys Sea. In the Outer Carpathians of Poland five genera have been recognised: *Alosa*, *Clupea*, *Pomolobus*, *Sardinella* and newly described †*Maicopiella*. However, species described from this region include: †*Alosa* cff. *sagorensis*, †*Sardinella sardinites* and †*Maicopiella longimana*. †*A. sagorensis* is described based on lepidological material. †*S. sardinites* was frequently relocated to different genera, as well as specimens ascribed to the species might belong to a different species. Latest reports investigating the Oligocene and Miocene clupeids show greater diversity than hitherto recognised in the Paratethys Sea, significant changes in taxonomy after review of species of *Clupea* and *Alosa*, as well as that the group requires a review. Here we show new taxonomical, osteological and morphological data regarding clupeid fishes in the mentioned region. We examined and described 44 specimens from the Oligocene of the Menilite Formation. The material belongs to University of Warsaw. Studied material was compared to extant and extinct (from Eocene to Miocene) genera of family Clupeidae: *Amblygaster*, *Alosa*, †*Bolcaichthys*, †*Chasmoclupea*, *Clupea*, *Clupeonella*, *Gilchrsitella*, †*Gosiutichthys*, *Harengula*, †*Karaganops*, †*Knightia*, †*Maicopiella*, *Opisthonema*, †*Primisardinella*, †*Rupelia*, *Sardina*, *Sardinella*, *Sardinops*, †*Sarmatella* and *Sprattus*. We analysed and described osteological features, such as: opercular series, abdominal scutes, hyoid arch (including the shape of last branchiostegal ray), jaws, as well as meristic and morphometric data. The hyoid arch is for the first time documented for clupeids from this region. Most of the specimens investigated belong to a new clupeid genus, that contain †*Maicopiella longimana*. The rest of the specimens present a new morphotype with striations on the opercle. They differ from †*Alosa* cff. *sagorensis* and †*Sardina nectodosciobanensis*. Our results demonstrate presence of one new clupeid genus and one new clupeid morphotype in the Carpathian Basin, which prove hypothesis regarding different taxonomical composition in the Paratethys than hitherto



recognised. Our investigation provides insight on anatomy of fossil clupeids, which can be used to comprehend connections between extinct and extant species. Furthermore, it is contributing to broaden our knowledge regarding taxonomic composition of fishes in the Paratethys.

Key words: Actinopterygii, Clupeidae, osteology, Oligocene, Paratethys

SESSION 7 – HALIEUTIQUE, AQUACULTURE

Vendredi 18 mars 2022 – 09:55

Exploitation des potentialités de l'élevage de la carpe et du koi dans un lac artificiel en zone aride (Nord Jordanie)

GUERMAZI Wassim*¹, REKIK Amira¹, ALI Mohammad², ANNABI TRABELSI Neila¹, AYADI Habib¹

¹ Université de Sfax, Faculté des Sciences de Sfax, Département des Sciences de la Vie, Laboratoire Biodiversité Marine et Environnement LR18ES30, Route Soukra Km 3.5, BP 1171, CP 3000 Sfax, Tunisie. wassim016@yahoo.fr, neilaannabi@yahoo.fr, amirarekik1@yahoo.fr, habibayadi62@yahoo.fr

² Environment & Life Sciences Research Center, Kuwait Institute for Scientific Research, P.O. Box 24885, Safat 13109, Kuwait. mohammad.awad.ali@gmail.com

L'aquaculture est en expansion avec la croissance démographique afin de satisfaire la demande alimentaire des gens dans le monde. La Jordanie a besoin de développer le secteur piscicole vu que la production locale de ce secteur ne représente que 2% des besoins du marché. Cette étude vise l'élevage des poissons dans un lac artificiel dans le but de créer une pisciculture durable. Le lac se situe en Jordanie, région qui souffre d'une pénurie en eau, d'une superficie de 39,968 m² et de profondeur moyenne de 7,11 m. Les eaux douces du lac (0,7 ppt) sont composées à 95% des eaux pluviales par ruissellement et 5% des eaux usées traitées. Deux espèces de poissons sont élevées, à savoir la carpe commune (*Cyprinus carpio*) et le koi (*Cyprinus carpio carpio*) dans trois cages (2 × 2 × 2 m³) submergées dans le lac, à raison de 100 individus par cage. Le poids (P), la longueur (L), le taux de croissance spécifique (TS), le gain de poids (GP) et de taille (GT) des deux espèces, ainsi que les paramètres physico-chimiques de l'eau, ont été suivis chaque mois de décembre 2019 à juillet 2020. Le poids moyen (PM) initial de la carpe et du koi est de 7,55 ± 4,19 g, et 13,05 ± 4,93 g/alevins, respectivement. L'analyse physico-chimique des eaux du lac montre que les valeurs de pH, de température, des teneurs en métaux lourds dans l'eau et en ammoniac, ne dépassent pas les seuils fixés par l'organisation mondiale de la santé. Cette étude a montré que les 2 espèces de poissons survivent dans le lac en absence d'une nourriture artificielle. A la fin de l'expérimentation, un taux de survie similaire ($p > 0,05$) est enregistré pour la carpe et le Koi, de l'ordre de 30%. Par ailleurs, le poids et la longueur des deux espèces augmentent significativement ($p < 0,001$). En effet, la carpe et le koi enregistrent un poids de 94,8 ± 62,53 g et 78,9 ± 33,71 g correspondant à une taille de l'ordre 15,95 ± 4,36 cm et 17,45 ± 3,22 cm, respectivement. Les performances de croissance du koi élevé en présence du carpe (cage 3, PM = 33,38 g ; LM = 10,60 cm) sont significativement supérieures ($p < 0,05$) à celles des individus élevés seuls (cage 2, PM = 24,48 g ; LM = 9,83 cm). Toutefois, la carpe élevée seule montre une meilleure croissance (cage 1). La carpe enregistre un TS de 1,25% correspondant à un GP de 87,25 g. Toutefois, le TS et le GP du koi sont de l'ordre de 0,89% et 65,85 g, respectivement. Le gain de taille (GT) enregistrée est similaire pour les deux espèces soit 8,6 cm. De plus, cette étude a révélé une relation exponentielle entre la taille et le poids des deux espèces, indiquant une bonne croissance dans les conditions naturelles du lac. Les eaux du lac sont convenables pour l'élevage et la production des poissons pour des fins alimentaires et ornementales, d'une part, et ces espèces pourraient prévenir l'eutrophisation du lac par le broutage des algues qui prolifèrent essentiellement en période estivale, d'autre part.

Mots-clés : Lac artificiel, pisciculture, carpe, koi, croissance



Une innovation pour la microanalyse chimique des otolithes : le rayonnement synchrotron

HAÏ Vincent*¹, BERLAND Sophie¹, MEDJOUBI Kadda², SOMOGYI Andrea², MENNESSON Marion I.¹, KEITH Philippe¹, LORD Clara¹

¹ UMR 8067, Biologie des organismes et écosystèmes aquatiques (BOREA), Sorbonne Université, Muséum national d'Histoire naturelle, Université de Caen Normandie, Université des Antilles, CNRS, IRD, CP26, 43 rue Cuvier 75005 Paris, France. vincent.hay1@etu.upmc.fr

² Synchrotron SOLEIL, Université Paris-Saclay, Saint-Aubin, 91190, France

L'otolithe, concrétion calcaire de l'oreille interne des téléostéens, est couramment utilisé pour l'obtention d'informations clés sur les traits d'histoire de vie individuels. De part ses différentes propriétés (absence de résorption minérale et croissance continue au cours de la vie de l'organisme), l'otolithe est un objet qui permet de reconstruire l'histoire individuelle des poissons : l'analyse de sa microstructure mène à l'estimation d'âges (analyses souvent longues et laborieuses), alors que les périodes et la durée d'événements marquants de l'histoire individuelle des poissons peut-être accessible par microanalyse chimique classiquement menée par ablation laser couplée à un spectromètre de masse à source d'ionisation par plasma induit (LA-ICP-MS). Cette méthode a prouvé son efficacité dans l'étude des éléments traces et a résolu de nombreuses problématiques sur une multitude de taxons. Néanmoins, malgré ses avantages, l'ablation laser connaît deux principaux problèmes : l'obtention d'une information partielle (seulement le long du transect réalisé par le laser) et la destruction de l'échantillon le long du transect, empêchant toutes analyses ultérieures. Le rayonnement Synchrotron, avec la fluorescence aux rayons X (XRF), une méthode non destructive, permet d'analyser l'otolithe dans sa globalité offrant ainsi des cartographies élémentaires et produisant une imagerie complète des dynamiques d'incorporation élémentaire dans l'otolithe. En conséquence, elles permettent de caractériser plus finement l'hétérogénéité spatiale des distributions élémentaires, particulièrement dans les échantillons de tailles réduites. La présente étude propose l'utilisation de cette technique innovante pour deux espèces de syngnathes dulçaquicoles de l'Indo-Pacifique, *Microphis brachyurus* et *Microphis retzii*. En effet, la biologie inconnue de ces espèces et la complexité de l'étude de leurs otolithes (dû à leur taille réduite et au manque d'informations disponibles par des méthodologies classiques) rendent l'utilisation des méthodes XRF particulièrement intéressante. Cette étude réalisée au Synchrotron SOLEIL, sur la ligne de lumière Nanoscopium a permis d'effectuer des cartographies élémentaires de 24 otolithes de syngnathes. Les principaux résultats de cette étude sont : (i) la mise en évidence pour la première fois chez ces espèces dulçaquicole d'un cycle de vie diadrome (plus précisément amphidrome) ; (ii) des variations sur certains éléments traces entre les différentes localités, au sein d'un même otolithe et entre les deux espèces ; (iii) la possibilité de compter les stries de croissances de l'otolithes *via* les variations de densité du soufre, représentant une alternative aux méthodes classiques d'estimation d'âge par analyse microstructurale. Les résultats obtenus grâce aux cartographies XRF sont particulièrement précis et constituent une réelle avancée dans le domaine de l'otolithométrie.

Mots-clés : Synchrotron, otolithométrie, Syngnathidae, cartographie élémentaire, traits d'histoire de vie

Révision taxonomique des Nerophinae (Teleostei : Syngnathidae) dulçaquicoles de la région Indo-Pacifique par une approche intégrative

HAÏ Vincent*¹, MENNESSON Marion I.¹, KEITH Philippe¹, LORD Clara¹

¹ UMR 8067, Biologie des organismes et écosystèmes aquatiques (BOREA), Sorbonne Université, Muséum national d'Histoire naturelle, Université de Caen Normandie, Université des Antilles, CNRS, IRD, CP26, 43 rue Cuvier 75005 Paris, France. vincent.hay1@etu.upmc.fr

La famille des Syngnathidae (hippocampes, syngnathes et dragon des mers) est représentée par plus de 300 espèces réparties dans une cinquantaine de genres. Très connue du grand public, notamment par la présence de soins ses parentaux masculins, cette famille est divisée en deux sous-familles selon la position de la poche incubatrice chez le mâle : les Syngnathinae (poche incubatrice au niveau de la queue) et les Nerophinae (poche incubatrice au niveau du tronc). La grande majorité des espèces est distribuée dans les eaux côtières marines, tant tropicales que tempérées. Cependant une trentaine



d'entre elles sont dulçaquicoles et peuplent les rivières des îles tropicales. Ces dernières sont actuellement classées au sein de sept genres : *Microphis* Kaup, 1853 ; *Oostethus* Hubbs, 1929 ; *Belonichthys* Peters, 1868 ; *Lophocampus* Dawson, 1984 ; *Coelonotus* Peters, 1855 ; *Doryichthys* Kaup, 1856 et *Hippichthys* Bleeker, 1849 (seul genre d'eau douce de la sous-famille des Syngnathinae). Ces espèces d'eau douce ont connu une histoire taxonomique et nomenclaturale complexe : l'appartenance aux différents genres et leur validité a connu de nombreux changements au cours du temps. Cela, ajouté au fait que la description des espèces soit jusqu'à présent basée uniquement sur des caractères morphologiques (Dawson, 1985), implique que leur taxonomie est actuellement imprécise, freinant toute recherche sur ces organismes. La présente étude propose donc une révision des syngnathes d'eau douce de la région Indo-Pacifique par une approche de taxonomie intégrative, couplant l'utilisation de données morpho-méristiques, moléculaires (gènes mitochondriaux), écologique (milieu de vie) et géographique. Cette révision, par son aspect pluri-méthodologique a permis de clarifier la taxonomie de ce groupe et d'obtenir une meilleure robustesse quant à la délimitation des espèces. Suite à l'analyse de l'histoire nomenclaturale de cette famille et à nos résultats nous ne reconnaissons aujourd'hui qu'un seul genre dulçaquicole valide pour la sous-famille des Nerophinae, le genre *Microphis* Kaup, 1853, qui comprend 30 espèces. Il y a très peu de connaissances sur ces espèces d'eau douce alors que ce sont des espèces pour la plupart rares et fragiles qui font l'objet de préoccupations croissantes en termes de conservation. Les études taxonomiques ont une place prépondérante dans ces enjeux de conservation. Dans le contexte actuel d'érosion de la biodiversité, le fait d'avoir actualisé la taxonomie de ces espèces d'eau douce est la première étape indispensable à leur protection et à leur gestion. En effet, ce qui est méconnu ne peut être correctement géré et protégé.

Référence

Dawson C.E., 1985. Indo-Pacific Pipefishes (Red Sea to the Americas). Gulf Coast Research Laboratory, Ocean Spring. 230 p.

Mots-clés : Taxonomie intégrative, Syngnathidae, *Microphis*, dulçaquicole, Indo-Pacifique

Killifish palaeodiversity in a middle Miocene lake in the Bugojno Basin, Bosnia and Herzegovina

HERBERT-MAINERO Andrea*¹, VASILYAN Davit^{2,3}, REICHENBACHER Bettina¹

¹ Department of Earth and Environmental Sciences, Palaeontology & Geobiology, Ludwig-Maximilians-University Munich, Richard-Wagner Straße 10, 80333, Munich, Germany. andrea2019mgap@palmuc.org, b.reichenbacher@lrz.uni-muenchen.de

² JURASSICA Museum, Route de Fontenais 21, 2900 Porrentruy, Switzerland. davit.vasilyan@jurassica.ch

³ Université de Fribourg, Chemin de Musée 1700 Fribourg, Suisse.

Killifishes are famous for their amazing diversity. Multiple fossil killifishes are known from Europe and, like their extant relatives, appear to present low morphological variability which makes correct identification difficult. This research aims to identify the killifish palaeodiversity in a middle Miocene paleolake in the Bugojno Basin, Bosnia and Herzegovina. The studied material comprises an exceptional high number of fossil killifish skeletons (177 specimens), often with sagitta and lapillus preserved *in situ*. Morphometry of the fossil skeletons and the otoliths, meristic counts and osteological studies were done to describe and identify them. The results indicate that the specimens belong to the suborder Cyprinodontoidei, and to the family Valenciidae, which is one of the two families of Old- World cyprinodontoids known from Europe. Valenciidae is composed of a single extant genus, *Valencia*, and three extinct genera: †*Prolebias*, †*Aphanolebias*, and †*Francolebias*. In the studied material, five new fossil species of probably three new genera were identified. Similarities to the genus *Valencia* are observed in the sagitta shape, occurrence of a straight sulcus, and presence of an oval-rectangularly shaped lapillus. Similarities to the genus †*Francolebias* include the presence of long anal-fin pterygiophores as well as modified haemal spines above the anal fin. However, the new fossil species have also revealed skeletal characters and morphometric dimensions that differ clearly from those seen in *Valencia*, †*Francolebias* and other Valenciidae. Also their stratigraphic age is distinctively younger than that of previously described species of †*Francolebias*. Furthermore, their very distinctive lapillus shape indicates the presence of more than one genus. The new species expand the geographic distribution of Valenciidae to the Dinarides Lake System, and its diversity, with *Valencia* as the sole representative of a probably more diverse and widespread family during the Oligo-Miocene. However, two major problems were encountered during the diagnosis of the new fossil species. (1) Questions arose regarding previously proposed synapomorphies of Valenciidae, *i.e.* a narrow dorsal process of the maxilla; anal rays distinctively thicker than dorsal rays; and a 3-4 times



wider neural spine of the preural vertebra (PU) 2 to that of PU4. The latter two characters were proposed during the last revision of European fossil killifish, but sufficient data to properly compare or analyse dorsal-/anal-fin ray ratios and preural spines ratios were not provided. Additionally, misidentification of these characters is also possible as they are prone to be affected by taphonomy. (2) Other characters used for identification of Valenciidae (*i.e.* conical teeth in multiple rows, a far back dorsal fin position) show discrepancies between the descriptions of different authors and are also shared with the Procatopodidae, a family recently proposed to belong to the Old-World cyprinodontoids according to molecular phylogenies. The aforementioned problems are thus questioning the validity of genus identification of species that have been diagnosed based on characters of which proper identification of synapomorphic states is currently not possible. In conclusion, work on intraspecific variability of osteological characters and better coding of reported ratios (dorsal rays/anal rays; width of PU2 neural spine), coupled with further research in otoliths and expanding the number of families and genera analysed are necessary to understand the observed variability not only in fossil populations and species, but also at higher taxonomic levels. Finally, the last European fossil killifish revision was almost ten years ago and left many fossil species without proper classification. This means there is missing information regarding diversity of ancient Old-World cyprinodontoids, which also hinders valid conclusions regarding their biogeography and evolutionary history.

Key words : Miocene, Dinarides Lake System, Valenciidae, diversity, otoliths

CONFÉRENCE INVITÉE

Lundi 14 mars 2022 – 16:35

A 20-year journey of fish taxonomy

HO Hans¹

¹ National Museum of Marine Biology & Aquarium, Taiwan

For 20 years (2000~), we have been working on the taxonomy of fishes from the worldwide. Currently, there were 133 new fish species described by our team and colleagues. The majority of fish groups we worked are Order Lophiiformes (Anglerfishes), Order Gadiformes (Cods), Order Anguilliformes (Eels), Families Synodontidae (Lizarsfishes), Family Pinguipedidae (Sandperches), Family Paralepididae (Barracudinas), Family Bothidae and other perciform fishes. We also set up the taxonomic methodology of most of these groups. International team works on fishes of Taiwan were conducted with fruitful results, including publication of four special issues of journal and one book “Fishes of Southern Taiwan”. Here we will introduce the fish diversity of Taiwan based on our works and hope to enhance the importance of taxonomy, a basic but necessary science.

CONFÉRENCE INVITÉE

Mardi 15 mars 2022 – 08:45

Hommage à Théodore Monod, l'ichtyologue

HUREAU Jean-Claude¹

¹ 10 allée Claude Debussy, 78110 Le Vésinet, France. jeanclaudehureau29@gmail.com

Scientifique éclectique, Théodore Monod est bien connu pour ses travaux sur les déserts, sur les crustacés, sur la botanique, sur la géologie des déserts, sur l'archéologie, sur l'ethnologie, sur l'histoire des sciences. Il fut l'un des premiers écologistes, protecteur de la nature et de la vie. C'est une bonne vingtaine de disciplines scientifiques auxquelles il s'est consacré pendant sa carrière. Pour beaucoup de scientifiques il était le spécialiste de leur discipline alors qu'en réalité il était le spécialiste de très nombreuses branches des sciences de la nature. Ses 97 publications d'ichtyologie constituent un ensemble remarquable même si elles ne représentent qu'à peine 5% de ses 2 167 écrits. Cette œuvre écrite est considérable : articles scientifiques, notes et ouvrages grand public ont été publiés en 80 ans environ. Il est donc très difficile et délicat d'en faire une sélection qui puisse montrer l'éclectisme de leur auteur, ce naturaliste complet qu'était Théodore Monod. Dès sa nomination au Muséum en 1922, il est envoyé en Mauritanie pour une année afin d'y étudier les poissons, les crustacés et leur pêche. Ses recherches personnelles ont essentiellement porté, en zoologie, sur les crustacés et les poissons. Ces deux groupes animaux ont toujours été sa passion et sa spécialité. Anatomiste, il savait observer, dessiner et interpréter tous les organismes qu'il étudiait. Les ouvrages qu'il a rédigés seul ou en collaboration sont devenus des références incontournables pour tous les ichtyologistes et carcinologistes. Grâce à son “insatiable et dévorante” curiosité de tout ce qui touchait à la nature, il savait regarder tout ce qui l'entourait et, tout au long de ses missions en mer, ses explorations d'îles océaniques, il collecta jusqu'à la fin de sa vie des dizaines de milliers d'échantillons. Son entrée,



comme Assistant, dans un service consacré aux Pêches d'outre-mer, devait très vite, sans diminuer en rien l'intérêt qu'il portait aux Crustacés, l'obliger à se familiariser à la fois avec les Poissons et avec les pays tropicaux. La contribution de Théodore Monod à l'étude des poissons et à la pêche a été très vaste. Ses travaux concernent aussi bien les aspects fondamentaux que les applications de l'ichtyologie et l'on peut diviser son œuvre en six grands thèmes : "Pêches et pêcheries", "Systématique, phylogénie, biogéographie", "Biologie des poissons", "Anatomie et morphologie fonctionnelle", "Inventaires et catalogues d'espèces", "Histoire de l'Ichtyologie". Parmi ses 97 publications scientifiques sur les poissons, ses œuvres maîtresses telle que sa "Contribution à la faune du Cameroun" (1927), son travail sur "L'industrie des pêches au Cameroun" (1928), son travail sur la systématique des Clupeidae (1961), ses nombreux travaux d'anatomie concernant des espèces tropicales telles que les Balistidae (1958 à 1960) ou les Elopidae, son énorme travail sur le complexe urophore des Téléostéens (1968) et plus récemment ses travaux sur l'ostéologie céphalique des Scaridae, commencés il y a 60 ans auparavant à Dakar, et terminés en collaboration à Paris (1994, 1997). Enfin, il est indispensable ici de mentionner le rôle éminent joué par Théodore Monod dans le lancement de la série des Catalogues/Check-lists régionaux des poissons ("les Clof..."). Le premier de ces catalogues, le *Clofnam* ("Catalogue des Poissons de l'Atlantique du Nord-Est et de la Méditerranée, 1973"), auquel il participa très activement comme auteur et surtout co-rédacteur, servit de modèle à tous les catalogues suivants. Tout en restant africain de cœur et amoureux des déserts, Théodore Monod n'en est pas moins resté fidèle à la mer et aux poissons marins, aussi bien dans les sujets de ses recherches que dans ses fonctions scientifiques.

Mots-clés : Théodore Monod, ichtyologie

CONFÉRENCE INVITÉE

Mercredi 16 mars 2022 – 09:40

Un état des lieux des poissons marins non-indigènes dans les eaux françaises hexagonales

IGLÉSIAS Samuel P.¹

¹ Institut de Systématique, Évolution, Biodiversité (ISYEB), Muséum national d'Histoire naturelle, CNRS, Sorbonne Université, EPHE, Université des Antilles, Station marine de Concarneau, Place de la Croix, 29900 Concarneau, France. iglesias@mnhn.fr

Les signalements opportunistes de poissons marins inhabituellement rencontrés dans une zone donnée sont peu informatifs s'ils sont traités individuellement. S'ils sont traités dans de longues séries temporelles, ceux-ci peuvent mettre en évidence des changements locaux ou globaux sur la composition de l'ichtyofaune et résultant de modifications environnementales liées notamment au réchauffement global. Ces premiers signalements dans l'Atlantique Nord-Est, au cours des dernières décennies, d'espèces migrantes et non natives, sont principalement représentés par des extensions septentrionales des aires de répartition et par des augmentations importantes de l'abondance de migrants saisonniers (méridionalisation) ainsi que par l'arrivée d'espèces non autochtones à affinité tropicale (tropicalisation). Un bilan général est dressé ici pour les eaux françaises hexagonales et quelques cas particuliers sont mis en exergue, dont celui du Tétraodon tête de lièvre, *Lagocephalus lagocephalus* et de la Blennie baveuse, *Parablennius sanguinolentus*.

Mots-clés : Signalements, nouveaux migrants, méridionalisation, tropicalisation, réchauffement global

CONFÉRENCE INVITÉE

Jeudi 17 mars 2022 – 13:15

Les chromosomes surnuméraires de type B et leurs implications dans le déterminisme du sexe chez les poissons

IMARAZENE Boudjema^{1,2}, DU Kang³, BEILLE Séverine¹, JOUANNO Elodie¹, FERON Romain^{1,4,5}, PAN Qiaowei^{1,4}, TORRES-PAZ Jorge², LOPEZ-ROQUES Céline⁶, CASTINEL Adrien⁶, GIL Lisa⁶, KUCHLY Claire⁶, DONNADIEU Cécile⁶, PARRINELLO Hugues⁷, JOURNOT Laurent⁷, CABAU Cédric⁸, ZAHM Margot⁹, KLOPP Christophe⁹, PAVLICA Tomáš^{10,11}, AL-RIKABI Ahmed¹², LIEHR Thomas¹², SIMANOVSKY Sergey¹³, BOHLEN Joerg¹⁰, SEMBER Alexandr¹⁰, PEREZ Julie¹⁴, VEYRUNES Frédéric¹⁴, MUELLER Thomas D.¹⁵, POSTLETHWAIT John H.¹⁶, SCHARTL Manfred^{3,17}, HERPIN Amaury¹, RÉTAUX Sylvie², GUIGUEN Yann^{*1}

¹ INRAE, LPGP, 35000 Rennes, France. yann.guiguen@inrae.fr

² Université Paris-Saclay, CNRS, Institut des Neurosciences Paris-Saclay, 91198 Gif sur Yvette, France

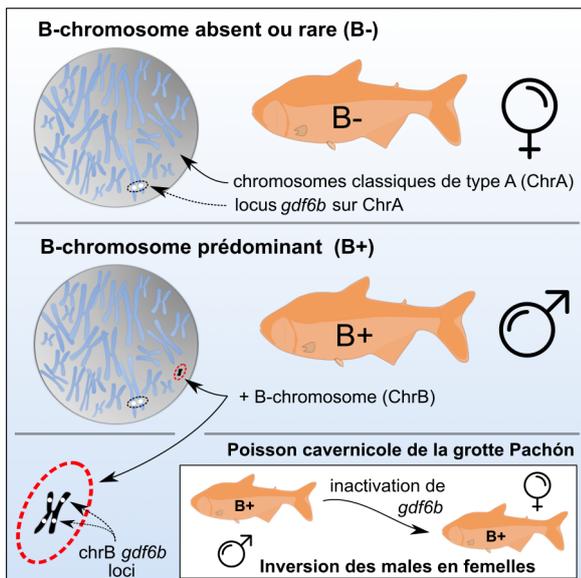


- ³ Xiphophorus Genetic Stock Center, Department of Chemistry and Biochemistry, Texas State University, San Marcos, Texas, TX 78666, USA
- ⁴ Department of Ecology and Evolution, University of Lausanne, Lausanne, Switzerland
- ⁵ Swiss Institute of Bioinformatics, Lausanne, Switzerland
- ⁶ INRAE, GeT-PlaGe, Genotoul, 31326 Castanet-Tolosan, France
- ⁷ Institut de Génomique Fonctionnelle, IGF, CNRS, INSERM, Univ. Montpellier, 34094 Montpellier, France
- ⁸ SIGENAE, GenPhySE, Université de Toulouse, INRAE, ENVT, Castanet Tolosan, France
- ⁹ SIGENAE, UMIAT, INRAE, Castanet Tolosan, France
- ¹⁰ Laboratory of Fish Genetics, Institute of Animal Physiology and Genetics, Czech Academy of Sciences, Rumburská 89, 27721 Liběchov, Czech Republic
- ¹¹ Department of Zoology, Faculty of Science, Charles University, Viničná 7, 12844 Prague, Czech Republic
- ¹² University Clinic Jena, Institute of Human Genetics, 07747 Jena, Germany
- ¹³ Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
- ¹⁴ Institut des Sciences de l'Évolution de Montpellier, (ISEM), CNRS, Université de Montpellier, IRD, 34095 Montpellier, France
- ¹⁵ Department of Plant Physiology and Biophysics, Julius-von-Sachs Institute of the University Wuerzburg, 97082 Wuerzburg, Germany
- ¹⁶ Institute of Neuroscience, University of Oregon, Eugene, USA
- ¹⁷ Department of Developmental Biochemistry, University of Wuerzburg, Wuerzburg, Germany

Les chromosomes sexuels évoluent généralement à partir d'une paire de chromosomes classiques que l'on appelle chromosomes de type A. Relativement peu de modèles alternatifs à cette théorie d'évolution des chromosomes sexuels ont été proposés jusqu'à présent. Les chromosomes de type B (ou Bs) sont des chromosomes surnuméraires et accessoires qui ont été identifiés dans de nombreuses espèces végétales et animales. Ils sont le plus souvent considérés comme des éléments génétiques égoïstes, voire même comme des "parasites" génomiques. De nombreuses observations, pour la plupart basées sur des analyses de caryotypes, montrent que chez certaines espèces (dont beaucoup d'espèces de poissons), les Bs peuvent être restreints ou prédominants à un seul sexe. Ces observations permettent de poser l'hypothèse intéressante selon laquelle certains Bs pourraient jouer un rôle important dans la détermination du sexe. Cependant, la caractérisation de gènes déterminants majeurs du sexe portés par des Bs n'a pas encore été apportée chez un vertébré pour étayer cette hypothèse. Dans cette présentation, je passerai en revue la littérature actuelle sur les Bs et la détermination du sexe chez les poissons, puis je présenterai nos résultats récents chez le poisson cavernicole, *Astyanax mexicanus*, chez lequel nous avons montré qu'il existe des Bs à forte prédominance mâle. Chez cette espèce, nous avons produit un assemblage du génome d'un poisson mâle porteur d'un B, ce qui nous a permis de caractériser la séquence du B et de montrer qu'elle contient deux locus dupliqués du gène "growth differentiation factor 6b" (*gdf6b*), dont un gène paralogue est connu comme déterminant du sexe chez une autre espèce de poisson. En support à l'hypothèse que ce gène *gdf6b* sur le B puisse être le déterminant du sexe chez le poisson cavernicole, nous avons montré que *gdf6b* est exprimé spécifiquement durant la différenciation des gonades mâles et que son inactivation génique chez des mâles porteurs de Bs induit une inversion sexuelle du sexe mâle vers le sexe femelle. Ces résultats démontrent que *gdf6b* est bien nécessaire pour déclencher la détermination du sexe mâle chez le poisson cavernicole. L'ensemble de ces résultats apportent donc des évidences multiples et indépendantes (génomique, génétique, d'expression, fonctionnelle) qui montrent que chez le poisson cavernicole, A.



mexicanus (population de la grotte Pachón) le B est un chromosome "B-Sex" qui contient des copies dupliquées du gène *gdf6b*, qui permettent la détermination vers le sexe mâle.



Résumé graphique des résultats principaux de notre étude sur le "B-Sex" du poisson cavernicole

Imarazene B, Du K, Beille S, Jouanno E, Feron R, Pan Q, Torres-Paz J, Lopez-Roques C, Castinel A, Gil L, Kuchly C, Donnadieu C, Parrinello H, Journot L, Cabau C, Zahm M, Klopp C, Pavlica T, Al-Rikabi A, Liehr T, Simanovsky SA, Bohlen J, Sember A, Perez J, Veyrunes F, Mueller TD, Postlethwait JH, Schartl M, Herpin A, Rétaux S, Guiguen Y. 2021. A supernumerary "B-sex" chromosome drives male sex determination in the Pachón cavefish, *Astyanax mexicanus*. *Curr Biol.* 31(21): 4800-4809.e9. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.08.030>

Mots-clés : Détermination du sexe, poisson cavernicole, chromosome B, chromosomes sexuels, génome, différenciation du sexe, gonades

CONFÉRENCE INVITÉE

Vendredi 18 mars 2022 – 13:50

Ecotoxicologie des résidus pharmaceutiques : de l'expérimentation en laboratoire à la validation *in situ* via des méthodes d'encagement en rivière

KESTEMONT Patrick*¹, BEGHIN Mahaut¹

¹ Unité de Recherches en Biologie Environnementale et Evolutive (URBE), Institut de Recherche Life, Earth & Environment (ILEE), Université de Namur, 61, rue de Bruxelles, B-5000 Namur, Belgique. patrick.kestemont@unamur.be

Les produits pharmaceutiques sont considérés comme des polluants émergents préoccupants pour les écosystèmes aquatiques où ils sont présents dans des mélanges complexes suite à leurs rejets à partir de différentes sources, dont les effluents des stations d'épuration (STEP). De par leur nature et leurs mécanismes d'action, ils sont susceptibles d'altérer le fonctionnement de différents systèmes physiologiques. Leurs effets écotoxicologiques sont brièvement présentés, ainsi que leur capacité à se bioaccumuler et à se bioamplifier dans les réseaux trophiques aquatiques. Les résultats d'une étude visant à déterminer la toxicité chronique d'un mélange pharmaceutique classiquement trouvé dans l'environnement sont ensuite présentés, en utilisant la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) comme modèle biologique. Cinq produits pharmaceutiques (paracétamol, carbamazépine, diclofénac, naproxène et irbesartan) ont été sélectionnés sur la base de leur fréquence de détection et de leurs niveaux de concentration dans la Meuse, fleuve international recevant les eaux usées de nombreux habitants tout au long de son parcours. Dans une première phase, les poissons ont été exposés en laboratoire pendant 42 jours à trois concentrations différentes du mélange, la médiane détectée dans la Meuse, 10 fois et 100 fois cette concentration. Les effets sur les systèmes reproducteur, nerveux, immunitaire, antioxydant et de détoxification de la truite arc-en-ciel ont été évalués tout au long de la période d'exposition et leur réponse a été normalisée à l'aide de l'indice intégré multi-biomarqueurs (IBRv2). Le système reproducteur, et particulièrement l'expression des gènes impliqués dans la stéroïdogenèse et la folliculogenèse, ont rapidement répondu à l'exposition à ce mélange de produits pharmaceutiques. Après 42 jours, les poissons exposés à la plus forte concentration présentaient également des niveaux significativement plus élevés d'activité du lysozyme ($p < 0,01$) et le mélange a provoqué des changements significatifs dans le renouvellement de la sérotonine du cerveau ($p < 0,05$). Les scores IBRv2 ont augmenté au fil du temps chez les poissons exposés à la plus forte concentration. Les résultats obtenus en conditions de laboratoire indiquent que l'exposition subchronique



dans l'eau à un mélange pharmaceutique communément présent dans les écosystèmes d'eau douce peut affecter les systèmes reproducteur, neuroendocrinien et immunitaire des truites arc-en-ciel juvéniles. Dans une seconde phase, l'étude visait à évaluer le risque environnemental posé par les effluents de STEP, contenant, entre autres, les différents résidus pharmaceutiques, en appliquant une approche multi-biomarqueurs sur des juvéniles de truite arc-en-ciel maintenus en cage dans le fleuve lui-même. À cette fin, les poissons ont été engagés sur deux sites, en amont et en aval d'une STEP pendant 21 jours. Les femelles juvéniles placées en cage sur les deux sites ont présenté des activités accrues des paramètres immunitaires innés (lysozyme et complément), des lésions histologiques et une teneur réduite en glycogène dans le tissu hépatique, ainsi qu'un métabolisme cholinergique musculaire plus élevé. Un modèle de réponse similaire dans les deux sites de mise en cage a été mis en évidence par l'IBRV2. Bien qu'aucune augmentation des niveaux de contamination des truites aux résidus pharmaceutiques n'ait été détectée en aval de la STEP, il apparaît que l'intensité des perturbations a été exacerbée par l'exposition aux effluents. Ces résultats suggèrent que l'exposition aux effluents des STEP a un effet délétère significatif sur la santé des poissons.

Mots-clés : Résidus pharmaceutiques, station d'épuration, truite arc-en-ciel, indice de réponse multibiomarqueurs, écotoxicité, encagement

The first fossil record of a menhaden (*Brevoortia*, Clupeidae, Teleostei) from the upper Miocene (12.5-8 M.y.a.) of Northwestern Turkey greatly expands the genus' geographic range

KEVREKIDIS Charalampos^{*1}, CERWENKA Alexander F.², REICHENBACHER Bettina^{1,3}

¹ Ludwig-Maximilians-Universität München, Department für Geo- und Umweltwissenschaften, Paläontologie & Geobiologie, Richard-Wagner-Str. 10, 80333, Munich, Germany. ch.kevrekidis@campus.lmu.de, b.reichenbacher@lrz.uni-muenchen.de

² Staatliche Naturwissenschaftliche Sammlungen Bayerns, Zoologische Staatssammlung München, Münchhausenstr. 21, 81247 Munich, Germany. cerwenka@snsb.de

³ GeoBio-Center at LMU, Richard-Wagner-Strasse 10, 80333 Munich, Germany. b.reichenbacher@lrz.uni-muenchen.de

Menhaden of the genus *Brevoortia* are medium-sized deep-bodied clupeid fish that live in large shoals and are of high economic and ecological importance. Today, species of *Brevoortia* live exclusively in the West Atlantic, where they can be found in river mouths, coastal waters as well as on the shelf. The sister group of *Brevoortia* is the well-known shad of the genus *Alosa*, which is found today in the Atlantic Ocean, the Mediterranean Sea and the remnants of the Eastern Paratethys Sea, namely the Black and Caspian Sea. Fossil representatives of shad are ubiquitous and have been reported mostly from the Oligocene and Miocene coastal sediments of the Mediterranean Sea and Black Sea. Nevertheless, no fossil menhaden have yet come to light. The absence of menhaden from the fossil record might be explained by our yet incomplete anatomical knowledge concerning *Brevoortia* and also because "shad-like clupeids" might have wrongly been assigned to the genus *Alosa*. One of the most valuable sites for shad-like fossil clupeids is the upper Miocene (Sarmatian) conservation and concentration Lagerstätte of Pinarhisar, northwestern Turkey. This marine site is situated near the southeastern margin of the Black Sea Basin and is also close to the Mediterranean Sea. Five shad-like fossil clupeid species have previously been described from Pinarhisar, and all had been attributed to the genus *Alosa*. However, at the time of their initial descriptions (1965-1994), microscope techniques were limited and only few comparative extant species were available. The objective of the present study was to revise these fossils on the basis of a thorough re-investigation of the original material and by using a greatly expanded comparative data set of modern clupeids. Totally, we examined μ CT scans of 54 species, which is about a quarter of all modern clupeid species, including taxa of all major lineages of this family. The results revealed that *Brevoortia* is a highly apomorphic genus and is characterized by particular patterns with regards to the presence and/or number of striations on the surface of several bones. For example, it is the only clupeid in our data set with a maxilla bearing numerous striations on its lateral surface (vs. one or two striae in the rest of the family), and it is also the only clupeid to bear laterodorsal longitudinal striations of the frontal bones, above the orbit. In addition, the morphology of the preopercle differs considerably between *Brevoortia* and *Alosa*, with *Brevoortia* having a short anterior branch that is ornamented with strong radiating ridges (vs. long anterior branch and no ridges in *Alosa*). These novel characters, along with some already described ones (e.g., size of head relative to the body, relative placement of dorsal and anal fins, scale morphology), set menhaden apart from shads and allow for a more reliable identification of



fossil menhaden. Notably, all these characters are present in the examined fossil specimens of the species from Pinarhisar that had been interpreted and described as fossil members of *Alosa* and allow us to identify them as menhaden, rather than as shad. Furthermore, all examined representatives of the five “*Alosa*” species from Pinarhisar appear to belong to a single species; minor meristic and morphometric differences may be related to intraspecific variation. The presence of fossil menhaden at Pinarhisar in northwestern Turkey, which was part of the Eastern Paratethys at that time, attests to a broader biogeographic distribution of *Brevoortia* in the past compared to today. The new data on the anatomy of *Brevoortia* might help to identify additional fossil menhaden and to better understand the biogeographic history of this genus through time.

Key words: Biogeography, Paratethys, Clupeiformes, micro-computed tomography, sister taxa

SESSION POSTERS N° 2 (SESSIONS 6A, 6B, 6C, 6D)

Mercredi 16 mars 2022 – 16:10

Régime alimentaire de *Solea aegyptiaca* du golfe de Gabès (Méditerranée centrale)

KHALIFA Faten^{*1,2}, HADJ TAIEB Aymen¹, AYADI Habib², JARBOUI Othman¹

¹ Institut National des Sciences et Technologie de la Mer (centre de Sfax), Tunisie. fatenkhilifa40@gmail.com, Othman.jarboui@instm.rnrt.tn

² Institut National des Sciences et Technologie de la Mer (centre de Sfax), Tunisie. Aymen.hadjtaieb@instm.rnrt.tn

³ Faculté des Sciences de Sfax, Tunisie. Habibayadi62@yahoo.fr

La nutrition est un processus vital à tout organisme vivant. En effet, ce dernier doit ingérer des aliments pour assurer sa croissance et ses fonctions vitales ou pour compenser la perte incessante d'énergie occasionnée par diverses activités, en particulier la reproduction. Dans le cadre de nos recherches sur la biologie de *Solea aegyptiaca* du golfe de Gabès, il nous a semblé intéressant d'étudier le régime alimentaire de cette espèce d'une manière plus approfondie. L'objectif principal du présent travail, consiste à l'étude des habitudes alimentaires qualitativement et quantitativement. Les échantillons biologiques utilisés pour l'étude du régime alimentaire de la sole égyptienne *Solea aegyptiaca* du golfe de Gabès sont prélevées durant la période qui s'étale entre les mois d'avril 2013 et mars 2015. Un total de 1638 individus, de longueurs totales comprises entre 9,7 et 30,7 cm, a été examiné. L'analyse qualitative permet de dresser un inventaire des différentes proies. L'identification des proies ingérées est réalisée jusqu'au niveau taxonomique le plus précis possible, ces proies ont été classifiées et présentées dans une liste exhaustive. Pour l'analyse quantitative des proies, nous avons utilisé, d'une part, la méthode numérique qui consiste à compter le nombre de chaque type de proie et, d'autre part, la méthode massique qui consiste à déterminer la masse de ces proies. L'approche quantitative fait recours au suivi mensuel des variations du coefficient de vacuité en fonction de la taille et du sexe et de l'analyse des contenus stomacaux qui se base sur le calcul d'un certain nombre de coefficients et indices alimentaires couramment utilisés ; La fréquence d'occurrence (F), le pourcentage numérique d'une catégorie de proies N (%), le pourcentage en masse d'une proie M (%), l'indice d'importance relative IRI et L'indice alimentaire MFI. Le suivi de l'évolution mensuelle du coefficient de vacuité montre que ce dernier est important pendant la période de reproduction. En effet, le poisson s'approvisionne au cours du repos sexuel afin de récupérer l'énergie dépensée lors de la ponte. Par ailleurs, le bol alimentaire de *Solea aegyptiaca* est basé préférentiellement sur les Crustacés et les Annélides et secondairement sur les Mollusques. Les Posidonies, les Cnidaires, les Echinodermes et les Poissons sont des proies occasionnelles. C'est ainsi que le régime alimentaire de l'espèce est assez varié. En effet, il diffère selon le sexe, la saison et la taille. Les individus adultes et sub-adultes se nourrissent préférentiellement sur les Annélides et les Mollusques et secondairement sur les Crustacés ce qui n'est pas le cas pour les juvéniles qui cherchent surtout les Crustacés. En automne, en hiver et au printemps, les Crustacés et les Annélides sont des proies préférentielles alors que les Mollusques sont des proies secondaires avec un IRI faible. Par contre, en été, *Solea aegyptiaca* se nourrit surtout des Mollusques. L'alimentation de *Solea aegyptiaca* du golfe de Gabès est caractérisée par certaines variations mensuelles engendrées par des facteurs extrinsèques tels que la température, la salinité et la lumière et des facteurs intrinsèques tels que la reproduction

Mots-clés : *Solea aegyptiaca*, golfe de Gabès, régime alimentaire, qualitative, quantitative

**Braincase morphology of *Belonostomus* (Actinopterygii: Aspidorhynchidae) from the mid-Cretaceous of Stoilo quarry, Western Russia**KOGAN Ilja*¹, AVERIANOV Alexander²¹ Museum für Naturkunde Chemnitz, Moritzstr. 20, 09111 Chemnitz, Germany. i.kogan@gmx.de² Zoological Institute, Russian Academy of Sciences, 199034 Saint Petersburg, Universitetskaya nab. 1, Russia. dzharakuduk@mail.ru

Belonostomus is one of the five genera of the Mesozoic neopterygian family Aspidorhynchidae, a candidate for being the sister group of all teleosts. *Belonostomus* was an elongated, slender predatory fish with dorsal and anal fin placed in opposition in the posterior quarter of the body, a symmetrical caudal fin, and a snout forming an elongate rostrum, composed of the paired praemaxillae and the unpaired prementary, a bone autapomorphic for Aspidorhynchidae. About ten nominal species from Europe, North and South America and South Africa – *B. tenuirostris*, *B. muensteri*, *B. kochii*, *B. dorsetensis* (Jurassic) and *B. hooley*, *B. cinctus*, *B. crassirostris*, *B. helgolandicus*, *B. lamarquensis* (Cretaceous) – may be considered valid, although several of them are in need of revision. For some species (*B. tenuirostris*, *B. hooley*, *B. helgolandicus*, *B. lamarquensis*), the neurocranium has been described, but reconstruction of a brain endocast has never been attempted. We present two fragmentary skulls referred to *Belonostomus* from the early Cenomanian Polpino Formation of Stoilo Quarry (Stary Oskol town, Belgorod Province, Russia), built up by highly fossiliferous marine sandstones with an interlayer of phosphorite. Both specimens represent incomplete neurocrania with skull roofing bones attached. Dermal bones of the palate are lacking. The skull roofing bones are thick and ornamented with longitudinal ridges and radiating tubercles of ganoine. Sutures between the cranial bones are indistinct. One of the specimens preserves the post-orbital region while the other exhibits the greater part of the braincase until the occiput. Digitally combining both parts, which have a sufficient overlap, will therefore allow to reconstruct the entire braincase. Computed microtomography of the crania reveals that the braincase constitutes a single, highly spongy ossification. Brain endocast rendering of one of the specimens shows large optic lobes and semicircular canals, with distinct ampullae of the anterior and the horizontal canal. This brain and inner ear morphology points to elaborated vision and vestibular system and is consistent with the fast-start predatory lifestyle suggested by the body shape of *Belonostomus*, which would require an increased success rate for predatory strikes to compensate the high energetic costs of fast-starting.

Key words: Aspidorhynchiformes, *Belonostomus*, neurocranial morphology, brain endocast, inner ear

Utilisation de l'habitat estuarien par une espèce réintroduite : l'esturgeon européen (*Acipenser sturio*) dans l'estuaire de la GirondeLAMOUR Marie*¹, LE BARH Romaric¹, ROCHARD Eric¹, GRASSO Florent³, MERG Marie-Line², LE PICHON Céline², ACOLAS Marie-Laure¹¹ INRAE, UR EABX, 50 avenue de Verdun, 33612 Cestas CEDEX, France. marie.lamour@inrae.fr, romaric.lebarh@inrae.fr, eric.rochard@inrae.fr, marie-laure.acolas@inrae.fr² INRAE, UR HYCAR, 1 rue Pierre-Gilles de Gennes, CS10030, 92761 Antony CEDEX, France. marie-line.merg@inrae.fr, celine.lepichon@inrae.fr³ IFREMER, DYNECO-DHYSED, Centre de Bretagne, CS 10070, 29280 Plouzané, France. florent.grasso@ifremer.fr

Dans le contexte actuel d'érosion de la biodiversité, la préservation et la restauration des poissons migrateurs amphihalins représentent un défi particulier en raison des déplacements que les individus doivent réaliser au cours de leur cycle de vie entre l'eau douce et la mer. Au cours de ce cycle, un passage par le milieu estuarien est donc obligatoire. Ce milieu est à l'interface des influences marines et fluviales et les habitats qui s'y trouvent sont caractérisés par des fluctuations environnementales importantes. L'estuaire de la Gironde, le plus vaste d'Europe, est soumis à de grandes marées. Il accueille des espèces typiquement estuariennes, dont l'esturgeon européen (*Acipenser sturio*), un migrateur anadrome qui utilise l'estuaire comme un corridor et un habitat de croissance. Le déclin de l'espèce a commencé au début du 20^e siècle et la dernière population fonctionnelle est celle de la Gironde avec la dernière reproduction naturelle datant de 1994. Classée "en danger critique d'extinction", l'espèce fait l'objet de programmes de conservation et de restauration en Allemagne et



en France dans le système Gironde-Garonne-Dordogne depuis le début des années 1990. C'est ainsi qu'un programme de conservation en captivité avec la réalisation de reproduction assistée à visée de repeuplement a été mis en place pour soutenir la population. Entre 2007 et 2015, plus de 1,7 millions de juvéniles nés en captivités ont été réintroduits à différents stades ontogéniques (larve, 3 mois, un an et plus) dans le système Gironde-Garonne-Dordogne. L'enjeu principal du travail présenté ici consiste à évaluer comment les individus réintroduits s'approprient les habitats estuariens. Cette étude se focalise sur la période 2010-2018 et utilise les données biologiques (présence/absence des esturgeons et/ou densité des individus) et environnementales (température, turbidité, oxygène dissous, salinité) issues de campagnes d'échantillonnage par chalutage dans les secteurs médians et aval de l'estuaire de la Gironde. Les données environnementales sont également complétées par les données issues du modèle hydrodynamique Mars3D Gironde (température, salinité, hauteur d'eau, vitesse, fractions sédimentaire dans la colonne d'eau et sur le fond). À l'aide de modèles statistiques il s'agit de déterminer si la localisation des individus dans l'estuaire est influencée par des variables environnementales et si oui lesquelles et si on peut en déduire une certaine sélectivité des habitats ou non. Dans un second temps, nous cherchons aussi à savoir si l'utilisation d'habitats diffère selon les caractéristiques des individus (taille/âge ou temps passé en captivité).

Mots-clés : Habitat, conservation, réintroduction, estuaire, variables environnementales

SESSION POSTERS N° 2 (SESSIONS 6A, 6B, 6C, 6D)

Mercredi 16 mars 2022 – 16:10

Suivi de la qualité de l'eau des rivières et des milieux souterrains hébergeant des populations de surface et/ou cavernicoles d'*Astyanax mexicanus* (Characidae)

LEGENDRE Laurent*¹, PERE Stéphane², RÉTAUX Sylvie²

¹ EGCE (Évolution, Génomes, Comportement, Écologie) UMR 9191 CNRS, UMR 247 IRD, Université Paris-Saclay, Avenue de la Terrasse, 91190 Gif-sur-Yvette, France. legendre@egce.cnrs-gif.fr

² NeuroPSI UMR9197, CNRS, Université Paris-Sud, Université Paris-Saclay, DECA group, 91190 Gif-sur-Yvette, France

Les études de terrain sont indispensables pour mieux cerner les caractéristiques des écosystèmes qui influencent le cycle de vie des organismes. Les mesures et analyses issues de ces études sont particulièrement importantes pour développer les systèmes d'élevage, améliorer les techniques et les protocoles adaptés aux animaux sauvages maintenus dans les laboratoires. L'adaptation à la captivité est en effet une étape clé à l'utilisation comme modèle des animaux sauvages, y compris les poissons. Différents facteurs abiotiques et biotiques influencent fortement le début de cette domestication. L'eau est bien sûr le milieu principal des organismes aquatiques. Mieux connaître les caractéristiques physico-chimiques de l'eau des rivières, des étangs, des lacs et des grottes habitées par les populations de surface et/ou les populations cavernicoles d'*Astyanax mexicanus* permet d'améliorer toutes les étapes du cycle de vie dans les installations de recherche. L'acquisition de telles données est essentielle pour établir de bonnes pratiques adaptées à ce nouvel organisme modèle. Chez les organismes poïkilothermes comme les poissons, la température, mais aussi la conductivité et le pH, sont des facteurs majeurs influençant fortement la croissance, la maturation des gamètes, l'indice gonadique-somatique, la ponte, les ratios de fécondation, les survies larvaires, la santé, le bien-être et la durée de vie totale. Entre 2009 et 2019, nous avons systématiquement collecté des données de terrain sur la température, la conductivité, le pH et quelques autres paramètres de l'eau dans les grottes abritant des populations d'*Astyanax* (principalement dans les grottes El Pachón, Los Sabinos, La Tinaja, La Cueva Chica et El Rio Subteraneo) et dans plusieurs stations de rivière de la région de Ciudad Valles (San Luis Potosi, Mexico). Les données seront présentées en ouvrant sur les futures études et l'évolution des méthodes de récoltes sur le terrain dans l'objectif de mieux cerner l'influence des paramètres de l'eau sur la biologie des *Astyanax*.

Références

- Mitchell R.W., Russell W.H., William R. Elliott W.R., 1977. Mexican Eyeless Characin Fishes, Genus *Astyanax*: Environment, Distribution, and Evolution. The Museum Texas Tech University Special Publications No. 12, 89 p.
- Potosi S.L., Guerrero W.R.E., 2018. The *Astyanax* Caves of Mexico, Cavefishes of Tamaulipas, Association for Mexican Caves Studies, Bulletin 26 (book).
- Tabin J.A., Aspiras A., Martineau B., Riddle M., Kowalko J., Borowsky R., Rohner N., Tabin C.J., 2018. Temperature preference of cave and surface populations of *Astyanax mexicanus*. *Dev Biol.* 441(2): 338-344.
- Ornelas-García C.P., Pajares S., Sosa-Jiménez V.M., Rétaux S., Miranda-Gambo R.A., 2018. Microbiome differences between river-dwelling and cave-adapted populations of the fish *Astyanax mexicanus* (De Filippi, 1853). *PeerJ* 6:e5906.

Mots-clés : *Astyanax*, poisson, cavernicole, eau, écologie



Synchronisme des dynamiques de population et des calendriers de migration des espèces amphihalines en France

LEGRAND Marion^{*1,2}, BRIAND Cédric³, BUISSON Laëtitia², LAFFAILLE Pascal²

¹ Association Loire Grands Migrateurs (LOGRAMI), 8 rue de la Ronde, 03500 Saint-Pouçain sur Sioule, France.

marion.legrand@logrami.fr

² Laboratoire Écologie Fonctionnelle et Environnement, Université de Toulouse, CNRS, INP, UPS, Toulouse, France.

laetitia.buisson@univ-tlse3.fr, pascal.laffaille@ensat.fr

³ Etablissement Public Territorial du Bassin de la Vilaine (EPTB Vilaine), Boulevard de Bretagne, La Roche-Bernard, France.

cedric.briand@eptb-vilaine.fr

Parmi les poissons, les espèces amphihalines, qui ne représentent pourtant que 0,7% des espèces connues de poissons dans le monde, font l'objet d'une attention particulière due aussi bien à leur forte valeur commerciale qu'à leur importance écologique. Elles présentent la particularité de vivre alternativement en eau douce et en eau salée pour accomplir leur cycle biologique jouant ainsi un rôle primordial de transfert de matière et d'énergie entre les milieux marins et d'eau douce. Le changement climatique est aujourd'hui largement reconnu comme facteur de nombreuses modifications dans le monde du vivant. Dans ce contexte, les espèces amphihalines semblent particulièrement vulnérables, car elles sont affectées à la fois par le changement des écosystèmes qu'elles fréquentent et par celui de leurs voies de migration. Face à cette nouvelle pression, les réponses de ces espèces sont multiples et vont du changement de l'aire de distribution au déclin en passant par les modifications de phénologie migratoire. Assez récemment, plusieurs auteurs se sont alarmés de l'accroissement du risque d'extinction des populations structurées en métapopulation face aux changements climatiques. En effet, l'un des impacts rapportés du changement climatique sur la biodiversité est l'augmentation de la synchronie des dynamiques de population. Or, une espèce structurée en métapopulation dont les abondances des différentes populations se synchronisent sous l'effet du changement climatique, perd par la même occasion son avantage en termes de résilience. En utilisant un jeu de données original provenant de 46 stations de comptage localisées sur 31 rivières sur une période de 10 à 30 ans, nous avons analysé le synchronisme qui pourrait exister dans les dynamiques de population et les calendriers de migration de 5 taxons amphihalins en France (anguille européenne, aloses – regroupement de l'aloise feinte et de la grande alose – lamproie marine, saumon atlantique et truite de mer). Dans un premier temps, nous avons déterminé l'échelle spatiale du synchronisme (de la rivière à l'échelle nationale). Ensuite, nous avons étudié le lien entre le synchronisme des comptages et du calendrier de migration, et le synchronisme de trois facteurs environnementaux connus pour influencer la dynamique de population et de migration des poissons amphihalins : la température, le débit et la température de surface de la mer. Nous avons trouvé un synchronisme contrasté entre les taxons et les échelles spatiales, et nous avons mis en évidence que le synchronisme régional pouvait être fort, mais faible à modéré au niveau national. À l'exception des civelles, la distance de synchronisme s'étendait au-delà des frontières du bassin versant, suggérant que le synchronisme est dû à des facteurs agissant à grande échelle. Des modèles reliant le synchronisme des comptages et de la migration aux paramètres environnementaux ont mis en évidence un lien avec la température et le débit des rivières. En particulier, les stations de comptage les plus chaudes semblaient être celles présentant le synchronisme le plus fort. Dans un contexte de changement global, ces résultats sont cruciaux pour la gestion des populations de poissons car ils indiquent qu'il faut privilégier les mesures qui limiteront ce synchronisme. En ce sens, la diversification des habitats et la gestion naturelle des débits dans les bassins versants sont autant de recommandations à considérer.

Mots-clés : Comptage, température, débit, changement climatique, échelle spatiale



CONFÉRENCE INVITÉE

Vendredi 18 mars 2022 – 09:00

Poissons marins d'intérêt aquacole et populations sauvages exploitées par la pêche dans les eaux européennes. Interactions entre productions aquacole et halieutique à travers deux exemple la dorade rose et le maigre

LORANCE Pascal¹

¹ DECOD (Dynamique et Durabilité des Écosystèmes), IFREMER, INRAE, Institut Agro – Agrocampus Ouest, Nantes, France. Pascal.lorance@ifremer.fr

Comparé au nombre d'espèces de poissons marins exploités par les pêches dans les eaux européennes, le nombre d'espèces d'intérêt aquacole est faible. Cette conférence synthétise les productions aquacoles et halieutiques européenne et française en termes de quantité, valeur et nombre d'espèces exploitées et élevées. La situation française est traitée de façon plus détaillée par l'analyse des tendances et les facteurs de prix observés pour les quelques espèces de poissons marins élevées en France. Deux espèces, la dorade rose (*Pagellus bogaraveo*) et le maigre (*Argyrosomus regius*), font l'objet d'une approche plus approfondie mise en perspective par rapport à des espèces dont, à la fois, les populations sauvages sont plus abondantes et la production aquacole est plus ancienne, notamment le bar. L'état des connaissances sur les populations sauvages de dorade rose et de maigre, l'intérêt que leur porte le secteur aquacole, les tendances des productions halieutiques et aquacole et celles des prix sont comparées. Les populations sauvages de ces deux espèces, toutes les deux présentes dans l'Atlantique et en Méditerranée française, diffèrent fortement en termes de distribution spatiale, de biologie, d'habitat, d'écologie mais aussi en termes d'historique de leur exploitation halieutique. Quelques travaux et analyses récentes sur ces populations sont présentés. Du côté de l'aquaculture, celle de la dorade rose est un peu plus ancienne que celle du maigre. Les zones marines où l'aquaculture de ces deux espèces est pratiquée sont aussi différentes autant pour des raisons de conditions environnementales que de marché. Enfin une analyse à long terme des prix de ces espèces est présentée. Elle analyse les relations entre la production aquacole et la production halieutique notamment en termes d'effet du développement des productions aquacoles sur les prix au débarquement des mêmes espèces par la pêche. Les perspectives de la pêche et de l'aquaculture de ces espèces sont discutées.

SESSION 4 – PALÉOICHTHYOLOGIE

Lundi 14 mars 2022 – 15:25

Systematique, ontogénie et paléobiogéographie du genre *Orthacanthus* (Diplodolachidae, Xenacanthiformes) du Permien inférieur de France

LUCCISANO Vincent^{*1,2}, PRADEL Alan³, AMIOT Romain¹, POUILLON Jean-Marc⁴, CUNY Gilles²

¹ Univ Lyon, UCBL, ENSL, UJM, CNRS, LGL-TPE, 69622 Villeurbanne, France. vincent.luccisano@gmail.com, romain.amiot@univ-lyon1.fr

² Univ Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS, ENTPE, UMR 5023 LEHNA, 69622 Villeurbanne, France. gilles.cuny@univ-lyon1.fr

³ CR2P – Centre de Recherche en Paléontologie, Paris ; Muséum national d'Histoire naturelle – Centre national de la recherche scientifique – Sorbonne Université, France. alan.pradel@mnhn.fr

⁴ Rhinopolis Association, 179 rue des Plattières, 38300 Nivolas Vermelle/BP 39 03800 Gannat, France. jmpdb@wanadoo.fr

Les Xenacanthiformes sont un ordre de chondrichtyens, ou poissons cartilagineux. Ils sont apparus au Carbonifère inférieur en Europe et se sont rapidement répandus dans le monde. Leur diversité maximale est enregistrée autour de la transition Carbonifère-Permien en Europe. Ils étaient l'un des rares ordres de chondrichtyens à traverser l'extinction de masse du Permien-Trias et ont finalement disparu à la fin du Trias. Ils se caractérisent par un corps allongé semblable à une anguille, des dents tricuspides et un aiguillon dorsal à croissance continue qui peut être inséré de la base du neurocrâne ou à la région de l'épaule. Comme pour de nombreux taxons fossiles, leur systématique est souvent assez difficile à déchiffrer. En Allemagne, cinq genres, *Triodus*, *Xenacanthus*, *Plicatodus*, *Orthacanthus* et *Lebachacanthus*, ont été identifiés dans les bassins du Permien, alors que seuls deux genres, *Triodus* et *Orthacanthus*, ont été signalés dans le Permien français. Nous avons donc initié une réévaluation systématique des faunes de xénacanthes des bassins Carbonifère-Permien français avec un intérêt particulier pour la localité permienne (Sakmarien à Artinskien) de Buxières-les-Mines dans le bassin de Bourbon l'Archambault (Allier, France). L'espèce *Orthacanthus buxieri* a été érigée par Heyler & Poplin (1989) sur la base de la description d'un spécimen mal préparé de cette dernière localité. De nombreux auteurs ont récemment proposé



qu'*O. buxieri* pourrait être un synonyme d'*O. kounoviensis*, déjà connu dans le Carbonifère supérieur d'Allemagne et de République tchèque. La révision de l'holotype n'étant pas encore possible en raison de la difficulté de préparation du spécimen, nous avons décidé de tester la présence d'*O. kounoviensis* dans cette localité sur la base du matériel isolé qui y a été trouvé. La comparaison de notre matériel isolé avec les différentes espèces connues d'*Orthacanthus* confirme la présence d'*O. kounoviensis* dans le Permien inférieur de France. Les dents de Buxières-les-Mines présentent en effet des caractères diagnostiques pour cette espèce : présence d'une minuscule cuspide médiane et d'une double dentelure sur le bord tranchant extérieur des cuspidés latérales. Par ailleurs, des dents juvéniles d'*O. kounoviensis* sont également reconnues à Buxières-les-Mines en raison de leur morphologie proche de celle des adultes. En plus de leur plus petite taille, elles peuvent être séparées de celles des adultes par une base dentaire plus fine : il s'agit d'une tendance ontogénétique déjà bien documentée chez les xénacanthes. Notre étude confirme donc la présence d'*Orthacanthus kounoviensis* dans le Permien inférieur de France, qui représente l'occurrence la plus récente d'un grand xénacanthé en Europe. La présence à la fois de dents adultes et juvéniles à Buxières-les-Mines semble indiquer une zone refuge, c'est-à-dire un milieu propice à la survie des grands xénacanthes, contrairement à d'autres bassins permien européens dans lesquels ils ont rapidement disparu après la transition Carbonifère-Permien. Nous proposons donc de restreindre le nom *O. buxieri* à son holotype jusqu'à ce qu'une révision complète de ce dernier confirme ou infirme son statut systématique d'espèce valide.

Mots-clés : *Orthacanthus*, systématique, ontogénie, Bourbon l'Archambault, paléobiogéographie

Vers le large. Pister les évolutions des pratiques de pêche grâce à l'archéo-ichtyologie. Exemple du port médiéval de Qalhat (Sultanat d'Oman)

MARRAST Anaïs¹

¹ MNHN, UMR AASPE 7209, CP56, 43 rue Buffon, 75005 Paris, France. anaïs.marrast@mnhn.fr

Avec plus de 1300 km de côtes qui les entourent, les habitants du Sultanat d'Oman se sont très tôt tournés vers la mer et l'exploitation de ses ressources. En effet, dans la région, les périodes préhistoriques sont les mieux connues du fait des efforts archéologiques déployés pour comprendre les nombreux amas coquilliers dispersés le long du littoral. Les sites fouillés pour les périodes protohistoriques et antiques sont beaucoup plus rares, quant aux sites médiévaux, ils sont quasi inexistantes. Aujourd'hui encore, les activités halieutiques du Sultanat d'Oman, essentiellement artisanales et traditionnelles, occupent une place majeure dans l'économie de cette population et chaque omanais peut posséder un filet pour aller pêcher. Puissante nation maritime jusqu'au XIX^e siècle, le Sultanat d'Oman a développé des pratiques de pêche adaptées à l'exploitation de milieux particuliers (espèces de récifs, grandes espèces pélagiques, petites espèces pélagiques), mais les données archéologiques manquent pour comprendre leurs mises en place et leurs évolutions. La cité portuaire de Qalhat (début du XI^e siècle à la fin du XVI^e siècle) est l'un des rares sites médiévaux à avoir été fouillé en péninsule arabique. La fouille du bâtiment B94, supposé être un atelier de découpe de poisson, offre du matériel pour avoir accès à l'histoire de la pêche de cette région du monde. Avec un corpus de 4855 restes déterminés (pour 18865 comptabilisés, dont 4416 vertèbres, 1204 restes crâniens et 6005 écailles), un total de 34 familles et 80 espèces fut identifié. Les ossements étaient répartis dans toutes les pièces du bâtiment et correspondaient à plusieurs périodes chronologiques. Les résultats montrent des activités halieutiques essentiellement tournées vers une pêche au large, centrée sur la capture de gros spécimens de thons (*Thunnus albacares*, *Thunnus tonggol*). Ces derniers indiquent une pêche depuis un bateau de type boutre et des filets encerclant ont pu être déployés pour chercher à capturer le banc. La présence de thazard rayé (*Scomberomorus commerson*), de spécimens de requins (Carcharhinidae, Alopiidae, Sphyrnidae, Lamnidae) et de voiliers (*Istiophorus platyperus*, *Istiompax indica*), indique qu'une pêche à la ligne ou à la palangre ont également pu être utilisées. Quant aux données spatiales, elles montrent une variation dans l'utilisation de l'espace de ce bâtiment et un recyclage des restes de poissons avec la présence de vertèbres brûlées. Elles laissent supposer que les os ont pu être utilisés comme combustible pour d'autres activités artisanales, et que ce bâtiment aurait pu être multifonctionnel. Les données de Qalhat, inédites, sont des résultats majeurs dans l'histoire des activités halieutiques de la région. Pour développer et affiner ces interprétations, des analyses supplémentaires autour de différentes espèces régionales de Scombridae (*T. albacares*, *T. tonggol*, *S. commerson*, *E. affinis*) sont en cours d'élaboration et devraient permettre d'obtenir des modèles ostéométriques ainsi que des modèles de squelettochronologiques.

Mots-clés : Pêche, golfe d'Oman, thons, archéo-ichtyologie, engins de pêche



Age, croissance et mortalité de *Xyrichtys novacula* (Linnaeus, 1758) du golfe de Tunis

MEKNI Sabrina*¹, HAMED Oussama¹, MACKENZIE Kirsteen², MAHE Kélig², CHAKROUN-MARZOUK Nadia¹

¹ Université de Tunis El Manar, Faculté des Sciences de Tunis Laboratoire de recherche d'Ecologie, Biologie et Physiologie des organismes aquatiques, Campus Universitaire, 2092 El Manar II, Tunisie. meknisabrina53@gmail.com, hamed.oussama@hotmail.fr, knn.marzouk@gnet.tn

² IFREMER, Centre Manche-mer du Nord, Laboratoire Ressources Halieutiques, 150 Quai Gambetta, BP 699, 62321 Boulogne-sur-Mer, France. kelig.mahe@ifremer.fr, Kirsteen.Mackenzie@ifremer.fr

La connaissance de l'âge des individus constituant une population animale est nécessaire pour l'analyse des variations temporelles de leurs structures et abondances. La structure en âge d'une population peut être décrite et les taux des principales variables comme la croissance et la mortalité peuvent être quantifiés. Ceci est particulièrement important lorsque l'on s'intéresse à la dynamique de populations exploitées et à la gestion des ressources dans les pêcheries. Il est impératif de déterminer non seulement l'augmentation globale du taux de mortalité dû à la pêche mais aussi la manière dont il se distribue parmi les groupes d'âge de la population considérée. À notre connaissance, aucun des aspects n'a encore été abordé pour décrire le stock du rason qui fréquente les côtes tunisiennes ; ceci est probablement lié à la difficulté de son échantillonnage étant donné qu'il ne fréquente que certains fonds du littoral et à son comportement fouisseur et démersal qui complique sa récolte. Ce travail vient donc juste à point pour fournir de nouvelles informations sur la biologie de cette espèce et pour contribuer à la connaissance et à la conservation de cette espèce dans le golfe de Tunis. En effet, l'étude de la croissance par otolithométrie a été effectuée à partir d'un échantillon de 115 individus du rason *Xyrichtys novacula* pêchés à la ligne dans le golfe de Tunis entre juin 2015 et octobre 2019. La taille des spécimens est comprise entre 9,8 et 19,2 cm ; la taille moyenne des femelles (LT = 14,416 ± 0.273 cm) est significativement inférieure à celle des mâles (LT = 16,775 ± 0.123 cm). L'estimation de l'âge a été effectuée directement à partir de la méthode d'observation de l'otolithe en entier. Après validation du comptage des zones hyalines de croissance lente sur la sagitta, six classes d'âge ont été déterminées. La première classe d'âge est composée exclusivement de femelles ; en revanche, entre les classes d'âge 2 ans et 3 ans, les deux sexes (mâles et femelles) sont représentés mais avec un pourcentage de femelles décroissant (58,82 à 23,07%) et un pourcentage de mâles croissant (41,17 à 76,92%) ; au-delà de la classe d'âge 4 ans, tous les individus sont des mâles. Étant donné que le rason *X. novacula* est une espèce hermaphrodite protogyne monandrique, le modèle de von Bertalanffy a été appliqué pour l'ensemble de l'échantillon sexes regroupés. La modélisation de la croissance a fourni les paramètres suivants : $TL_{\infty} = 17,18$ cm, $K = 1,079$ an⁻¹. L'indice de performance de croissance calculé est $F = 2,50$ cm an⁻¹. Le taux total de mortalité (Z) obtenu à partir de la pente de la branche descendante de la courbe de capture était $Z = 1,3$ an⁻¹. Le paramètre du taux de mortalité naturelle (M) était $M = 0,949$ an⁻¹ et le taux de mortalité par pêche (F) était $F = 0,350$ an⁻¹. En effet, le ratio d'exploitation a été estimé comme étant $E = 0,27$.

Mots-clés : Age, otolithes, *Xyrichtys novacula*, mortalité, golfe de Tunis

Vers une meilleure connaissance de l'ichtyofaune dulçaquicole de Nouvelle-Calédonie

MENNESSON Marion I.*¹, CHARPIN Nicolas², KEITH Philippe¹

¹ UMR Biologie des organismes et écosystèmes aquatiques (UMR BOREA 8067), MNHN, CNRS, IRD, SU, UCN, UA, 57 rue Cuvier CP26, 75005 Paris, France. marion.mennesson@mnhn.fr, keith@mnhn.fr

² Association Vie d'Ô Douce, 3090 bis route de la Corniche, Mont Dore Sud, 98876 La Coulée, Nouvelle-Calédonie. charpin.nicolas@gmail.com

En Nouvelle-Calédonie, de nombreux travaux de taxonomie et d'écologie ont été réalisés sur la faune piscicole d'eau douce, entre 1999 et 2009, notamment par le MNHN, conduisant à plusieurs thèses et à la réalisation d'un Atlas (2003), prélude à la mise en place de la première réglementation et des listes d'espèces protégées. Ces études, basées sur les méthodes taxonomiques classiques de l'époque, avaient déjà mis en évidence la difficulté de déterminer certains taxons en particulier chez les Eleotridae, les Gobiidae et les Syngnathidae, et elles supposaient la présence d'espèces cryptiques.



Avec l'arrivée du séquençage nouvelle génération (NGS) et notamment de la taxonomie intégrative, une mise à jour de ces espèces doit être réalisée. En effet, cette mise à jour revêt une importance particulière pour les services qui assurent un grand nombre d'échantillonnages piscicoles et/ou qui sont en charge de la mise en place de la Politique Partagée de l'Eau (PEP) en Nouvelle-Calédonie. Ainsi, il apparaît primordial de disposer d'une liste valide des poissons d'eau douce, de savoir les reconnaître, et de les intégrer dans un référentiel taxonomique. L'objectif de ce projet (financé par l'Office Français pour la Biodiversité, OFB) est de clarifier entièrement le statut de l'ichtyofaune dulçaquicole de la Nouvelle-Calédonie par une révision de la taxonomie et de créer une base de références moléculaires des espèces présentes à partir de spécimens de référence conservés en collection.

Mots-clés : Révision taxonomique, base de données, gestion & conservation

SESSION POSTERS N° 1 (SESSIONS 1, 2, 3, 4, 5)

Mardi 15 mars 2022 – 15:00

Les spécimens de collection au service de l'ADN environnemental : création d'une base de référence moléculaires pour des expertises plus fiables

MENNESSON Marion I.^{*1}, DETTAÏ Agnès², IGLÉSIAS Samuel P.³, BONILLO Céline¹, BUSSON Frédéric¹, DENYS Gaël P.J.^{1,4}

¹ UMR Biologie des organismes et écosystèmes aquatiques (UMR BOREA 8067), MNHN, CNRS, IRD, SU, UCN, UA, 57 rue Cuvier CP26, 75005 Paris, France. marion.menesson@mnhn.fr

² Institut de Systématique, Évolution, Biodiversité (UMR ISYEB 7205), MNHN, CNRS, UPMC, EPHE, SU, 57 rue Cuvier CP26, 75005 Paris, France

³ Institut de Systématique, Évolution, Biodiversité (UMR ISYEB 7205), MNHN, CNRS, UPMC, EPHE, Sorbonne Université, Université des Antilles, Station Marine de Concarneau, Place de la Croix, 29900 Concarneau, France

⁴ Unité Mixte de Service Patrimoine Naturel – Centre d'expertise et de données (UMS PatriNat 2006) OFB, CNRS, MNHN, 36 rue Geoffroy-Saint-Hilaire CP41, 75005 Paris, France

La technique d'expertise moléculaire selon l'approche ADN environnemental (ADNe) est en pleine expansion cette dernière décennie, notamment dans le milieu aquatique (*e.g.* Belle *et al.* 2019, Garlapati *et al.* 2019). Elle permet de détecter des espèces rares, de suivre la progression des espèces exotiques envahissantes, ou de réaliser des inventaires (*e.g.* Garlapati *et al.* 2019). Cette technique consiste à identifier chaque haplotype (ou MOTUs) d'un marqueur donné et amplifié à partir de l'ADN en suspension dans l'eau par comparaison avec des séquences bien identifiées. L'identification des haplotypes obtenus repose sur leur comparaison avec des séquences issues de bases de référence moléculaires publiques (ex : GenBank ou BOLD) ou privées. Rimet *et al.* (2021) préconisent de constituer la base de référence soit à partir de spécimens de référence en collection, soit à partir de tissus collectés sur du matériel vivant ; la deuxième option étant actuellement majoritairement appliquée. La construction d'une base de références moléculaires à partir des données publiques pose problème. En effet, tous les auteurs n'utilisent pas les mêmes marqueurs (12S, 16S, COI, Cytb). Des marqueurs ne sont donc pas disponibles pour certains taxons. Par ailleurs l'absence de spécimen référencé induit des incertitudes récurrentes quant à l'identification des espèces. Seule une base de référence moléculaires à partir de mitogénomes pourrait relier les différentes bases de références déjà existantes (Hinsinger *et al.* 2015, Miya *et al.* 2015). Néanmoins, seulement environ 10% des mitogénomes disponibles dans GenBank sont associés à un spécimen enregistré en collection. Depuis ces vingt dernières années, les connaissances taxonomiques ont fortement évolué en France métropolitaine et dans les DROM (Départements et Régions d'Outre-mer) en ichtyologie (*e.g.* Keith *et al.* 2020, Mennesson & Keith 2017, Keith & Mennesson 2020). En effet, de nos jours, l'identification des espèces est basée sur la taxonomie intégrative ; méthode combinant la morpho-méristique, les analyses moléculaires mais aussi les données sur le cycle de vie et la répartition des spécimens actuels, tout en incluant les spécimens de collections (*cf.* types). Cette méthode a permis de mettre en évidence de nombreuses erreurs d'identification faites par le passé. Au vu de tous les problèmes énumérés précédemment, nous proposons de réaliser une base de référence moléculaire des espèces présentes en France métropolitaine et dans les DROM (incluant, lorsque cela est possible, les types de collection) incluant les marqueurs mitochondriaux couramment utilisés (12S, COI voire 16S et Cytb en complément). Ces derniers seront obtenus *via* le séquençage du génome mitochondrial complet selon l'approche de Hinsinger *et al.* (2015), qui permet de réduire fortement les coûts pour les spécimens récents ou par shotgun pour les spécimens plus anciens à l'ADN dégradé. Les spécimens non-types seront par la suite enregistrés en collection afin que chaque séquence de référence soit associée à un spécimen de référence. Ces séquences de réfé-



rence suivront la nomenclature de Chakrabarty *et al.* (2013) et seront accessibles sur le référentiel national taxonomique TAXREF (Gargominy *et al.* 2021) piloté par le Muséum national d'Histoire naturelle de Paris via l'UMS Patrinat.

Références

- Belle C.C., Stoeckle B.C., Geist J., 2019. Taxonomic and geographical representation of freshwater environmental DNA research in aquatic conservation. *Aquatic Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst.* 29, 1996-2009. <https://doi.org/10.1002/aqc.3208>
- Chakrabarty P., Warren M., Page L.M., Baldwin C.C., 2013. GenSeq: An updated nomenclature and ranking for genetic sequences from type and non-type sources. *ZooKeys* 346: 29-41. <https://doi.org/zookeys.346.5753>
- Gargominy O., Tercerie S., Régnier C., *et al.*, 2021. TAXREF v15.0, référentiel taxonomique pour la France. UMS PatriNat, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. <https://inpn.mnhn.fr/telechargement/referentielEspece/taxref/15.0/menu>
- Garlapati D., Charankumar B., Ramu K., Madeswaran P., Ramana Murthy M.V., 2019. A review on the applications and recent advances in environmental DNA (eDNA) metagenomics. *Rev. Environ. Sci. Biotechnol.* 18, 389-411. <https://doi.org/10.1007/s11157-019-09501-4>
- Hinsinger D.D., Debruyne R., Thomas M., Denys G.P.J., Mennesson M., Utge J., Dettai A., 2015. Fishing for barcodes in the Torrent: from COI to complete mitogenomes on NGS platforms. *DNA Barcodes* 3: 170-186. <https://doi.org/10.1515/dna-2015-0019>
- Keith P., Mennesson M.I., 2020. Review of *Giuris* (Teleostei: Eleotridae) from Indo-Pacific islands, with description of three new species. *Cybium* 44(4): 331-349.
- Keith P., Poulet N., Denys G., Changeux T., Persat H., 2020. Les poissons d'eau douce de France. Deuxième édition. Biotope, Publications scientifiques du Muséum, Mèze et Paris. 704 p.
- Mennesson M.I., Keith P., 2017 Evidence of two species currently under the name of *Eleotris fusca* (Teleostei: Gobioidae: Eleotridae) in the Indian Ocean. *Cybium* 41: 213-220.
- Miya M., Sato Y., Fukunaga T., Sado T., Poulsen J.Y., Sato K., Minamoto T., Yamamoto S., Yamanaka H., Araki H., Kondoh M., Iwasaki W., 2015. MiFish, a set of universal PCR primers for metabarcoding environmental DNA from fishes: detection of more than 230 subtropical marine species. *R. Soc. Open Sci.* 2: 150088. <https://doi.org/10.1098/rsos.150088>
- Rimet F., Aylagas E., Borja A., *et al.*, 2021. Metadata standards and practical guidelines for specimens and DNA curation when building barcode reference libraries for aquatic life. *Metabarcoding Metagenom.*, 5: 17-33. <https://doi.org/10.3897/mbmg.5.58056>

Mots-clés : ADN environnemental, expertise, collection, mitogéome, shotgun

SESSION POSTERS N° 1 (SESSIONS 1, 2, 3, 4, 5)

Mardi 15 mars 2022 – 15:00

Identification des post-larves au recrutement des espèces de téléostéens diadromes de Tahiti

MENNESSON Marion I.*¹, MAZEL Virgile², KEITH Philippe¹

¹ UMR Biologie des organismes et écosystèmes aquatiques (UMR BOREA 8067), MNHN, CNRS, IRD, SU, UCN, UA, 57 rue Cuvier CP26, 75005 Paris, France. marion.mennesson@mnhn.fr, keith@mnhn.fr

² Bureau d'études ICHTYO-PACIFIC – Contractant Convention SFI/DRM/IP: spécialisé en ichtyologie appliquée, BP 381816 Punaauia Tamanu, 98718 Punaauia, Tahiti, Polynésie Française. ichtyo.pacific@gmail.com

À l'image de nombreux territoires insulaires, les cours d'eau des îles hautes de la Polynésie française sont colonisés par des espèces majoritairement diadromes (poissons, crustacés, mollusques). Cette capacité de migration entre deux biomes implique des cycles biologiques complexes qui sont parfois difficiles à étudier dans leur globalité ; notamment pour la phase marine. Dans l'archipel de la Société, l'île de Tahiti disposant d'un réseau hydrographique permanent accueille 14 espèces de téléostéens, toutes diadromes et appartenant à 9 genres différents (*Anguilla*, *Sicyopterus*, *Stiphodon*, *Stenogobius*, *Awaous*, *Kuhlia*, *Eleotris*, *Moringua* et *Microphis*). Parmi ces derniers, seules les anguilles ont fait l'objet de quelques recherches en Polynésie française mais elles restent très limitées. Bien que toutes ces espèces ne partagent pas le même type de cycle de vie (*i.e.* anadrome, catadrome et amphidrome), elles colonisent les mêmes rivières. Si les stades juvéniles (pré-adultes) et adultes sont facilement reconnaissables lorsque les espèces sont installées dans le milieu dulçaquicole, ce n'est pas du tout le cas pour le stade post-larvaire lors du recrutement dans les cours d'eau. En effet, l'ensemble des critères morpho-méristiques généralement utilisés pour distinguer les espèces (*cf.* clés de détermination) ne cible que les stades les plus avancés. Et pourtant, la capacité à distinguer ces différentes espèces au stade post-larvaire est cruciale pour la compréhension de leur cycle de vie ; surtout si parmi elles se trouvent des espèces endémiques. De nombreuses informations peuvent être obtenues sur les espèces diadromes en étudiant le recrutement estuarien. En effet, nous pouvons obtenir : i) une identification visuelle précise des post-larves, ii) un suivi de l'état des populations et de leurs fluctuations (souvent saisonnières) et, iii) une estimation de la durée de la phase larvaire marine (*via* les otolithes) et, par rétro calcul, les périodes de ponte. L'acquisition de ces connaissances sur le cycle de vie des espèces diadromes facilitera la mise en



œuvre d'une gestion durable des activités humaines le long des cours d'eau. Ces activités pouvant impacter directement ou indirectement les espèces, il est donc important de préserver leur milieu de vie ainsi que leurs populations.

Mots-clés : Post-larves, identification, Tahiti, gestion & conservation

SESSION POSTERS N° 1 (SESSIONS 1, 2, 3, 4, 5)

Mardi 15 mars 2022 – 15:00

Quelques données sur l'organisation histologique des tissus osseux et des dents chez le maquereau, *Scomber scombrus* L., 1758 (Acanthopterygii, Perciformes, Scombridae)

MEUNIER François J.*¹, MOREL Séverin²

¹ UMR 8067 BOREA (CNRS-IRD-MNHN-UPMC), Département Adaptations du Vivant, Muséum national d'Histoire naturelle, CP 026, 43 rue Cuvier, 75231 Paris Cedex 05, France. francois.meunier@mnhn.fr

² UMR 7207 (MNHN-Sorbonne Université-CNRS), Centre de Recherche en Paléontologie – Paris, Département Origines & Évolution, Muséum national d'Histoire naturelle, CP38, 57 rue Cuvier, Paris 75005, France. severin.morel@mnhn.fr

Chez les Téléostéens, les tissus osseux sont dits “cellulaires” lorsqu'ils renferment des ostéocytes, comme chez les formes basales, ou “acellulaires” lorsqu'ils sont dépourvus d'ostéocytes, essentiellement chez les formes évoluées : Acanthoptérygiens. Chez ces derniers, la famille des Scombridae se distingue par le fait que la sous-famille des Thunninae comprend un certain nombre d'espèces qui ont de l'os cellulaire : *Euthynnus lineatus*, *Thunnus alalunga*,... Cette particularité est liée au fort métabolisme de ces animaux qui ont développé une certaine endothermie liée à leur métabolisme très élevé. Les membres de l'autre sous-famille, les Scombricinae, ont de l'os acellulaire. Nous présentons ici le tissu osseux du maquereau commun, *Scomber scombrus* L., 1758, espèce généralement citée comme poisson caractéristique des Scombridae mais dont, à notre connaissance, aucune étude histologique du squelette osseux n'a jamais été publiée, contrairement aux Thunninae. Par ailleurs, nous avons également étudié la structure histologique de leurs dents qui présentent une caractéristique intéressante. Notre étude histologique réalisée à partir de lames minces d'os non déminéralisés permet de confirmer que le tissu osseux du maquereau commun est bien de type acellulaire. Notre observation des dents de la mandibule droite nous a montré une caractéristique originale de leur structure : la présence de replis de la dentine dans la cavité pulpaire. La présence de ces replis permet de caractériser un type de plicidentine : la dentine simplexodonte (Meunier *et al.* 2015). Cette caractéristique de la dentine est à relier au régime alimentaire prédateur, comme chez d'autres espèces de téléostéens telles que la baudroie, la daurade, mais sans que ceci puisse être généralisé à tous les téléostéens prédateurs (Texereau *et al.* 2018).

Références

Meunier F.J., De Mayrinck D., Brito P.M., 2015. Presence of plicidentine in the labial teeth of *Hoplias aimara* (Erythrinidae ; Ostariophysii ; Teleostei). *Acta Zool.* 96: 174-180.

Texereau M., Germain D., Meunier F.J., 2018. Comparative histology of caniniform teeth in some predatory ichthyophagous Teleosts. *Cybium* 42(1): 75-81.

Mots-clés : *Scomber scombrus*, os acellulaire, dent, plicidentine

SESSION POSTERS N° 4 (SESSION 7)

Vendredi 18 mars 2022 – 10:40

Âge, croissance et reproduction du mullet porc *Liza ramada* (Risso, 1826) dans le golfe d'Annaba, Algérie

MEZIANE Khadidja*¹, CHAOUI Lamy¹, KARA Mohamed Hichem¹

¹ Laboratoire Bioressources Marines, Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie. meziane-kh@hotmail.com, chaouilamy@hotmail.com, kara_hichem@yahoo.com

Liza ramada (Risso, 1826) est une espèce necto-pélagique, euryhaline et thalassotoque, qui vit dans divers habitats (marin, lagunaire et estuarien) et qui se répartit dans toutes les régions tropicales et subtropicales. Tolérant à une large gamme de salinité, ce mugilidé possède aussi un taux de croissance intéressant qui en fait un poisson à potentiel aquacole avéré et à intérêt économique certain. Les données sur la biologie, l'écologie et la dynamique des populations de *L. ramada* restent insuffisantes, notamment en Afrique du Nord. Cette étude apporte des informations nouvelles, nécessaires pour la gestion



rationnelle des stocks de cette espèce et très utiles aux programmes de pisciculture en cours en Algérie. Un total de 512 individus ($10 \text{ cm} \leq \text{LT} \leq 42,3 \text{ cm}$; $9,5 \leq \text{PT} \leq 545 \text{ g}$) ont été échantillonnés mensuellement de janvier 2018 à Janvier 2019 auprès des poissonniers et petits métiers opérant dans le golfe d'Annaba. L'âge individuel des poissons a été déterminé à partir des écailles. Il indique une longévité de 5 ans. L'accroissement marginal des otolithes indique une discontinuité de la croissance annuelle. Les couples âge-longueur ont été définis par rétro-calcul. La croissance en longueur est décrite par le modèle de croissance de Von Bertalanffy comme suit: $\text{Lt} = 46,75 [1 - e^{-0,49(t + 0,508)}]$. La relation taille-poids est donnée par l'équation $\text{Pt} = 0,005 \cdot \text{Lt}^{3,143}$ ($r^2 = 0,987$). L'indice de performance de croissance (Φ) est de 2,8. Le sex-ratio, la période de ponte et la taille à la première maturité sexuelle sont les paramètres qui nous ont permis de décrire le cycle sexuel et reproductif de *L. ramada*. La population échantillonnée est composée de 11,72% d'immatures, de 45,31% de mâles et de 42,97% de femelles. La saison de reproduction s'étend de septembre à février, avec une émission des gamètes en novembre. La taille à la première maturité sexuelle est de 22,8 LT cm chez les femelles et 24,5 LT cm chez les mâles.

Mots-clés : *Liza ramada*, otolithes, croissance, reproduction, Algérie, Méditerranée

Variabilité hydrologique et conséquences sur les communautés de poissons d'Europe centrale

MIGNIEN Lucas^{*1,2}, STOLL Stefan^{1,2}

¹ Université de Duisburg-Essen, Forsthausweg 2, 47057 Duisburg, Allemagne

² Umwelt Campus Birkenfeld, Standort Birkenfeld, Campusallee, 55768 Hoppstädten-Weiersbach, Allemagne. L.Mignien@umwelt-campus.de, s.stoll@umwelt-campus.de

L'augmentation des températures à l'échelle globale implique des variations spatiales et temporelles dans la distribution des précipitations qui augmenteront la fréquence et l'intensité des événements hydrologiques extrêmes tels que les crues et les sécheresses (Eckhardt & Ulbrich 2003). Les modifications dans la temporalité, le volume du ruissellement, la diminution de la recharge des nappes phréatiques et de la température de l'eau induiront des altérations majeures du régime hydrologique, largement considérées comme la plus grande menace pour les écosystèmes d'eau douce (Ward *et al.* 1999). Le régime hydrologique est largement reconnu comme le principal moteur des écosystèmes fluviaux, par conséquent, les modifications de ce dernier peuvent engendrer une multitude d'effets délétères sur les biocénoses (Poff *et al.* 1997). Outre les effets sur les paramètres abiotiques, les périodes de bas débit entraînent une réduction de la plaine alluviale conduisant à une fragmentation des systèmes alluviaux. Les individus de petite taille, tels que les juvéniles, sont sujets à une forte mortalité car la réduction de l'espace d'habitat augmente la compétition intraspécifique (Meijer *et al.* 2019). De plus, les individus de plus grande taille peuvent également subir des taux de mortalité élevés en raison de niveaux trophiques réduits ou de contraintes physiologiques. Les inondations quant à elles, peuvent avoir de graves répercussions sur les communautés de poissons en fonction de l'ampleur, de la présence de refuges et du moment de l'inondation par rapport au cycle biologique des espèces résidentes (Fausch *et al.* 2001). Alors que les effets directs sur l'habitat peuvent impliquer une mortalité liée au déplacement et la destruction des œufs en incubation, les effets indirects peuvent notamment favoriser une espèce ou une guildes par rapport à une autre. Les indices d'altération hydrologique (IHA) ont été développés dans le but principal de prendre en compte les caractéristiques de la variabilité hydrologique ayant une influence particulière sur les biocénoses. Ils sont destinés à caractériser des régions entières et à décrire la variabilité globale des régimes hydrologiques et quantifier les caractéristiques du régime hydrologique susceptibles d'être affectées par les activités anthropiques. L'analyse d'une série de 20 ans de données hydrologiques nous a permis de quantifier la variabilité hydrologique via l'utilisation des IHA. L'exploitation de données de pêche et l'incorporation de ces indices dans des modèles linéaires généralisés (GLM) ont permis de mesurer l'impact respectif des crues et sécheresses au cours du temps sur l'abondance des communautés piscicoles de basse montagne. Au niveau spécifique, les méthodes de clustering appliquées sur les résultats des modèles ont permis de distinguer différents groupes écologiques selon les conditions et les composantes hydrologiques. En effet, les conditions de faible débit ont révélé trois clusters dont deux majeurs séparant les espèces typiques de la zone à truite pouvant adopter des comportements d'évitement et de repli dans les zones plus profondes de celles appartenant à la zone hyporithrale, ayant des préférences thermiques et alimentaires plus large mais ayant des difficultés à parer aux événements de magnitude élevées (crues sévères). Pour les conditions de haut débit les réponses écologiques sont plus complexes et nombreuses avec cinq groupes distincts avec notamment une forte sensibilité



des événements. D'un point de vue temporel, les conditions de bas débit influent de manière graduelle décroissante au cours du temps sur les communautés de poissons alors que les conditions de haut débit dénotent d'un impact plus tardif mais plus néfaste sur les abondances.

Références

- Eckhardt K., Ulbrich U., 2003. Potential Impacts of Climate Change on Groundwater Recharge and Streamflow in a Central European Low Mountain Range. *J. Hydrol.* 284 (1-4): 244-52. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2003.08.005>
- Fausch K. D., Taniguchi Y., Nakano S., Grossman G.D., Townsend C.R., 2001. Flood disturbance regimes influence rainbow trout invasion success among five holarctic regions. *Ecol. App.* 11(5): 1438-55. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2001\)011\[1438:FDRIRT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2001)011[1438:FDRIRT]2.0.CO;2)
- Meijer C.G., Warburton H.J., Harding J.S., McIntosh A.R., 2019. Shifts in Population Size Structure for a Drying-Tolerant Fish in Response to Extreme Drought. *Austral Ecol.* 44(4): 658-67. <https://doi.org/10.1111/aec.12709>
- LeRoy P.N., Allan J.D., Bain M.B., Karr J.R., Prestegard K.L., Richter B.D., Sparks R.E., Stromberg J.C., 1997. The Natural Flow Regime. *BioScience* 47(11): 769-84. <https://doi.org/10.2307/1313099>
- Ward J.V., Tockner K., Schiemer F., 1999. Biodiversity of Floodplain River Ecosystems: Ecotones and Connectivity 1. *Regulated Rivers: Res. Manage.* 15(1-3): 125-39. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1646\(199901/06\)15:1/3<125::AID-RRR523>3.0.CO;2-E](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1646(199901/06)15:1/3<125::AID-RRR523>3.0.CO;2-E)

Mot-clés : Changement climatique, régime hydrologique, crues, inondations, communautés piscicoles

Patrons de coloration chez les rougets (Mullidae) : une diversification aléatoire ?

MITTELHEISER Laurent*¹, BAURAIN Denis², FRÉDÉRICH Bruno¹

¹ Département de Biologie, Ecologie et Evolution - FOCUS Laboratoire de Morphologie fonctionnelle et évolutive Université de Liège, Quartier AGORA, B6c, Allée du Six Août 11, 4000 Liège, Belgique. imittelheiser@uliege.be, bruno.frederich@uliege.be

² Département des sciences de la vie, Laboratoire de Phylogénomique des Eucaryotes, InBioS, Université de Liège, Quartier Vallée 1, B22, Chemin de la Vallée 4, 4000 Liège, Belgique. denis.baurain@uliege.be

Les Mullidae, connus sous les noms vernaculaires de poissons-chèvres et rougets, constituent des ressources halieutiques généralement privilégiées. La plupart des représentants de cette famille occupent les récifs des côtes tropicales et subtropicales bien que plusieurs espèces vivent dans des zones plus tempérées telles que l'Atlantique-Nord et la Méditerranée. Les Mullidae font partie de l'ordre des Syngnathiformes aux côtés notamment des hippocampes (Syngnathidae) et des poissons trompettes (Aulostomidae). Cette famille rassemble 98 espèces regroupées en 6 genres monophylétiques : *Mullus*, *Upeneus*, *Upeneichthys*, *Mulloidichthys*, *Pseudupeneus* et *Parupeneus*. Une paire de barbillons hyoïdes, l'un des caractères synapomorphiques principaux des Mullidae, permet d'aisément les distinguer parmi les Syngnathiformes. À défaut d'une grande variabilité de la forme du corps, les espèces de rougets diffèrent largement par leurs patrons de coloration. Il est généralement admis que ces traits phénotypiques sont soumis à deux pressions de sélection. Premièrement, la sélection naturelle qui tend à conserver les patrons de coloration favorisant la survie face aux prédateurs par une stratégie de camouflage ou de perturbation de la perception visuelle (rayures, ocelles...). Deuxièmement, la sélection sexuelle qui, sans tenir compte des caractéristiques environnementales, tend à conserver les patrons de coloration qui favorisent l'attraction de partenaires sexuels. A travers cette étude préliminaire, nous avons pour but de tester si cette diversité (ou disparité) de patrons de coloration évolue de manière aléatoire ou est dirigée par certains facteurs. Pour cela, nous avons collecté des données de patrons de coloration chez 80 espèces réparties dans les six genres, en codant la présence ou l'absence de marquages spécifiques (ex. bandes verticales, barres horizontales...) sur les trois principales parties du corps : la tête, le tronc et la région caudale (pédoncule et nageoire). Les variations de ces données phénotypiques ont été résumées et visualisées en utilisant une analyse des correspondances multiples (MCA). Parallèlement, nous avons collecté sur FishBase plusieurs données écologiques. Deux traits morphologiques liés à l'écologie des poissons (ratios décrivant la longueur de la tête et la hauteur du corps) ainsi que la profondeur maximale où sont généralement rencontrées ces espèces, ont été mis en relation avec les données de patrons de coloration. Les analyses de variance (MANOVA) des patrons de coloration et des ratios morphologiques ont révélé que les patrons de coloration diffèrent entre les genres sur les trois parties du corps mais jamais entre assemblages d'espèces provenant de différentes régions géographiques. Ensuite, les analyses de disparité ont montré que la diversité des patrons de coloration diffère peu entre genres et entre régions géographiques. Par contre, la diversité morphologique du corps (longueur de la tête et hauteur du corps) rencontrée chez les différents assemblages géographiques n'est pas homogène. La région centrale de l'océan Pacifique montre la diversité de forme la



plus importante alors que la région ouest de l'océan Indien présente la diversité de forme la plus faible. Les assemblages de l'Atlantique et de la région centrale de l'Indo-Pacifique présentent des valeurs intermédiaires. Les analyses de corrélation (Partial Least Squares – PLS) ont révélé de forts liens entre la morphologie du corps et les patrons de coloration, ainsi qu'entre la profondeur maximale et les patrons de coloration, excepté pour le tronc. Ces données préliminaires suggèrent que l'évolution des patrons de coloration chez les poissons-chèvres n'est pas aléatoire. Des facteurs externes, comme l'écologie, ou internes, comme la modularité développementale, pourraient être les vecteurs de ce schéma de diversité et seront testés prochainement dans un contexte phylogénétique.

Mots-clés : Rougets, Mullidae, patrons de coloration, écologie, évolution de trait

SESSION 6C – ÉCOLOGIE

Mercredi 16 mars 2022 – 17:40

Importance ichthyologique des zones côtières de faible profondeur pour les communautés pélagiques : apports de l'échosondage

MOUGET Anne^{*1,2}, DAVID Viviane^{3,4}, ACOU Anthony³, FEUNTEUN Eric^{1,2}, THIRIET Pierre³, PERROT Yannick⁴, LE GOFF Loïc², BREHMER Patrice^{4,5}

¹ Laboratoire BOREA (Muséum national d'Histoire naturelle, CNRS, Sorbonne Université, IRD, UniCaen, Univ Antilles Guadeloupe), 57 rue de cuvier, 75005 Paris, France. anne.mouget@mnhn.fr

² Station Marine de Dinard, CRESCO, 38, rue du port Blanc, 35800 Dinard, France

³ UMS 2006 Patrimoine Naturel – OFB, CNRS, MNHN – Station Marine de Dinard, CRESCO, 38 rue de Port Blanc, Dinard, France

⁴ RD, Univ Brest, CNRS, Ifremer, Lemar, Délégation régionale IRD ouest France, 29280, Plouzané, France

⁵ Commission sous régionale des pêches, CSRP, SRFC, Dakar, Sénégal

Les communautés marines sont fortement structurées par la bathymétrie et la distance à la côte (Lenoir *et al.* 2011, Rohde 1992). Les zones côtières de faible profondeur accueillent des communautés de poissons diversifiées et abondantes et sont soumises à des pressions anthropiques fortes (*e.g.* pêche, urbanisation, pollutions). Pourtant, les évaluations de l'état des stocks et du bon état écologique des populations de poissons pélagiques sont réalisées principalement au large avec des navires océanographiques hauturiers (Doray *et al.* 2010) qui ne peuvent que difficilement accéder aux zones côtières à petits fonds (< 20 m). Dans les zones côtières rocheuses, des suivis par plongées ou vidéos peuvent être mis en œuvre, mais ils se focalisent sur les espèces benthodémersales et ne peuvent être déployés à large échelle spatiale. Les méthodes d'échosondage par acoustique active, largement déployés pour l'estimation des stocks halieutiques, sont des techniques qui peuvent être adaptées aux zones côtières peu profondes (Brehmer *et al.* 2006) et permettent d'évaluer leur état écologique (Trenkel & Berger 2013). Les données présentées dans cette étude ont été acquises à Roscoff en Bretagne (France) lors de quatre campagnes menées en juin, juillet, octobre 2020 et juin 2021. Les échogrammes ont été enregistrés avec un sondeur Simrad EK80 émettant à 3 fréquences distinctes (70, 120 et 200 kHz). Les données ont été converties, nettoyées et traitées via le logiciel Matecho (Perrot *et al.* 2018). Les bancs de poissons pélagiques ont été extraits de l'échogramme et caractérisés par des descripteurs spatiaux (localisation dans la colonne d'eau), morphologiques (taille et forme du banc) et acoustiques (intensité acoustique et réponse en fréquence), puis classifiés selon leur zone d'appartenance, zone côtière ou plus au large. La zone côtière a été définie comme une zone de moins de 20 m de profondeur et à moins de 5 km de la côte. Les descripteurs de bancs ont été comparés entre les deux zones lors de nos quatre campagnes, permettant de d'aborder la variabilité saisonnière et interannuelle. Les résultats mettent en évidence des structures différentes à la côte avec notamment des bancs de poissons pélagiques plus petits dans la zone côtière mais avec une réponse acoustique plus forte, suggérant une densité par banc plus forte qu'au large et/ou des espèces différentes. Cette étude permet de mettre en évidence la singularité des zones côtières pour les communautés de poissons pélagiques marins et souligne la nécessité d'intégrer leur surveillance dans les stratégies de gestion et d'action sur les milieux marins, telles que la DSCMM (Directive Cadre Stratégie sur le Milieu Marin), et ce afin d'améliorer les systèmes de gestion et de protection de ces populations.

Références

- Brehmer P., Guillard J., Guennegon Y., Bigot J.L., Liorzou B., 2006. Evidence of a variable unsampled pelagic fish biomass in shallow water (20 m): the case of the Gulf of Lion. *ICES J. Mar. Sci.* 63: 444-451. <https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2005.10.016>
- Doray M., Masse J., Petitgas P., 2010. Pelagic fish stock assessment by acoustic methods at Ifremer. <https://doi.org/10.13155/11446>
- Lenoir S., Beaugrand G., Lecuyer E., 2011. Modelled spatial distribution of marine fish and projected modifications in the North Atlantic Ocean. *Glob. Change Biol.* 17: 115-129. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02229.x>



- Perrot Y., Brehmer P., Habasque J., Roudaut G., Behagle N., Sarré A., Lebourges-Dhaussy A., 2018. Matecho: An open-source tool for processing fisheries acoustics data. *Acoust. Aust.* <https://doi.org/10.1007/s40857-018-0135-x>
- Rohde K., 1992. Latitudinal gradients in species diversity: the search for the primary cause. *Oikos* 65: 514-527. <https://doi.org/10.2307/3545569>
- Trenkel V.M., Berger, L., 2013. A fisheries acoustic multi-frequency indicator to inform on large scale spatial patterns of aquatic pelagic ecosystems. *Ecol. Indic.* 30: 72-79. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.02.006>

Mots-clés : Poissons pélagiques, zone côtière, bon état écologique, banc, acoustique active

SESSION 1 – GÉNÉTIQUE DES POPULATIONS, ADN ENVIRONNEMENTAL

Mercredi 16 mars 2022 – 10:50

Bilan sur l'accessibilité des ADNs à partir des pièces osseuses archéologiques chez les Anguillidae et Salmonidae européens

NIKOLIC Natacha^{o1}, CHAT Joelle^{o1}, MANICKI Aurélie^{o1}, EPHREM Brice², BARBAZA Michel³, CLAVEL Benoît⁴, DACHARY Morgane^{3,5}, DAUJEARD Camille⁶, GEY Delphine⁷, GUILLAUD Émilie⁴, HAMILTON-DYER Sheila⁸, HARLAND Jennifer⁹, HINGUANT Stéphan^{2,10}, HORARD-HERBIN Marie-Pierre¹¹, HUMMEL Esmee¹², VAN DER JAGT Inge¹², JONSSON Leif¹³, MADELAINE Stéphane¹⁴, MAKOWIECKI Daniel¹⁵, PERRIN Thomas³, PRIMAULT Jérôme^{5,16}, QUINLAN Liz¹⁷, SCHMÖLCKE Ulrich¹⁸, STERNBERG Myriam¹⁹, DEBRUYNE Régis^{s20}, BÉAREZ Philippe^{s*4}

¹ INRAE, ECOBIOP, France. natacha.nikolic@inrae.fr, joelle.chat@inrae.fr, aurelie.manicki@inrae.fr

² UMR 6566 CReAAH, Rennes, France

³ UMR 5608 TRACES, Toulouse, France

⁴ UMR 7209 AASPE, Paris, France. philippe.bearez@mnhn.fr

⁵ SRA Nouvelle Aquitaine, France

⁶ UMR 7194 HNHP, Paris, France

⁷ UMS 2700, MNHN, Paris, France

⁸ Bournemouth University, UK

⁹ Archaeology Institute, University of the Highlands and Islands, Orkney, Scotland

¹⁰ INRAP Grand Ouest, France

¹¹ UMR 7324 CITERES, Tours, France

¹² Cultural Heritage Agency of the Netherland, Pays-Bas

¹³ University of Göteborg, Göteborgs Naturhistoriska Museum, Suède

¹⁴ Musée National de la Préhistoire, Les Eyzies, France

¹⁵ Institute of Archaeology, Pologne

¹⁶ UMR 7041 ArScAn, Nanterre, France

¹⁷ University of York, UK

¹⁸ The Munich State Zoological Collection, Allemagne

¹⁹ UMR 7299, Aix Marseille Univ, CNRS, CCJ, Aix-en-Provence, France

²⁰ Projet ADN dégradés, MNHN, Paris, France. regis.debruyne@mnhn.fr

^o Equal contribution as first author

^s Equal contribution as last author

Dans le cadre du projet PALEOFISH, nous avons analysé un total de 163 pièces calcifiées de poisson, principalement des vertèbres, ayant été identifiées par les archéo-ichtyologues comme des Anguillidae (65) ou des Salmonidae (98), et datées du paléolithique à la fin de la période médiévale. L'extraction des ADNs anciens a été réalisée à partir d'une moyenne d'environ 30 mg de matière osseuse, selon un protocole dédié. Ces échantillons ont ensuite été convertis en banques Illumina et séquencés à faible profondeur. Pour automatiser le pré-traitement des données de séquençage (nettoyage des séquences et qualification pré/post nettoyage) et l'alignement avec les génomes de référence (*FastQC*, *Fastp*, *BWA*), nous avons développé un workflow sous *Galaxy* (Genotoul). Nous avons ainsi pu aligner toutes les séquences par rapport aux génomes de référence disponibles dans la base de données NCBI, chez l'ensemble des Salmonidae et Anguillidae, ainsi que sur d'autres génomes de référence de poissons, de bactéries et de vertébrés. Les résultats montrent une longueur moyenne des séquences après nettoyage comprise entre 40 et 70 pb, avec une teneur en GC d'environ 50%. Les échantillons ont fourni de 2 à 19 millions de séquences (avec une moyenne arithmétique de 3,64 millions pour tous les échantillons ; 3,3 millions pour les Salmonidae et 4,5 millions pour les Anguillidae). Cette étude permet de révéler à la fois un taux de réussite élevé dans la production de séquences à l'échelle du génome de ces échantillons archéologiques et



la capacité à aborder leur identification génétique au niveau spécifique chez les Anguillidae (56 échantillons correctement identifiés sur 65 totaux) et les Salmonidae (85 échantillons correctement identifiés sur 98 totaux), ce qui représente des taux de succès importants (86% et 87% respectivement). Le pourcentage moyen d'ADN endogène était également élevé pour les deux taxons : il varie de 1,5 à 76,8%, avec une moyenne arithmétique de 38,3% pour les Anguillidae, et de 0,6 à 87,7%, avec une moyenne arithmétique de 27,8%, pour les Salmonidae. Ces premières étapes d'évaluation quantitative (rendement total) et qualitative (taux d'ADN endogène) révèlent le potentiel d'utilisation des pièces archéologiques calcifiées chez les poissons.

Mots-clés : ADN ancien, séquençage faible profondeur, Illumina, Anguillidae, Salmonidae

SESSION POSTERS N° 1 (SESSIONS 1, 2, 3, 4, 5)

Mardi 15 mars 2022 – 15:00

Lates odyssey in Odesa

OTERO Olga*¹, KOVALCHUK Oleksandr^{2,3}

¹ Paleovprim, UMR 7262 CNRS-Université de Poitiers, France. axelle.gardin@etu.univ-poitiers.fr, geraldine.garcia@univ-poitiers.fr, olga.otero@univ-poitiers.fr

² Department of Palaeontology, National Museum of Natural History, National Academy of Sciences of Ukraine, 15 B. Khmelnytsky St., 01054 Kyiv, Ukraine. biologist@ukr.net

³ Department of Palaeozoology, Faculty of Biological Sciences, University of Wrocław, 21 Sienkiewicza St., 50-335 Wrocław, Poland

The Latidae is a family of acanthomorph fishes currently comprising of two genera – the monotypic *Psammoperca* and *Lates*. Both genera are known from Indo-Pacific coastal waters, while the latter is additionally represented in sub-Saharan African freshwaters by the emblematic Nile perch, *Lates niloticus*, which is widely distributed from the Nile to West Africa, in the Great Lakes region and in the waters of the Congo, and by six endemic species from East African lakes. The fossil record reveals a different past distribution that suggests a complex, or at least poorly understood palaeogeographic history. The origin of this group is related to Tethyan marine waters, where it was represented by the extinct genus *Eolates* (Otero 2004). After the closure of the Mediterranean (23 million years ago), extinct species of the genus *Lates* and specimens assigned to *Lates* or cf. *Lates niloticus* occurred in freshwaters of Africa and Europe (Otero 2004). In the poster, we present the anatomical and systematic study of *Lates* fossils collected from Shkodova Gora locality, in the Nova Slobodka district, Odesa, on the northern edge of the Black Sea in southern Ukraine and dated between 6.04 and 5.8 Ma (Rostovtseva & Rybkina 2017). We then discuss the palaeogeographic implications of this find. The fossils from Shkodova Gora are generally disarticulated remains of specimens up to 1 m in standard length. A preliminary anatomical study leads us to conclude that, for the preserved characters, the Shkodova Gora fossils do not seem to represent a new species but correspond to the morphologies found in present-day and fossil *Lates niloticus*. Their dimensions also correspond to those found in this species (Van Neer & Gayet 1988). In the details preserved, they are also similar to the fragment of an articulated vertebral column collected 80 km northwest of the sub-contemporary locality of Kalynivka. The fossils from Shkodova Gora are the latest on the European continent in the Paratethyan region together with the single specimen collected at Kalynivka, which is dated between 6.04 and 5.5 Ma (and possibly even between 6.04 and 4.7 Ma; Murray *et al.* 2018). Further south, a slightly younger specimen has been described from Monte Castellaro, Italy (Otero & Sorbini 1999) and dated to 5.6-5.4 million years ago (Carnevale *et al.* 2018). Thus, the Messinian/Pontian basin appears to host the last *Lates* in Europe. Interestingly, they existed in fresh to slightly saline waters. Based on all of the preserved characters, they seem to resemble the species *Lates niloticus*, whereas at least some older fossils from Europe belong to extinct species. These late occurrences therefore would indicate an arrival of latids to Europe at the end of the Miocene,



which supports the hypothesis of multiple dispersals from Africa during the Neogene. The question of what factor, climatic (warming) or geographical (hydrographic continuity), favoured these migrations remains open.

References

- Carnevale G., Gennari R., Lozar F., Natalicchio M., Pellegrino L. & Dela Pierre F., 2019. Living in a deep desiccated Mediterranean Sea: An overview of the Italian fossil record of the Messinian salinity crisis. *Boll. Soc. Paleontol. Ital.*, 5(1): 109-140.
- Murray A.M., Kovalchuk O.M. & Vernygora O.V., 2018. Last evidence of *Lates* (Perciformes, Latinae) in the latest Miocene of the Eastern Paratethys. *Hist. Biol.*, 30(5): 627-635.
- Otero O., 2004. Anatomy, systematics and phylogeny of both Recent and fossil latid fish (Teleostei, Perciformes, Latidae). *Zool. J. Linn. Soc.*, 141: 81-133.
- Otero O. & Sorbini L., 1999. Etude systématique et anatomique du *Lates niloticus* du Messinien continental de Chiavon, Italie. Implications sur l'analyse paléobiogéographique de l'espèce. *Stud. Ricer. Giacimenti Terziari Bolca, Misc. Paleontol., in ricordo di Lorenzo Sorbini*, 7: 29-42.
- Rostovtseva Y.V. & Rybkina A.I., 2017. The Messinian event in the Paratethys: Astronomical tuning of the Black Sea Pontian. *Mar. Petrol. Geol.*, 80: 321-332.
- Van Neer W. & Gayet M. 1988. Etude des poissons en provenance des sites holocènes du bassin de Taoudenni-Araouane (Mali). *Bull. Mus. Natl. Hist. Nat.*, 4^e Sér. 10 C, 4: 343-383.

Key words: *Lates*, comparative anatomy, dispersion, Messinian-Pontian, Europe

CONFÉRENCE INVITÉE

Vendredi 18 mars 2022 – 15:45

L'homme et sa conquête des océans

PAULY Daniel

SESSION 6B – COMPORTEMENT

Jeudi 17 mars 2022 – 09:30

Mouvements de la truite commune (*Salmo trutta*) dans une rivière de tête de bassin

POULET Nicolas^{*1}, TOMANOVA Sylvie¹, OLIVIER Gaël², POINAS Jean-Michel³, GUILLEMIN Axel¹, MERCIER Olivier¹

¹ Pôle écohydraulique OFB-IMT-P¹, 2 allée du Pr Camille Soula, 31400 Toulouse, France. nicolas.poulet@ofb.gouv.fr, sylvie.tomanova@ofb.gouv.fr, axel.guillemin5@gmail.com, olivier.mercier@ofb.gouv.fr

² Office Français de la Biodiversité, Direction Régionale Auvergne Rhône-Alpes, 9 allée des Eaux et Forêts, 63370 Lempdes, France. gael.olivier@ofb.gouv.fr

³ Office Français de la Biodiversité, Service Départemental de la Haute Loire, 5 chemin de Chirenc – Ours, 43000 Le Puy en Velay, France. Jean-michel.poinas@ofb.gouv.fr

La truite commune est l'une des espèces de poissons les plus étudiée et pourtant certains aspects de son écologie demeurent mal connus. La réglementation relative à la restauration de la continuité écologique impose la libre circulation des poissons sur certains des cours d'eau impliquant, le cas échéant, la mise en œuvre de dispositifs de franchissements à la "montaison" mais également à la "dévalaison". Dans ce contexte, la question est de savoir si les populations de truites présentes sur les secteurs concernés par l'hydroélectricité (généralement en tête de bassin) présentent des phénomènes de dévalaison et sont donc susceptibles de subir une mortalité plus ou moins forte du fait de l'entraînement des individus dans les turbines des centrales hydroélectriques. Afin de répondre à cette question, nous avons étudié les mouvements de truites durant plus de trois ans sur la Seuge, petite rivière du Massif central (rang de Strahler de 2). Le suivi était réalisé par RFID avec deux couples d'antennes installés sur deux sites distants de 1 km. Les truites ont été capturées et marquées à l'aide de PIT-tags (12 ou 23 mm selon la taille des individus) lors de 7 sessions entre septembre 2016 et juin 2019. Trois secteurs d'environ 200 m chacun découpés en 5 sous-secteurs étaient prospectés par pêche électrique : un en amont et un en aval du couple d'antennes le plus amont et un en amont du couple d'antennes aval ; ce dispositif permettant de suivre les déplacements de courte (intra-sites) et de longue distance (inter-sites) via les recaptures et les enregistrements aux antennes. Un total de 2815 truites a été marqué au cours de l'étude dont environ 66% ont été recapturés ou détectés au moins une fois. Le suivi par recapture de la cohorte des 0⁺ sur les 21 premiers mois post-marquage montre que la majorité des individus tendent à occuper le même sous-secteur. Cependant, certains individus sont recapturés sur d'autres secteurs avec d'avantage d'individus ayant effectué un déplacement vers l'amont. En revanche, la distance moyenne des déplacements est plus importante pour ceux ayant dévalé, avec pour certains des distances supérieures à 1 km. Quatre-vingt-



seize individus ont été enregistrés entre les deux sites, majoritairement âgés de 1+ et plus. La tendance à la “dévalaison” sur cette distance est plus marquée que la “montaison” avec quelques rares cas d’aller/retour entre les deux sites. A noter cependant la présence d’un seuil qui pourrait expliquer ce résultat. En combinant suivis aux antennes et recaptures, ce sont 191 individus qui ont effectué des mouvements inter-sites. Nos résultats suggèrent que dans un petit cours d’eau comme la Seuge, les truites tendent disperser sur de courtes distances avec néanmoins une part d’individus susceptibles de parcourir des distances plus importantes. En termes de conservation et de gestion, se pose la question du rôle de ces individus migrant dans la résilience de la population et des mesures à mettre en œuvre pour les protéger. Du point de vue de l’espèce, nos résultats remettent en question le schéma migratoires type de la truite avec des migrations entre les sites de reproduction (amont, affluents) et de grossissement (aval, cours principal) et illustrent la plasticité comportementale dont la truite commune fait preuve.

Mots-clés : Truite, dispersion, migration, marquage, RFID

New data on leuciscine fish from the Pliocene of the Camp dels Ninots site (Girona, Spain)

PŘIKRYL Tomáš*¹, BLAIN Hugues-Alexandre^{2,3}, MORENO Ribas Elena^{2,3}, AGUSTÍ Jordi^{2,3,4}, CAMPENY Gerard^{2,3}, GÓMEZ DE SOLER Bruno^{2,3}

¹ Institute of Geology of the Czech Academy of Sciences, Rozvojová 269, CZ-165 00 Prague 6 – Lysolaje, Czech Republic. prikryl@gli.cas.cz

² Institut Català de Paleoeologia Humana i Evolució Social (IPHES-CERCA), Zona Educacional 4, Campus Sescelades URV (Edifici W3), 43007 Tarragona, Spain. hablain@iphes.cat, emoreno@iphes.cat, jagusti@iphes.cat, gcampeny@iphes.cat, bgomez@iphes.cat

³ Departament d’Història i Història de l’Art, Universitat Rovira i Virgili, Avinguda de Catalunya 35, 43002 Tarragona, Spain
Institut Català de Recerca i Estudis Avançats (ICREA), Pg. Lluís Companys 23, 08010, Barcelona, Spain

The Upper Pliocene volcano-sedimentary site of Camp dels Ninots (located in the village of Caldes de Malavella, Girona, Catalonia, Spain) is a fossil *Lagerstätte* preserving a wide range of fossil remains. Its age is estimated at around 3.4-3.2 Ma. During long-term research, geological structure and history were revealed in detail and numerous fossils were excavated. Until now, remains of flora, mammals, turtles, anguid lizards, amphibians and fishes were identified. Fish fauna is composed of unidentified species of two cyprinid genera, *Leuciscus* Cuvier, 1816 and *Barbus* Cuvier & Cloquet, 1816 – the present contribution relates to the former. Contemporary representatives of the genus *Leuciscus* are species-diversified, inhabiting freshwater lakes and rivers of Europe and a part of Asia. Results of numerous molecular and morphological studies revealed a necessity to classify some species previously exclusively classified to *Leuciscus* to several separate genera (especially to *Leuciscus* Cuvier, 1816, *Squalius* Bonaparte, 1837 and *Telestes* Bonaparte, 1837). As for fossil representatives, the genus *Leuciscus* served as a “waste basket” for a number of fossil cyprinid remains. Some fossil *Leuciscus* species have been described from isolated pharyngeal teeth only and, although some of them seem to be valid, their comparison with more completely preserved taxa is often difficult. All these facts, together with the limited access to comparative osteological specimens, make a correct interpretation of the studied fossils challenging. For the moment, it can be stated that the studied leuciscine fish specimens show sizes of max. 15 cm, a dorsal fin positioned in the middle of the body, a ventral fin inserted anteriorly to the dorsal fin, and a deeply forked caudal fin. The dorsal fin is composed of 9 to 10 rays, the anal fin of approximately 10 rays, the incomplete pectoral fin preserves 6 to 8 rays, and the ventral fin preserves about 7 rays. The vertebral column is incompletely preserved in all available specimens but 16 or 17 caudal vertebrae are present. Pharyngeal teeth are arranged to pharyngeal bones in two rows, and individual teeth clearly show *dentis raptoris* morphology. These general morphological characters are now completed with detail knowledge of the morphology and proportions of the bones involved in the construction of the neurocranium (frontal, parietal and pterotic), opercular series (opercle, preopercle), hyoid arch (hyomandibula), jaws (dentary), details and architecture of the pharyngeal bone and geometry of pharyngeal teeth. Data about these skeletal elements, together with the general body description, are used for a comparison with other fossil and contemporary leuciscine taxa to reveal the real character of the fossils under consideration and to assess their phylogenetic position.

Key words: Cyprinidae, *Leuciscus*, osteology, Pliocene, Iberian Peninsula



Effet synergique d'une contamination maternelle aux PCB et du changement climatique sur un poisson sténotherme froid, l'omble chevalier

RÉALIS-DOYELLE Emilie^{*1,2}, CAILLARD Claire¹, COTTIN Nathalie³, NAFFRECHOUX Emmanuel³, REYNAUD Stéphane⁴, GUILLARD Jean^{1,2}

¹ Univ. Savoie Mont Blanc, INRAE, UMR CARRTEL, France. emiliereal@inrae.fr

² Pôle R&D ECLA (ECosystèmes LAcustres) (OFB – INRAE – USMB), France

³ Univ. Savoie Mont Blanc, EDYTEM UMR CNRS-USMB, France

⁴ Univ. Grenoble Alpes, LECA, UMR UGA-USMB-CNRS 5553, France

La fin du xx^e siècle se caractérise par des modifications rapides des écosystèmes aquatiques sous l'effet des activités humaines via l'accroissement de stress multiples. Parmi ces stress, les polluants organiques persistants (POP) sont caractérisés par leurs toxicités reconnues. Parmi ces POP, les polychlorobiphényles (PCB), sont bioaccumulés par la faune aquatique et particulièrement les poissons en raison de leur caractère lipophile et de leur faible dégradation. Les PCB s'accumulent particulièrement dans les œufs permettant une transmission verticale. Cette contamination peut également entraîner une diminution de la survie des larves, des altérations physiologiques, des modifications du système endocrinien, des variations d'expression des transcrits chez la descendance. De plus, dans le contexte actuel de changement climatique, les variations de température pourraient avoir des conséquences indirectes abiotiques sur les PCB, les rendant davantage bio-disponibles. L'omble chevalier est un salmonidé sténotherme froid dont la population au sein du lac du Bourget reste à un niveau bas depuis une dizaine d'années, malgré des efforts de repeuplement et une amélioration notable de la qualité des eaux. En outre, les modélisations thermiques actuelles ne montrent pas d'impacts directs des hausses de températures sur les populations d'omble chevalier des lacs préalpins. Une autre hypothèse serait donc les effets indirects des PCB, augmentés par les hausses de température. Ainsi, le but et l'originalité de ce projet sont d'étudier les effets intergénérationnels d'une contamination maternelle aux PCB sous l'influence de faibles augmentations de température via une approche multiparamétrique et multi-échelle permettant de développer des méthodes d'investigation des mécanismes d'action tant omiques que physiologiques. Ainsi des femelles ont été contaminées avec des doses de PCB à 1000 ng/kg, 500 ng/kg et 0 ng/kg, un mois avant la ponte par injection péritonéale. Les pontes ont été fécondées par un pool de laitance afin de minimiser l'effet paternel. Puis chaque ponte fécondée a été séparée en deux et incubée à 4°C (température classique de développement embryonnaire) et 8,5°C (température prévue par le modèle RCP8.5 GIEC et limites des tolérances thermiques embryonnaires). Les résultats de notre étude montrent un impact synergique de la température et de la plus forte contamination en PCB avec une survie fortement diminuée, une hausse du stress oxydatif et des neurotransmetteurs que nous pouvons relier à une hyperactivité mesurée. De plus, l'ensemble des larves présente deux phases de croissance conforme à la littérature. Néanmoins, pour les larves ayant la plus forte contamination en PCB et incubées à 8,5°C nous pouvons observer un déficit de croissance durant la première phase, qui est compensé pendant la deuxième phase et les alevins atteignent ensuite une taille supérieure à celle des autres conditionnements. Nous pouvons faire l'hypothèse de l'altération du système thyroïdien comme montré chez d'autres espèces. Ainsi, notre étude confirme la transmission transgénérationnelle des PCB via une contamination maternelle et mets en lumière un impact synergique de cette contamination couplée à une faible augmentation de température sur les F1 en terme de survie, physiologie et comportement.

Mots-clés : PCB, changement climatique, effet intergénérationnel, omble chevalier, premiers stades de vie

How do palaeo-ichthyologists do their work?

REICHENBACHER Bettina¹

¹ Department for Earth and Environmental Sciences, Palaeontology & Geobiology, Ludwig-Maximilians-University Munich, Germany. b.reichenbacher@lrz.uni-muenchen.de

Like all palaeontologists, palaeo-ichthyologists work at the interface of Biology and Geology (study of rocks and how they formed through deep time) and are educated in both disciplines. Study of fish fossils and the rocks in which they are embedded are the core of any palaeo-ichthyological research. Such research provides fundamental data on the diversity of



ancient fish faunas, environmental adaptations of fossil species, and historical distributions. However, the fossil record of vertebrates bears some restrictions, *e.g.* soft parts and coloration are usually not preserved, the fossil is a '2D-vertebrate' because it is flattened, the skeleton may be disarticulated or incomplete, or delicate bones may be destroyed. In the first part of my presentation, I will show how these limitations can be overcome and on which methods palaeo-ichthyologists rely today. I will explain our 'best-fit' approach, which is conceptually based on comparative anatomy, *i.e.* comparing fossil and extant species, as has been established by the famous French natural scientist Georges Cuvier (also called 'father of vertebrate palaeontology'). The 'best-fit' approach is facilitated by non-invasive X-ray techniques and, most important, by broad scientific networks between palaeo-ichthyologists, ichthyologists and museum curators and technicians all-over the world. I will also present the great benefit of the Micro-CT technique to push forward our knowledge on anatomy of bones and osteological characters. Furthermore, I will show the usefulness of oxygen- and isotope analyses derived from fish teeth, bones or otoliths to obtain information on the ancient environment in which a fossil fish species lived. I will also emphasize the great environmental and ecological information uncovered in fossils plants, invertebrates and other vertebrates that co-occur with the studied fossil fish species. In the second part of my presentation, I will focus on the fossil record of a selected teleost group, the Gobioidae, from a relatively 'young' time-span, the Oligocene (34-23 million years ago) and the early and middle Miocene (23-12 million years ago). It is expected that all modern gobioid families and lineages were present at that time. Thus, study of Oligocene and Miocene gobioid fish fossils can provide essential information to understand the evolutionary history of the group. I will show some exceptionally preserved gobioid fossils from France, Germany and Moldova. Finally, I will briefly present our new total evidence approach to place fossils gobioids in a phylogenetic framework, its significance and also its limitations.

Key words: Fish fossils, taxonomy, comparative anatomy, palaeoenvironment, fossil record of Gobioidae

Des signatures acoustiques chez différentes populations de poissons cavernicoles de l'espèce *Astyanax mexicanus* peuplant différentes grottes

RÉTAUX Sylvie*¹, ATTIA Joel², HYACINTHE Carole³, SCHUTZ Elisa⁴

¹ Institut de Neurosciences Paris-Saclay, France. sylvie.retaux@cnr.fr

² joel.attia@univ-st-etienne.fr

³ Carole_Hyacinthe@hms.harvard.edu

⁴ elisa.schutz@etudiant.univ-rennes1.fr

Des patterns complexes de communication acoustique existent dans tout le règne animal, y compris dans le milieu aquatique. Chez le characiforme *Astyanax mexicanus*, les morphes vivant en rivière et les morphes cavernicoles aveugles peuplant la grotte Pachón au nord-est du Mexique sont soniques. Ils partagent un répertoire de six sons, simples ou multi-pulses. Cependant le déclencheur, l'utilisation et la signification de ces sons ont changé chez les poissons des cavernes, après leur récente colonisation de l'environnement souterrain. Ici, nous avons exploré si et comment les sons produits par les poissons cavernicoles aveugles habitant différentes grottes mexicaines peuvent également avoir évolué. Nous avons comparé les paramètres acoustiques des "clicks" et des "serial clicks" produits par des poissons cavernicoles sauvages, enregistrés dans leur milieu naturel, dans six grottes différentes situées dans trois chaînes de montagnes du nord-est du Mexique. Des analyses multiparamétriques montrent que les six populations de poissons cavernicoles échantillonnées présentent des signatures acoustiques spécifiques à leur grotte, ainsi que d'éventuelles signatures individuelles. Les variations des paramètres acoustiques ne semblent pas liées aux phénotypes des poissons, à la phylogéographie ou aux conditions écologiques. Nous proposons que l'évolution de telles signatures acoustiques soit neutre et se fasse par dérive, conduisant progressivement à la différenciation de "dialectes locaux" pouvant empêcher les hybridations et ainsi contribuer à la spéciation.

Mots-clés : Poisson aveugle, click, évolution, communication acoustique, environnement naturel



Validation d'un protocole de marquage individuel sur la lamproie de Planer et application dans le cadre d'une étude comportementale préalable à la restauration de la continuité écologique

RICHARD Alexandre^{*1}, BEJEAN Mickaël², BLONDEL Lucie³, MICHAUD Anne⁴, TENTELIER Cédric⁴

¹ SCIMABIO Interface, 5B rue des Quatre Vents, 74200 Thonon-les-Bains, France. alexandre.richard@scimabio-interface.fr

² Muséum de la citadelle de Besançon, Ville de Besançon, 2 rue Mégevand, 25034 Besançon CEDEX, France.
mickael.bejean@citadelle.besancon.fr

³ Parc Naturel Régional des Vosges du Nord, Château / Maison du Parc, 67290 La Petite-Pierre, France.
l.blondel@parc-vosges-nord.fr

⁴ UMR Ecobiop, INRAE/Université de Pau et des Pays de l'Adour, 1 allée du parc Montaury, 64600 Anglet, France.
anne.michaud2@live.fr, cedric.tentelier@univ-pau.fr

La lamproie de Planer est une des trois espèces de lamproies européennes présentes sur le territoire national. Elle est la seule espèce de lamproie à passer l'ensemble de son cycle de vie en eau douce, et plus précisément dans les petits cours d'eau frais et oxygénés en tête de bassins versants, où elle se déplace pour rejoindre ses sites de reproduction et frayer en avril-mai. Ces cours d'eau sont souvent fragmentés par des seuils, qui ne sont pas toujours aménagés pour le franchissement par les petites espèces. Mesurer l'impact de ces obstacles et des éventuels aménagements réalisés (passes à poissons) sur les déplacements des lamproies de Planer constitue un fort enjeu de conservation pour cette espèce. Le recours à des protocoles de capture-marquage-détection par RFID peut apporter des éléments concrets sur l'impact des obstacles. Cependant, ce type d'approche n'est envisageable que si l'implantation de la marque n'affecte pas la survie ni la mobilité des individus. Deux séries d'expériences ont été réalisées en milieu contrôlé pour valider expérimentalement l'implantation dans la cavité intrapéritonéale de marques PIT tag de 12 mm et les effets sur la survie, la condition, la rétention du tag et le comportement de lamproies de Planer prélevées dans le milieu naturel. La première expérience a été réalisée sur 81 lamproies adultes dans une section linéaire de 10 m d'un aquarium annulaire, dans les semaines précédant la reproduction. Dans une optique d'étude de mobilité post-marquage, un protocole a été mis en place pour pouvoir distinguer visuellement les individus équipés d'un PIT tag à partir de doubles marquages VIE. Un système de piégeage a été installé à chaque extrémité de la section de l'aquarium, permettant de récupérer les individus en nage vers l'amont ou l'aval. La seconde expérience a été réalisée en aquarium à l'automne, sur 54 lamproies adultes et 27 ammocètes. L'application de soins post-marquage a été testée. Les lamproies ont été suivies pendant 91 jours et la cicatrisation observée à l'issue de cette période. Les marquages réalisés au printemps lors de l'expérience de mobilité, soit quelques semaines avant la reproduction, ont montré une réduction de la rhéotaxie positive, l'augmentation de la dévalaison dans les 15 jours après la reproduction et une surmortalité des individus marqués par PIT tags. Ces marquages ont été réalisés à une période probablement défavorable, correspondant à la maturation des gonades et la remobilisation des tissus pour assurer les besoins énergétiques nécessaires à la migration et à la reproduction. A l'inverse, les marquages réalisés à l'automne dans la deuxième expérience ont montré une bonne tolérance du PIT tag chez les lamproies marquées, sans effet visible sur la mortalité ni sur la condition des individus. Des comportements de reproduction ont été constatés au printemps suivant, impliquant des lamproies marquées. Ces résultats ont permis de valider la méthode de marquage et d'appliquer la procédure dans le cadre d'une étude *in situ* sur le comportement des lamproies de Planer. En 2020, des lamproies adultes ont été capturées et marquées dans un cours d'eau des Vosges du nord dans lequel un plan d'eau constitue un obstacle à la montaison. Les individus ont été relâchés dans l'étang, afin de simuler la présence d'un dispositif de franchissement fonctionnel. Le comportement des lamproies a été suivi pendant 8 mois par télémétrie RFID fixe et mobile. Il ressort des taux de redétection importants des lamproies marquées (75%) ; parmi les individus détectés, 34% ont migré vers l'amont et 27% vers l'aval de l'étang, traduisant la mobilité des lamproies en période de pré-reproduction et confirmant les enjeux en matière de restauration de la continuité écologique pour cette espèce.

Mots clés : *Lampetra planeri*, migration, reproduction, PIT tag, continuité écologique



La biodiversité aquatique dans l'art : signification écologique et historique

RICHARD Thomas^{*1,2}, CHANGEUX Thomas¹, FAGET Daniel², TRIBOT Anne-Sophie^{1,2}

¹ M.I.O. Institut Méditerranéen d'Océanologie, UMR 7294, Campus de Luminy – OCEANOMED, Bâtiment Méditerranée, 13288 Marseille cedex 09, France. thomas.richard@mio.osupytheas.fr

² MMSH, UMR 7305 TELEMME, France

Les œuvres d'art ont rarement été sollicitées dans des études en écologie. Le projet pluridisciplinaire BiodivAquArt a pour objectif de comprendre les variations passées de la biodiversité aquatique en se focalisant sur certains corpus d'œuvres d'art. Les natures mortes de l'époque moderne (16^e-18^e siècles) ont ainsi été sélectionnées dans un premier temps de par leur réalisme et la qualité des représentations qui y figurent. L'étude des peintures réalisées durant ces trois siècles permet d'identifier les espèces aquatiques présentes à cette époque, mais également d'identifier les variations de la biodiversité aquatique qui ont pu s'effectuer. À travers cette présentation sous forme de poster, le choix a été fait d'illustrer la démarche du projet et la manière dont nous procédons depuis une peinture jusqu'aux résultats observés. Un projet de sciences participatives pour la récolte d'œuvres par le grand public a également été lancé et ce volet du projet sera également présenté à travers le poster.

Mots-clés : Peinture, biodiversité, époque moderne, écologie historique, art

Caractéristiques bioécologiques de deux espèces de capucin de la famille des Mullidae exploitées à la Réunion (océan Indien)

ROOS David¹, GENTIL Claire¹, BRISSET Blandine¹, EVANO Hugues¹, TACONET Julien¹, SANCELME Tonin¹, TELLIEZ Solène², DUSSUEL Antoine², RUNGASSAMY Tévamie³, ELLEBOODE Romain², MAHE Kélig^{*2}

¹ Ifremer, Délégation Océan Indien, BP 60, Rue Jean Bertho, 97822, Le Port cedex, La Réunion

² Ifremer, Laboratoire Ressources Halieutiques, 150 quai Gambetta, BP 699, 62321 Boulogne-sur-Mer, France. kelig.mahe@ifremer.fr

³ Réserve Naturelle Marine de La Réunion, 39 rue du Lagon, Dayot 1, 97434 La Saline Les Bains, La Réunion

Parmi les principales espèces commerciales exploitées par les pêches professionnelle et de loisir autour de l'île de La Réunion, le capucin orange (*Mulloidichthys pfluegeri*) et le capucin à double bande (<https://www.fishbase.se/summary/SpeciesSummary.php?genusname=Parupeneus&speciesname=trifasciatus>) appartiennent tous 2 à la famille des Mullidae tropicaux. Présente dans toute la région Indo-Pacifique, cette famille est composée d'espèces inféodées à divers habitats, aussi bien coralliens que sableux, compris entre 1 et 400 m de profondeur à La Réunion. Si le capucin à double bande est essentiellement ciblé en pêche sous-marine et à la ligne depuis le bord de mer, jusqu'à 40 m de profondeur, le capucin orange, quant à lui, est essentiellement capturé à la ligne à main à partir de bateaux de petite pêche aux démersaux entre 30 et 130 m de profondeur. Dans cette étude, les paramètres biologiques, les données de pêche et d'observations *in situ* en vidéo rotative non appâtée, ont permis de disposer de connaissances inédites sur la biologie, l'abondance, la structure démographique et la distribution spatiale de ces 2 espèces au sein de leurs habitats de vie. Les tailles et âges de première maturité, la périodicité de la reproduction et les paramètres de croissance ont été déterminés. Ainsi, 189 individus (*P. trifasciatus*, n = 138 ; *M. pfluegeri* ; n = 51) ont été analysés pour estimer pour la première fois la croissance de ces 2 espèces. Si pour le capucin orange, les écailles ont permis d'estimer l'âge individuel, seuls les otolithes chez le capucin à double bande étaient interprétables. Les modèles de croissance optimaux montrent que la longueur totale asymptotique est de 48,5 cm pour le capucin orange et de 43,02 cm pour le capucin à double bande. De même, le coefficient de croissance est de 0,23 cm pour le capucin orange et de 0,57 cm pour le capucin double bande. Espèces à vie courte et à croissance rapide, les structures démographiques de ces deux espèces d'intérêt pour les pêches à La Réunion sont évaluées en bon état, avec toutefois des indices d'abondance pêche décroissants ces dernières années.

Mots-clés : Océan Indien, La Réunion, Mullidae, *Parupeneus trifasciatus*, *Mulloidichthys pfluegeri*, croissance, otolithe, écaille, reproduction, habitat



L'amont comme sanctuaire pour les populations françaises de chevesne catalan *Squalius laietanus* (Teleostei, Leuciscidae) menacé par le chevesne commun *S. cephalus* allochtone

ROSE Morgane^{1,2}, DETTAÏ Agnès², LEFÈBVRE Stéphane³, BLANC Laurence⁴, POULET Nicolas⁵, ARSENTO Remy⁶, BAUDIER Olivier⁷, HAUTECOEUR Mélyne¹, DENYS Gaël P.J.*^{1,8}

¹ UMR Biologie des organismes et écosystèmes aquatiques (BOREA 8067), MNHN, CNRS, IRD, SU, UCN, UA, 57 rue Cuvier CP26, 75005 Paris, France. gael.denys@mnhn.fr

² Institut de Systématique, Évolution, Biodiversité, ISYEB – UMR 7205 – CNRS, MNHN, UPMC, EPHE, Muséum national d'Histoire naturelle, Sorbonne Universités, 57 rue Cuvier CP26, 75005 Paris, France

³ Office Français de la Biodiversité Occitanie, 55 chemin du Mas de Matour, 34790 Grabels, France

⁴ Office Français de la Biodiversité Occitanie, 97 rue Saint-Roch, 31400 Toulouse, France

⁵ Office Français de la Biodiversité, Pôle de recherche et développement en écohydraulique AFB-IMFT, 2 allée du Pr Camille Soula, 31400 Toulouse, France

⁶ Office Française de la Biodiversité, Service départemental des Pyrénées-Orientales, 2 boulevard du Docteur Ecoffier, 66300 Thuir, France

⁷ Fédération des Pyrénées Orientales pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique, 1 avenue des Bouillouses, 66170 Millas, France

⁸ Unité Mixte de Service Patrimoine Naturel – Centre d'expertise et de données (UMS 2006 OFB – CNRS – MNHN), Muséum national d'Histoire naturelle, 36 rue Geoffroy-Saint-Hilaire CP 41, 75005 Paris, France

Dans le département des Pyrénées-Orientales, trois bassins méditerranéens (Agly, Têt et Tech) subissent de grandes amplitudes de variation de niveaux d'eau pendant les épisodes cévenols. Des barrages ont été construits pour lutter contre ces crues. Des seuils ont également été érigés pour divers autres usages (irrigation, stabilisation de fond de lit, passage à gué, hydro-électricité). La présence de ces ouvrages a des conséquences sur la faune aquatique du fait de leur impact important sur la continuité écologique. Le chevesne *Squalius* est un poisson téléostéen potamodrome que l'on retrouve aussi bien dans les rivières salmonicoles (en tête de bassin) que proche de l'estuaire. De plus, alors que l'on pensait que le chevesne commun *S. cephalus* (Linnaeus, 1758) était l'unique espèce présente en France, une deuxième espèce, endémique de Catalogne a été décrite : le chevesne catalan *S. laietanus* Doadrio, Kottelat & de Sostoa, 2007. Cependant, *S. cephalus* a aussi été introduit dans ces bassins avec de possibles menaces d'hybridation. Huit populations de *Squalius* spp. provenant de ces fleuves côtiers ont été échantillonnées et identifiées avec des données moléculaires selon une approche de *DNA Bar-coding* avec des marqueurs mitochondriaux et nucléaires (COI et RAG1). Nos résultats confirment la présence de chaque espèce dans chacun des trois bassins ainsi que leur hybridation, menaçant ainsi *S. laietanus* comme pour 70% des espèces endémiques méditerranéennes. Il y a également un gradient aval-amont sur la présence de *S. cephalus* dans les bassins de la Têt et du Tech. *S. laietanus* semble être moins impacté par *S. cephalus* en tête de bassin qu'en aval. Une des explications possibles serait la présence de nombreux seuils entre les stations. Si les impacts négatifs de l'absence de continuité écologique sur l'ichtyofaune sont connus et ne peuvent être remis en cause, ces seuils semblent agir comme une barrière contre la présence de *S. cephalus* en tête de bassin. Mais d'autres causes sont possibles telles que l'activité humaine qui force les espèces à se reproduire sur les mêmes sites de fraie, ou bien les caractéristiques écologiques intrinsèques du *S. cephalus* qui ne pourraient peut-être pas migrer en amont. Ces hypothèses nécessitent d'être étudiées. Ainsi grâce à ce travail, *S. laietanus* a été évalué comme En Danger lors de la dernière évaluation de la Liste Rouge UICN en 2019.

Mots-clés : Conservation, continuité écologique, espèce introduite, génétique, hybridation, Pyrénées-Orientales



Détection et suivi des espèces exotiques envahissantes en cours d'eau par l'ADNe. Test d'un réseau de surveillance sur la région Auvergne Rhône-Alpes

ROSET Nicolas*¹, FROMAGER Frédéric¹, OLIVIER Gaël², PARUSSATTI Sandro¹, SADOT Michael¹

¹ OFB-Direction Régionale Auvergne Rhône-Alpes-Service Connaissance – Chemin des Chasseurs 69500 Bron, France.

nicolas.roset@ofb.gouv.fr, frederic.fromager@ofb.gouv.fr, sandro.parussatti@ofb.gouv.fr, michael.sadot@ofb.gouv.fr

² OFB-Direction Régionale Auvergne Rhône-Alpes-Service Connaissance – Site de Marmilhat Sud, 9 allée des Eaux et Forêts, 63370 Lempdes, France. gael.olivier@ofb.gouv.fr

En cours d'eau, la détection et le suivi de l'arrivée de nouvelles espèces exotiques potentiellement envahissantes posent des questions méthodologiques de détection et par conséquent des moyens à mettre en œuvre à moyen et long terme. Depuis quelques années, l'ADNe apparaît comme une méthode fiable de détection des espèces de poissons présentes sur un linéaire dépassant l'échelle de la station généralement concernée par les méthodes traditionnelles. La situation hydro-géographique de la région AuRa lui confère une certaine sensibilité vis-à-vis de l'introduction d'espèces exotiques. Elle se caractérise par la présence de différentes voies d'introduction potentielles : plusieurs fleuves ou grands cours d'eau dont certains navigués (Loire, Saône, Rhône) ainsi que divers canaux reliant certains bassins (Rhin-Rhône, Canal de la Loire...) ; une région d'étangs (la Dombes) où transitent notamment des quantités de poissons de façon assez incontrôlable, de même que la présence d'un grand plan d'eau international, le lac Léman. En 2020, 16 stations de cours d'eau ont été sélectionnées sur la base d'une expertise de leur sensibilité vis-à-vis de la présence actuelle ou à venir d'espèces exotiques. Certaines ont été positionnées pour couvrir les "hot spots" présumées d'entrée sur la région (cours d'eau des Dombes, Saône) ou de circulation à l'intérieur de celle-ci, et d'autres positionnées à l'inverse en sortie du territoire (Rhône, Loire, Allier et Cher aval). Des prélèvements et analyses d'ADNe ont été réalisés selon un protocole standard mis en œuvre depuis plusieurs années (SPYGEN), consistant à filtrer sur chaque station 2 capsules d'un volume d'environ 30 litres (soit 30 minutes de pompage). Après analyses génétiques et bio-informatiques (extraction, amplification...), les résultats montrent une bonne efficacité de la méthode pour détecter la présence d'espèces "non natives", généralement connues à partir de méthodes traditionnelles comme la pêche électrique, ou à partir d'autres sources d'information (pêche de loisirs, pêche professionnelle ou amateur...). Ainsi les 13 principales espèces non natives dont la présence est bien connue et documentée sur la région ont été détectées ; que ce soit des espèces très fréquentes voire fortement représentées dans les peuplements tels que suivis par d'autres méthodes, comme la perche-soleil (*Lepomis gibbosus*) ou le pseudorasbora (*Pseudorasbora parva*) ; ou des espèces plus erratiques ou solitaires comme le crapet de roche (*Ambloplites rupestris*), l'aspe (*Leuciscus aspius*) ou encore le sandre (*Sander lucioperca*) ou la carpe (*Cyprinus carpio*). Il n'y a pas eu de détection d'espèce de gobie, récemment signalée sur la Saône en Franche-Comté et dont l'arrivée dans la région est probablement imminente. Toutefois, certains résultats sont plus décevants ou discutables et montrent le besoin de travaux pour approfondir et parfaire la méthode. D'une part certains taxons de cyprinidés sont pour l'instant indifférenciés comme *Ctenopharyngodon idella* et *Hypophthalmichthys molitrix*. D'autre part, certaines espèces pourtant régulièrement capturées et bien représentées sur certaines stations ne sont pas toujours détectées (ex pseudorasbora sur plusieurs stations de la Saône ; de même que les carassins sur certaines stations de la Loire ou de l'Allier). À l'inverse, on n'observe pas particulièrement de "faux positifs", c'est-à-dire de taxons détectés alors que leur présence ne serait pas avérée, du moins sur les espèces exotiques.

Mots-clés : ADNe, poissons, espèces exotiques, réseau, surveillance



Suivi des peuplements de poissons en cours d'eau. Comparaison ADNe vs pêches électriques sur un échantillon de stations en région AURA

ROSET Nicolas^{*1}, FROMAGER Frédéric¹, OLIVIER Gaël², PARUSSATTI Sandro¹, SADOT Michael¹, POULET Nicolas³

¹ OFB-Direction Régionale Auvergne Rhône-Alpes-Service Connaissance – Chemin des Chasseurs 69500 Bron, France. nicolas.rosset@ofb.gouv.fr, frederic.fromager@ofb.gouv.fr, sandro.parussatti@ofb.gouv.fr, michael.sadot@ofb.gouv.fr

² OFB-Direction Régionale Auvergne Rhône-Alpes-Service Connaissance – Site de Marmilhat Sud, 9 allée des Eaux et Forêts, 63370 Lempdes, France. gael.olivier@ofb.gouv.fr

³ OFB, Direction Recherche et Appui Scientifique-Pôle de recherche et développement en écohydraulique AFB-IMFT, France. nicolas.poulet@ofb.gouv.fr

La pêche électrique est une des méthodes d'échantillonnage les plus utilisées pour l'étude et le suivi des peuplements de poissons en cours d'eau. En France notamment, elle a fait l'objet d'une standardisation permettant son application en routine dans le cadre de réseaux de suivi nationaux et européens d'évaluation de la qualité des cours d'eau (DCE) et de réseaux patrimoniaux de suivi à long terme de l'évolution des peuplements et populations (RHP). Selon les types de cours d'eau, différents protocoles peuvent être appliqués, en particulier des pêches complètes réalisées sur l'ensemble de la station prédéfinie, et des pêches partielles, à pieds, en bateau, ou mixte, en appliquant la méthode dite "par points systématiques". Ces méthodes permettent en outre d'identifier (le plus souvent à l'espèce), de dénombrer, de mesurer et éventuellement de peser, individuellement ou par lot, l'ensemble des individus capturés, qui sont ensuite remis à l'eau. Elles permettent également de calculer la note selon l'Indice Poissons Rivière pour évaluer la qualité du cours d'eau étudié, en comparant les caractéristiques du peuplement observé aux caractéristiques du peuplement attendu en l'absence de perturbation avec les mêmes méthodes. Depuis quelques années, l'utilisation de l'ADNe apparaît comme une méthode fiable de détection des différentes espèces de poissons présentes sur un linéaire pouvant dépasser l'échelle de la station généralement concernée par les méthodes traditionnelles. Un certain nombre de tests ont permis la mise au point d'une méthode assez standard consistant à filtrer l'eau de la rivière pendant 30 min. (soit environ 30 litres d'eau), en répétant l'opération deux fois successivement (soit 2 filtrations ou pseudo-réplicas par station). Après quelques années d'utilisation, la méthode s'avère assez efficace pour étudier la présence d'espèces de poissons et la composition du peuplement, grâce à une mesure semi-quantitative exprimée en nombre de séquences d'ADNe par espèce. Dans le but de préciser le domaine d'application de cette nouvelle méthode, nous avons réalisé sur plusieurs années, des prélèvements d'ADNe sur un échantillon de stations de la région AURA, également suivies par pêche électrique tous les ans ou tous les deux ans. Les résultats obtenus confirment la puissance et la finesse de la méthode pour détecter certaines espèces assez faiblement représentées; certaines d'entre elles étant détectées dans un seul prélèvement d'ADNe alors que plusieurs opérations interannuelles sont nécessaires pour les capturer par pêches électriques. On observe aussi une assez bonne concordance globale entre les résultats par pêches électriques et par ADNe, notamment lorsqu'on cherche à différencier les stations étudiées du point de vue de leur typologie naturelle ou de leur état écologique. Il semble aussi qu'il existe un lien non fortuit entre le nombre d'individus capturés par espèce et le nombre de séquences ADNe enregistrées, en particulier pour les espèces principales. Cependant, plusieurs espèces restent encore indifférenciées selon les marqueurs utilisés, alors qu'elles ne partagent pas nécessairement les mêmes préférences écologiques, ni représentent les mêmes enjeux de conservation. Certaines espèces sont détectées sur une station sans être nécessairement présentes au sein de celle-ci. *A fortiori*, elles peuvent n'être présentes ni sur le tronçon, ni le bassin et résultent des rejets humains contenant les traces d'ADNe de poissons consommés (ex le saumon atlantique). De plus certaines espèces peuvent ne pas être détectées sur certaines stations, alors que leur présence fait peu de doute d'après l'analyse des chroniques de pêches électriques. Enfin la méthode ne donne pas d'estimation de densité proprement dite, ni d'indication sur la structure en taille des populations, caractéristiques requises pour évaluer complètement l'état des milieux, notamment pour les cours d'eau à faible richesse spécifique, et surtout pour évaluer l'état de conservation des populations concernées.

Mots-clés : ADNe, poissons, peuplement, évaluation, surveillance



The non-gradual nature of adaptive radiation in African cichlid fishes

SALZBURGER Walter¹

¹ Zoological Institute, University of Basel, Switzerland. walter.salzburger@unibas.ch

Adaptive radiation is the likely source of much of the ecological and morphological diversity of life on Earth. Owing to their spectacular taxonomic, phenotypic, ecological and behavioral diversity and propensity for explosive speciation, the assemblages of cichlid fishes in the African Great Lakes Victoria, Malawi and Tanganyika are prime role models for this evolutionary process. An in-depth examination of nearly all of the approximately 250 cichlid species in Lake Tanganyika reveals that this spectacular adaptive radiation proceeded in a non-gradual manner, in the form of three consecutive and trait-specific pulses of accelerated phenotypic evolution. These temporal dynamics of divergence along different axes of morphological evolution provide empirical support for a scenario that potentially unifies two popular models of adaptive radiation, the “early burst model” and the “stages model”.

Modélisation de l'écosystème en Méditerranée Nord-Ouest : structure et fonctionnement d'un système complexe

SEYER Thomas*^{1,2}, BĂNARU Daniela², VAZ Sandrine³, HATTAB Tarek³, LABRUNE Céline⁴, BOOTH Shawn², RADA KOVITCH Olivier¹, CHARMASSON Sabine¹

¹ IRSN, Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, DEI/SESURE/LERCM, BP 3, 13115 Saint Paul Lez Durance, France. thomas.seyer@hotmail.fr

² Aix-Marseille Université, Université de Toulon, CNRS, IRD, MOI UM110, Mediterranean Institute of Oceanography, Marseille, France

³ UMR MARBEC (IFREMER, IRD, UM CNRS), 34203 Sète CEDEX, France

⁴ CNRS, Sorbonne Université, LECOB, UMR 8222, Observatoire Océanologique, 66650 Banyuls-sur-Mer, France.

Le golfe du Lion, en Méditerranée Nord-Ouest, une zone de forte production biologique en lien avec les apports du Rhône, est fortement exploité par les flottes de pêches françaises et espagnoles. Cette dernière décennie, il a subi des changements majeurs en termes de biomasses et de captures. Cette étude présente un modèle Ecopath mis à jour et amélioré du plateau continental (0-200 m) de cette zone, appelé GOLE4M. La paramétrisation et la calibration de ce modèle sont basées sur des données de terrains de 2010 à 2014. Il comprend 66 groupes fonctionnels (formés à partir de 200 espèces/groupes pélagiques et benthiques), représentant 99% de la biomasse estimée et 97% des pêches estimées. Les espèces sélectionnées incluent (en nombre d'espèces) 52% de poissons, 16% de mollusques, 8% de crustacés et 8% d'échinodermes (plus autres). Les biomasses ont été évaluées à partir de 3 sets de données (dont les campagnes MEDITS et PELMED), en fonction de leur pertinence pour une espèce donnée. Ce travail a bénéficié de données récentes sur les groupes du benthos (campagnes REDITS2010 et APPEALMED), jusqu'ici négligés. Les données des pêcheries, principalement basées sur les données du SIH, ont été détaillées pour 7 types d'engins de pêche (chaluts de fond, chaluts pélagique, filets, sennes, palangres, pêches récréatives et autres). Elles intègrent également des estimations de facteurs de corrections pour les pêches non déclarées, récréatives et les rejets. Une fois équilibré, le modèle présente 5 niveaux trophiques (NT) avec *Priocnace glauca* le plus élevé (5,2). Les invertébrés benthiques et démersaux représentent la plus grosse biomasse du système (42,3%), suivi par les vertébrés (20,9%) et le phyto et le zooplancton (14,4% et 12,9%, respectivement). Cependant, en lien avec leur forte productivité, les groupes phytoplanctoniques sont les plus consommés (59,3%), devant le zooplancton (10,3%), les groupes d'invertébrés (7,4%) et les poissons (0,6%). Parmi les poissons, les plus consommés sont *Engraulis encrasicolus*, *Sardina pilchardus*, et *Sprattus sprattus* (55,2% de consommation cumulée). Les espèces les plus exploitées par les pêcheries sont *Sparus aurata* (8,9%), *Merluccius merluccius* (8,2%) and *E. encrasicolus* (8,1%). Les poissons crustivores 2, les calamars et *Conger conger* apparaissent comme des espèces/groupes clés. Les oiseaux marins et *Dicentrarchus labrax* présentent les plus haut index d'omnivorie (1,6 et 1,1, respectivement). La majorité des flux surviennent au NT II qui abrite 36,1% du “total throughput”. En revanche, la majeure partie des exports (dominés par les captures) survient aux NT III et IV, avec un NT moyen des prises de 3,36. La procédure d'évaluation du pedigree du modèle donne un score de 0,61, le plaçant dans la tranche supérieure en termes de qualité de données. GOLE4M est la première étape



d'un projet de l'IRSN (Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire) consistant à construire un modèle dynamique capable de suivre de le devenir des radionucléides dans le golfe du Lion.

Mots-clés : Ecopath, golfe du Lion, écologie trophique, pêche, modélisation

SESSION POSTERS N° 3 (SESSIONS 8, 9)

Jeudi 17 mars 2022 – 10:15

Diversité des copépodes parasites des poissons sparidés des côtes tunisiennes

SFAR Sihem¹, BAHRI-SFAR Lilia*¹, BEN HASSINE Oum Kalthoum¹

¹ Université de Tunis El Manar, Faculté des Sciences de Tunis, Laboratoire de recherche "Biodiversité, Parasitologie et Écologie des Écosystèmes Aquatiques" code LR18ES05, 2092, Tunis, Tunisie. sihemsfar@gmail.com, Lilia.bahri@fst.utm.tn, oumkalthoum.hassine@gmail.com

Cette étude a porté sur la diversité des copépodes parasites des poissons de la famille des Sparidae, récoltés au niveau de la pêche côtière effectuée sur le littoral nord-est, est et sud-est de la Tunisie. Un total de 1684 spécimens, appartenant à 16 espèces réparties dans 10 genres, a été prélevé entre janvier 2007 et décembre 2015. L'examen de ces spécimens a permis la collecte et l'identification de 22 espèces de copépodes appartenant à cinq familles, dont la plus représentée est la famille des Lernaepodidae avec 14 espèces. Parmi ces espèces de copépodes, sept espèces sont signalées pour la première fois sur les côtes tunisiennes, à savoir *Caligus diaphanus* sur *Pagellus erythrinus* ; *Hatschekia pagellibogneravei* sur *Diplodus sargus* et *Lithognathus mormyrus* ; *Clavellotis pagri* sur *Pagrus caeruleostictus* ; *Lernanthropus brevis* sur *D. sargus* ; *Caligus vexator* sur *Dentex dentex* et *Naobranchia cygniformis* sur *Sparus aurata* et *Caligus* sp. sur *Diplodus puntazzo*. De plus, cinq nouvelles associations hôte-parasite sont mentionnées en Méditerranée. Il s'agit de *Caligus pelamydis* sur *Boops boops*, *Lernaelophus sultanus* sur *D. dentex*, *P. caeruleostictus* et *Spondyliosoma cantharus* (bassin oriental) ainsi que *Clavellotis* sp2 sur *Dentex macrophthalmus* (bassin occidental). Les résultats globaux révèlent un pourcentage d'infestation de 23,22% pour l'ensemble des sites d'échantillonnage, 20,17% pour l'échantillon global du nord-est, 23,28% pour l'est et 27,15% pour celui du sud-est. Quant à la richesse spécifique totale en copépodes parasites des sparidés, dont l'estimation dépend de l'extension de l'aire de l'échantillonnage et surtout de l'importance de l'effort d'échantillonnage (Walter & Morand 1998), elle est de 19 pour le secteur est, 10 pour le nord-est et 9 pour le sud-est. Ces valeurs semblent refléter le nombre d'espèces hôtes collectées sur le total des 16 espèces (14 dans le secteur est, 12 dans le secteur nord-est et 8 dans le secteur sud-est) mais aussi le nombre d'individus hôtes examinés dans chacun des 3 secteurs (347 en provenance du secteur nord-est, 1112 du secteur est et 225 du secteur sud-est). Concernant les prévalences des différentes espèces de copépodes collectées, elles varient selon le milieu (facteurs environnementaux) et l'espèce hôte (spécificité parasitaire). A titre d'exemple, le copépode *Lernaelophus sultanus*, présent dans les trois secteurs sur son hôte préférentiel *P. erythrinus* montre une prévalence égale à 18,18% dans le secteur nord-est représenté essentiellement par le golfe de Tunis, 3,23% dans le secteur est et 40% dans le secteur sud-est représenté par le golfe de Gabès. Ainsi, les milieux ouverts, à l'instar du littoral est tunisien, semblent moins favorables au développement de cet ectoparasite pour lequel le golfe de Gabès paraît offrir de meilleures conditions. Cependant, l'espèce hôte a aussi un impact certain, même pour ce copépode à spécificité parasitaire large (euryxène), dans un tel milieu favorable. En effet, dans notre échantillonnage provenant du secteur sud-est (golfe de Gabès), *Lernaelophus sultanus* a été rencontré sur *B. boops* avec une prévalence $P = 2,44$, *P. caeruleostictus* avec $P = 1,43$ et *P. erythrinus* avec $P = 40$. Dans ce milieu, cette dernière espèce, qui représente l'environnement primaire de ce parasite (l'environnement secondaire étant le milieu marin), constituerait l'hôte préférentiel du copépode.

Références

Walther B.A., Morand S., 1998. Comparative performance of species richness estimation methods. *Parasitology* 116: 395-405.

Mots-clés : Mer Méditerranée, côtes tunisiennes, sparidés, copépodes parasites, diversité



Ultrastructure et pathogénicité de *Chloromyxum leydigi* (Myxozoa : Chloromyxidae) infestant la vésicule biliaire de la raie électrique marbrée *Torpedo marmorata* (L.) de la côte est de la Tunisie

SNENE Housseem Eddine¹, QUILICHINI Yann², BAHRI Sihem*¹

¹ Laboratoire de Biodiversité, Parasitologie et Ecologie des Ecosystèmes aquatiques, Faculté des Sciences de Tunis, Université de Tunis El Manar, 2092 Manar II, Tunis, Tunisie. houssemeddinsene@yahoo.fr, sihem.bahri@fst.utm.tn

² CNRS UMR 6134, "Laboratoire des Parasites et des Écosystèmes Méditerranéens", Université Pascal Paoli, Corse, France. quilichini_y@univ-corse.fr

La présente étude décrit les aspects ultrastructuraux des plasmodes et les stades de développement de *Chloromyxum leydigi* infestant la vésicule biliaire de *Torpedo marmorata* des côtes tunisiennes. Lors d'une étude parasitologique d'octobre 2017 à janvier 2019, un total de 102 spécimens de raie électrique *Torpedo marmorata* ont été capturés sur la côte de Mahdia au centre-est de la Tunisie (35°30'8.806"N, 11°2'44.596"E). La vésicule biliaire parasitée contenant des plasmodes et des spores de *Chloromyxum* a été fixée pour une étude en microscopie électronique à transmission (MET). L'infection par *Chloromyxum leydigi* Mingazzini, 1890 a été détectée pendant toute l'année, avec une prévalence maximale survenant en automne (86%). La prévalence du parasite varie avec la taille de l'hôte. Généralement, l'infection par *Chloromyxum leydigi* diminue avec l'augmentation de la taille de l'hôte. Plusieurs plasmodes polysporiques ont été trouvés flottant librement dans la bile ou attachés à la paroi de la vésicule biliaire. Les plasmodes matures sont polysporiques, de forme allongée, avec une longueur de 21 à 45 µm et une largeur de 9 à 13 µm. Les spores matures sont sub-sphériques et mesurent 7 à 8 µm de long et 5,7 à 6,5 µm de large. Les quatre capsules polaires sont piriformes, mesurant 2,6 à 3,5 µm de long et 2 à 2,5 µm de large. Le MET nous a permis d'observer la structure fine des plasmodes et des spores. Les jeunes plasmodes se trouvaient attacher à l'épithélium de la vésicule biliaire par de multiples pseudopodes. Des coupes au MET des spores matures ont montré l'ultrastructure des capsules polaires, avec chacune contenant un filament polaire enroulé en 8 tours de spires le long de la paroi interne. L'orifice d'évagination de chaque filament polaire était localisé dans la partie antérieure des cellules valvaires tout près de la ligne de suture. La spore en vue valvaire, montrait deux valves avec 4 à 5 striations surélevées et un faisceau de filaments caudaux attachés à l'extrémité postérieure. Les micrographies électroniques de la vésicule biliaire infestée ont révélé des changements dans la couche épithéliale. L'implantation de jeunes plasmodes dans la paroi de la vésicule biliaire provoque une nécrose des cellules épithéliales.

Mots-clés : Myxozoa, *Chloromyxum*, *Torpedo marmorata*, ultrastructure, pathologie, Tunisie

Traits d'histoire de vie de l'anguille révélés par la microanalyse chimique des otolithes dans une rivière obstruée : à quoi s'attendre après la suppression du barrage ?

TEICHERT Nils*¹, LIZÉ Anne¹, TABOURET Hélène², GÉRARD Claudia³, BAREILLE Gilles², ACOU Anthony⁴, CARPENTIER Alexandre⁵, TRANCART Thomas¹, FEUNTEUN Eric¹

¹ UMR 7208 BOREA, MNHN, CNRS, IRD, SU, UCN, UA, Laboratoire de Biologie des Organismes et Ecosystèmes Aquatiques, Station Marine de Dinard, CRESCO, Dinard, France. nils.teichert@mnhn.fr, anne.lize@mnhn.fr, thomas.trancart@mnhn.fr, eric.feunteun@mnhn.fr

² Université de Pau et des Pays de l'Adour, E2S UPPA, CNRS, IPREM, Pau, France. helene.tabouret@univ-pau.fr, gilles.bareille@univ-pau.fr

³ UMR 6553 ECOBIO, CNRS, Écosystèmes, Biodiversité, Évolution, Université de Rennes 1, Rennes, France. claudia.gerard@univ-rennes1.fr

⁴ UMS PatriNat, OFB, CNRS, MNHN, Station marine de Dinard, CRESCO, Dinard, France. anthony.acou@mnhn.fr

⁵ Université de Rennes 1, BOREA (Muséum national d'Histoire naturelle, Sorbonne Université, Univ. de Caen Normandie, Univ. des Antilles), Campus de Beaulieu, 35000 Rennes, France. alexandre.carpentier@univ-rennes1.fr

La suppression des barrières fluviales est souvent considérée comme l'un des moyens les plus efficaces de restaurer l'écologie des bassins versants et de leurs habitants. L'effacement des barrages rétablit la libre circulation des poissons



migrateurs vers les habitats de croissance ou de reproduction. Néanmoins, ces actions de restauration restent sporadiques en Europe et nécessitent une surveillance scientifique des processus écologiques associés. Chez l'anguille européenne, la modification de la continuité des cours d'eau devrait non seulement avoir un impact sur les déplacements et la répartition des individus, mais également sur leurs traits d'histoire de vie car ces derniers sont fortement influencés par les conditions environnementales. Dans cette étude, nous avons utilisé les signatures multi-élémentaires des otolithes pour reconstituer les séquences de vie d'anguilles argentées européennes, *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758), dans un bassin versant juste avant la suppression de deux grands barrages hydroélectriques. En plus de fournir un état de référence initial, nous avons émis l'hypothèse que les signatures chimiques des otolithes pourraient fournir des informations cruciales sur la façon dont les anguilles utilisent le bassin versant et comment leur répartition spatiale façonne leurs traits d'histoire de vie. Le long du bassin versant de la Sélune, l'étude des profils élémentaires des otolithes (Strontium:Calcium et Baryum:Calcium) a permis de discriminer quatre grands secteurs utilisés par les anguilles. Confrontés aux traits d'histoire de vie individuels, nos résultats ont montré que les anguilles vivant en aval des barrages sont plus mobiles et présentent un taux de croissance plus faible, probablement en réponse à une compétition plus élevée pour les ressources. Alors que la plupart des anguilles argentées sont actuellement produites par les secteurs aval et médian, les anguilles vivant dans les habitats amont sont généralement en meilleures conditions, connues pour favoriser le succès de la migration et de la reproduction, notamment en termes de condition corporelle, de réserves lipidiques et d'abondance de parasites pathogènes non-indigènes. Dans un futur proche, la suppression complète des barrages, conduisant à la reconnexion des zones amont, devrait modifier la répartition des anguilles dans le bassin versant, mais aussi réduire la compétition intra-spécifique, avec des effets corollaires sur la croissance, l'état de santé global des individus, ou encore le sex-ratio des anguilles argentées migrant vers la mer pour se reproduire.

Mots-clés : Plasticité phénotypique, trait d'histoire de vie, restauration de la continuité, microchimie des otolithes, LA-ICP-MS

Première édition du Congrès Franco-Canadien sur les Sciences Aquatiques à Saint-Pierre et Miquelon : bilan et perspectives

TELETSCHEA Fabrice*¹, PAULY Daniel²

¹ Université de Lorraine, INRAE, URAFP, 54000 Nancy, France. fabrice.teletchea@univ-lorraine.fr

² The University of British Columbia | 2202 Main Mall Vancouver, B.C., Canada V6T 1Z4. d.pauly@oceans.ubc.ca

La première édition du congrès Franco-Canadien sur les Sciences Aquatiques s'est tenue à Saint-Pierre et Miquelon du 30 septembre au 03 octobre 2021. Financé par la Collectivité territoriale de Saint-Pierre et Miquelon et porté par Archipel développement, cet événement était co-organisé par Fabrice Teletchea et Daniel Pauly. La marraine de l'événement était Françoise Gaill. Le comité scientifique était constitué de 10 membres. Ce congrès était soutenu scientifiquement par la Société Française d'Ichtyologie. Plus d'une cinquantaine de présentations orales (associant près de 240 auteurs, dont une dizaine de locaux) se sont succédées au cours des quatre jours du congrès, que ce soit en présentiel ou en distanciel. Ces présentations ont abordé quasi équitablement les quatre principaux thèmes retenus : pêche ($n = 12$), aquaculture ($n = 12$), sciences participatives & éducation ($n = 11$), et biodiversité aquatique ($n = 18$). Un site Internet (en Français et en Anglais) a été développé pour ce congrès, incluant notamment une description de l'ensemble des membres du comité et le programme (<https://www.aquatic-sciences-congress.com/>). Toutes les présentations ont été filmées et sont disponibles ici (https://www.youtube.com/playlist?list=PLKt8r8_IV5itA8en3lojCLxDNUP8D7W_5). Une dizaine d'articles seront publiés dans un numéro spécial de *Cybiu* à la fin de l'année. Parallèlement au congrès, la quinzaine de scientifiques présents sur l'archipel ont pu découvrir l'histoire de la pêche et visiter différents sites que ce soit à Saint-Pierre, l'Île-aux-Marins, Miquelon et Langlade. Ces visites ont aussi été l'occasion d'échanges entre les scientifiques et les professionnels de la filière pêche et divers membres des associations. Cet événement a été une vraie réussite grâce notamment à la forte participation des scientifiques Français et Canadiens et plus largement des nombreux collègues des pays de l'Atlantique Nord, ainsi que de la population locale (20-30 personnes ont assisté aux présentations). Plusieurs reportages télévisés et radiophoniques ont été réalisés au cours des quatre jours, avec notamment un interview le jeudi 30 septembre des deux co-organisateurs du congrès (<https://la1ere.francetvinfo.fr/saintpierremiquelon/emissions-radio/invite-redaction>). Un film de 52 minutes, réalisé par Lionel Boisseau, a aussi été tourné pendant près d'une année en amont et pendant le congrès



(<https://la1ere.francetvinfo.fr/saintpierremiquelon/emissions/longue-vue>). La seconde édition du Congrès Franco-Canadien des Sciences Aquatiques est d'ores et déjà programmée à Saint-Pierre et Miquelon pour la fin du mois de septembre 2022. Nous espérons accueillir plus d'une cinquantaine de personnes localement, associant des scientifiques et des chefs d'entreprises pour continuer de développer collectivement une industrie de la pêche et d'aquaculture durable, tout en connaissant mieux et en protégeant les écosystèmes.

Mots-clés : Saint-Pierre et Miquelon, pêche, aquaculture, biodiversité aquatique, science participative et éducation

SESSION POSTERS N° 3 (SESSIONS 8, 9)

Jeudi 17 mars 2022 – 10:15

Rôle du plancton dans le transfert du Hg dans les réseaux trophiques pélagiques en Méditerranée nord-occidentale

TESÁN ONRUBIA Javier A.*¹, HEIMBÜRGER-BOAVIDA Lars-Eric¹, GRASSI Baptiste¹, LEBRETON Benoit², GUILLOU Gaël², GUILLOUX Loïc¹, BARANI Aude¹, DIDRY Morgane¹, THYSSEN Melilotus¹, DUFOUR Aurélie¹, GUIGUE Catherine¹, CARLOTTI François¹, TEDETTI Marc¹, BĂNARU Daniela¹

¹ Aix-Marseille Université, Université de Toulon, CNRS, IRD, MIO UM110, Institut Méditerranéen d'Océanologie, Marseille, France. javier.tesan@mio.osupytheas.fr

² UMR 7266 Littoral Environnement et Sociétés (CNRS - La Rochelle Université), La Rochelle, France

Les populations humaines en Méditerranée sont exposées au mercure (Hg) et à sa forme toxique, le méthylmercure (MeHg), à travers la consommation de produits de la mer. Le MeHg peut notamment biomagnifier dans les réseaux trophiques marins jusqu'à des concentrations dépassant les seuils réglementaires dans certains prédateurs supérieurs. Afin de mieux comprendre les niveaux de concentrations du Hg et MeHg dans les organismes marins supérieurs en Méditerranée, il est nécessaire de déterminer leurs concentrations et leurs mécanismes de transfert à la base des réseaux trophiques, c'est à dire dans le plancton : phyto- et zoo-plancton. En effet, le plancton, qui présente une biomasse élevée (98% de la biomasse marine), des cycles de vie courts et une forte capacité à absorber les contaminants en raison de sa petite taille, constituerait un compartiment clé dans l'accumulation et le transfert de Hg et de MeHg le long des réseaux trophiques. Cependant, la capacité réelle du plancton, en particulier de ses plus petites fractions de taille (pico- et nano-phytoplancton), à accumuler et à transférer du Hg et MeHg reste peu connue actuellement en Méditerranée, ceci en raison de difficultés méthodologiques liées à la collecte de grandes quantités de plancton et à leur séparation en différentes fractions de taille (Hammerschmidt *et al.* 2013, Chouvelon *et al.* 2019). Dans ce contexte, un échantillonnage mensuel de plancton a été conduit à la station du réseau SOMLIT en baie de Marseille entre janvier 2020 et novembre 2021 dans le cadre du projet ANR JCJC CONTAMPUMP. Différentes fractions de taille du phytoplancton (0,7-2,7 μm , 2,7-20 μm , 20-60 μm et 0,7-60 μm) et du zooplancton (60-200 μm , 200-300 μm , 300-500 μm , 500-1000 μm , 1000-2000 μm et > 2000 μm) ont été collectées au niveau du maximum de chlorophylle suite, respectivement, au pompage d'eau de mer (*via* pompe Asti) et à la filtration en ligne séquentielle associée, et à des traits de filets horizontaux (*via* filet Multinet) et au tamisage séquentiel associé. Sur ces différentes fractions de taille, les concentrations en mercure total (THg) et MeHg ont été mesurées respectivement par CV-AAS and PT-GC-Pyr-AFS, tandis que les valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ et de $\delta^{15}\text{N}$ ont été déterminées pour identifier les sources de matière organique et les niveaux trophiques des classes de taille du zooplancton. Par ailleurs, les analyses de cytométrie en flux sur les échantillons d'eau ont permis d'évaluer l'abondance et la composition du pico- et du nano-phytoplancton, qui représentent la base des réseaux trophiques planctoniques en Méditerranée. Les premiers résultats de cette étude révèlent que les niveaux trophiques du zooplancton varient de façon significative au cours de l'année, avec des maximums rencontrés en octobre et février lors d'événements contribuant à l'apport de sels nutritifs tels que des remontées d'eaux profondes ou des apports d'eau douce du Rhône. Lors de ces changements de régime trophique, les communautés phytoplanctoniques sont dominées par les *Synechococcus*, les picoeucaryotes, et par les nanoeucaryotes. Les concentrations moyennes de THg dans le picophytoplancton ($264,4 \pm 165,2 \text{ ng g}^{-1}$) et le nanophytoplancton ($440,4 \pm 408,7 \text{ ng g}^{-1}$), mesurées pour la première fois en Méditerranée, sont d'un ordre de grandeur plus élevées que la concentration moyenne de THg dans le zooplancton de 200 à 1000 μm ($59,4 + 26,0 \text{ ng g}^{-1}$). Des variations mensuelles de ces concentrations en THg ont également été observées dans toutes les fractions de taille de plancton. Dans cette étude, nous mettons donc en évidence l'influence du régime trophique sur l'assemblage phytoplanctonique et *in fine* le transfert



de matière et de Hg dans le réseau planctonique méditerranéen. Le couplage entre ces observations montre l'impact du régime trophique dans le transfert de Hg le long des réseaux trophiques jusqu'aux poissons et aux humains.

Références

- Chouvelon T., Strady E., Harmelin-Vivien M., Radakovitch O., Brach-Papa C., Crochet S., Knoery J., Rozuel E., Thomas B., Tronczynski J., Chiffolleau J.-F., 2019. Patterns of trace metal bioaccumulation and trophic transfer in a phytoplankton-zooplankton-small pelagic fish marine food web. *Mar. Poll. Bull.* 146: 1013-1030. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.07.047>
- Hammerschmidt C.R., Finiguerra M.B., Weller R.L., Fitzgerald W.F., 2013. Methylmercury Accumulation in Plankton on the Continental Margin of the Northwest Atlantic Ocean. *Environ. Sci. Technol.* 47(8): 3671-3677. <https://doi.org/10.1021/es3048619>

Mots-clés : Plancton, mercure, isotopie, transfert trophique, Méditerranée

Analyse préliminaire de la diversité morphologique des otolithes chez les téléostéens au moyen de la morphométrie géométrique 3D

VAN DAMME Arthur*¹, FRÉDÉRICH Bruno¹, FISCHER Valentin², PARMENTIER Éric¹

¹ Université de Liège – Laboratoire de Morphologie Fonctionnelle et Evolutive, UR FOCUS, Université de Liège, B-4000 Liège, Belgique. Arthur.VanDamme@uliege.be, Bruno.Frederich@uliege.be, E.Parmentier@uliege.be

² Université de Liège – Evolution & Diversity Dynamics Lab, UR Geology, Université de Liège, Liège, Belgique. V.Fischer@uliege.be

L'oreille interne des téléostéens est un organe stato-acoustique complexe composé de trois canaux semi-circulaires et de trois vésicules (sacculle, utricule, lagena) abritant chacune un otolithe (sagitta, lapillus, asteriscus) reposant sur leur épithélium sensoriel, les maculae. Chez les non-otophysiens, la sagitta est l'otolithe le plus grand. Elle est reconnue comme étant spécifique ce qui participe à leur large diversité de forme. À l'heure actuelle, malgré plusieurs études ayant tenté de lier des données morphométriques en 2D avec la phylogénie, des traits éthologiques, écologiques et d'histoire de vie, la forme de cet otolithe ne trouve toujours pas d'explication. Cependant, nous pouvons à présent profiter des avancées en acquisition de données 3D et en morphométrie géométrique pour les appliquer sur des reconstructions en 3D d'otolithes et affiner des tests d'hypothèses écomorphologiques dans un contexte d'analyse comparative à large échelle. De larges bases de données, comme celle de MorphoSource (<https://www.morphosource.org/>), regroupent plusieurs milliers de téléostéens scannés à haute résolution en libre accès qui peuvent être aisément utilisés dans des études comparatives à grande échelle. Ainsi, durant cette étude préliminaire, nous proposons (1) d'appliquer une technique de projection de semi-landmarks (SLM) en haute densité pour couvrir la surface des sagittae tout en testant la sensibilité de la quantification de leur forme en faisant varier la densité de SLM (500, 1000 et 2000) et (2) de représenter la disparité des sagittae dans un contexte phylogénétique. Des scans de 45 spécimens issus de 29 ordres de téléostéens non-otophysiens avec une représentation particulière des clades Carangaria et Scorpaeniformes ont été acquis depuis MorphoSource. Les sagittae ont ensuite été reconstruites avec le programme Amira, puis les points ont été projetés sur les modèles obtenus permettant ainsi de caractériser les formes des sagittae par un ensemble de données cartésiennes. La superposition de ces coordonnées a été faite à l'aide d'une analyse GPA (Generalized Procrustes Analysis). Une analyse en composante principale des variables de formes a permis de visualiser graphiquement la dispersion des espèces dans l'espace de forme des sagittae. Les otolithes sont séparés par leur rapport longueur/largeur croissant le long du premier axe, allant de formes élevées/lobées à elliptiques/fusiformes, sans révéler de signal phylogénétique particulier. Les projections de points, le traitement des données et les analyses statistiques ont été réalisées sous la plateforme R. L'augmentation de la densité de SLM n'a pas d'effet notable sur la répartition de l'espace des formes. Cette analyse préliminaire de structures en 3D permet de valider notre approche pour tester de futures hypothèses écomorphologiques à large et petite échelles phylogénétiques.

Mots-clés : Téléostéens, sagitta, modélisation 3D, géométrie morphométrique, semi-landmarks



Bilan des connaissances acquises sur l'omble de fontaine *Salvelinus fontinalis* dans l'archipel de Saint-Pierre et Miquelon et perspectives

VIANA Julie^{*1,2}, BRIAND Eve¹, AUDET Céline², TELETCHÉA Fabrice¹

¹ Université de Lorraine, INRAE, URAFPA, 54000 Nancy, France. Julie.Viana@uqar.ca, fabrice.teletchea@univ-lorraine.fr

² Institut des sciences de la mer de Rimouski, Université du Québec à Rimouski, Rimouski, QC, Canada. Celine_Audet@uqar.ca

L'archipel français de Saint-Pierre et Miquelon est situé à l'est de l'Amérique du Nord, plus précisément à environ 25 km au sud-ouest de l'île de Terre-Neuve. Le patrimoine halieutique de cet archipel repose essentiellement sur l'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*), une espèce de salmonidé native de l'Amérique du Nord. Bien que de nombreuses données aient été acquises sur cette espèce au Canada et aux États-Unis, les travaux sur les populations de Saint-Pierre et Miquelon sont davantage parcellaires. Dans le cadre d'un nouveau projet visant à développer une activité aquacole et l'écotourisme centré sur l'omble sur l'archipel (projet OMBLESPM, <https://www.facebook.com/Omblespm>), une synthèse des travaux et des essais d'élevage de cette espèce a été menée. Des dizaines de documents ont pu être retrouvés et analysés et une vingtaine de personnes ont été interviewées. Les premiers travaux scientifiques remontent à la fin des années 1970 et avaient pour objectifs de mieux connaître la biologie et l'écologie de cette espèce. Parallèlement, les premiers essais d'élevage étaient menés à Miquelon puis à Saint-Pierre, généralement par des bénévoles, principalement dans un but de repeuplement ou pour développer la pêche sportive. Au cours des années 1980, deux associations de pêche ont été créées, puis en 2010, le Comité de Pêche et Protection des Milieux Aquatiques (CPPMA). En 2014, le CPPMA devient la Fédération Territoriale de Pêche de St-Pierre et Miquelon (FTSPM). En conclusion, grâce aux travaux de nombreux passionnés, le plus souvent bénévoles, encadrés ponctuellement par des chercheurs extérieurs, certaines connaissances (et compétences) ont été acquises sur la biologie, l'écologie et l'élevage de l'omble de fontaine sur l'archipel qui seront très précieuses pour développer plus avant des projets autour de cette espèce. Les perspectives sur les prochains travaux à conduire (e.g. analyse de la présence de parasites, des migrations et diversité génétique) pour approfondir les connaissances sur ces populations, qui pourraient présenter plusieurs spécificités en comparaison des autres populations de l'Amérique du Nord, seront exposées.

Mots-clés : Omble de fontaine, Saint-Pierre et Miquelon, OMBLESPM

Relations hôtes-parasites entre le merlan et deux Anisakidae parasites en mer du Nord

WERQUIN Sarah^{*1}, CRESSON Pierre¹, BOURGAU Odile², CURE Clémence¹, CORDIER Rémy¹, KERSAUDY Thibaut¹, SCHAAL Gauthier³, GAY Mélanie²

¹ Ifremer, Laboratoire Ressources Halieutiques, Boulogne sur Mer, France. Sarah.Werquin@ifremer.fr, Pierre.Cresson@ifremer.fr, Clemence.Couvreur@ifremer.fr, Remy.Cordier@ifremer.fr, Thibaut.Kersaudy@ifremer.fr

² ANSES, Laboratoire de Sécurité Sanitaire des Aliments Boulogne-sur-Mer, France. Odile.BOURGAU@anses.fr, Melanie.GAY@anses.fr

³ UMR 6539 LEMAR UBO/CNRS/IRD. Plouzané, France. Gauthier.Schaal@univ-brest.fr

Les parasites, malgré leur abondance dans les écosystèmes marins, restent peu étudiés en écologie. S'ils font l'objet la plupart du temps de travaux épidémiologiques visant à caractériser leur prévalence chez certains hôtes et les risques associés, la compréhension de leur rôle et des interactions qu'ils génèrent au sein de l'écosystème est souvent moins étudiée, alors qu'ils apparaissent aujourd'hui comme des éléments majeurs du fonctionnement des écosystèmes. Les nématodes de la famille des Anisakidae sont des parasites de poissons. Leur cycle biologique inclut trois hôtes successifs (crustacés zooplanctoniques, poissons et mammifères marins), avec des transferts trophiques entre chaque hôte. Au vu des risques sanitaires liés à la consommation humaine de poissons parasités, des données épidémiologiques sont nécessaires, notamment pour un poisson d'importance économique tel que le merlan. Pour autant, peu de données d'abondance ou de prévalence sont disponibles en Manche et en mer du Nord. Peu de données sont également disponibles concernant la nature des échanges établis entre les tissus du poisson (foie et muscle pour *Anisakis*, foie uniquement pour *Contracaecum*) et les parasites qu'il y héberge. Pour tracer les flux de matières entre espèces, les isotopes stables sont des outils puissants, mais



dont l'application aux relations entre hôte et parasite est moins développée que pour les relations entre proie et prédateur. Dès lors, cette étude a pour but de caractériser la distribution spatiale en Manche et en mer du Nord de ces deux genres de parasites dans le merlan. Elle vise également à mieux comprendre la nature des flux de matière entre le merlan et ses parasites. Dans ce but, 410 merlans ont été échantillonnés à 23 stations de la campagne halieutique IBTS 2021, réparties en cinq zones du sud de la mer du Nord. Des descripteurs parasitaires (abondance, intensité, prévalence) ont été calculés pour décrire chaque zone. Des échantillons de foie et de muscle de poissons et des parasites provenant des deux tissus ont été collectés pour réaliser des analyses isotopiques ($\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$). Les résultats obtenus montrent ainsi une prévalence importante (> 40%) dans toutes les zones, même si des différences spatiales sont observées, notamment à l'ouest de la mer du Nord ou un parasite au moins était retrouvé pour près de 70% des individus. Les intensités sont également importantes et variables entre zones et entre individus, ainsi comprises entre 0 et plus de 100 parasites par individu. La taille des poissons semble être un facteur important de variabilité de l'intensité parasitaire. Au point de vue trophique, *Anisakis* montre des signatures isotopiques comparables, quel que soit leur tissu d'origine, ce qui semble montrer l'utilisation ciblée d'une ressource de son hôte. La différence isotopique entre *Anisakis* et *Contracaecum* suggère de plus une différence dans la manière dont ces deux parasites utilisent les ressources de leur hôte, qui peut être mise en regard des préférences de ces deux espèces pour le tissu où on les retrouve. Les résultats confirment le besoin de caractériser l'épidémiologie d'*Anisakis* et de *Contracaecum* en Manche-mer du Nord, entre autres pour la mettre en relation avec des paramètres biotiques et environnementaux qui pourraient expliquer et prédire les distributions observées. Les données isotopiques montrent également la finesse et la complexité des échanges entre hôtes et parasites. Il est nécessaire de mieux comprendre ces flux, pour pouvoir ensuite les intégrer dans des visions plus générales des flux biologiques dans les écosystèmes, et pour mieux appréhender le rôle réel des parasites dans les écosystèmes.

Mots-clés : Parasites, Anisakidae, mer du Nord, distribution, isotopes stables



Liste des auteurs

Le nom des intervenants est en gras

A

Abdellaoui Halima Sadia 2

Acolas Marie-Laure 13, 59

Acou Anthony 70, 84

Adnet Sylvain 9

Adoum Mahamat 48

Agnèse Jean-François 2

Agustí Jordi 74

Alexopoulos Apostolos 8

Ali Mohammad 3, 50

Alioua Zakia 4, 16

Altner Melanie 4

Amara Rachid 34, 38, 39

Amiot Romain 62

Amira Soumia 4

Andreazza-Robin Melvin 5

Andrialovanirina Nicolas 6, 7

Annabi Trabelsi Neila 3, 50

Anneville Orlane 25

Arab Abdeslem 7, 19

Arab Ilham Yasmine 7, 19

Argyriou Thodoris 8

Arnaud-Godet Florent 9

Arsento Remy 79

Assemat Alexandre 9

Attia Joel 76

Attou Fouzia 19

Audebert Fabienne 36

Audet Céline 88

Averianov Alexander 59

Ayadi Habib 50, 58

Azizi Maram 17

B

Baaloudj Affef 9, 10

Bahri-Sfar Lilia 17, 39, 83

Bahri Sihem 18, 84

Bailly Nicolas 11

Bănaru Daniela 11, 47, 82, 86

Barani Aude 86

Barbaza Michel 71

Bardonnat Agnès 13

Bareille Gilles 45, 84

Barouillet Cécila 25

Barreau Thomas 28

Baudier Olivier 79

Bauer Elena 12

Baumann Loïc 13

Baurain Denis 69

Bayez Kani 9

Béarez Philippe 26, 71

Becheker Ali 14

Beckerman Andrew 3

Begat Arnaud 14

Beghin Mahaut 56

Beille Séverine 54

Beisel Jean-Nicolas 15

Bejean Mickaël 77

Belaid Sid Ali 16

Belhassen Dalya 17

Ben Hassine Oum Kalthoum 39, 83

Ben Rais Lasram Frida 34

Berland Sophie 51

Bernatchez Louis 17

Bieńkowska-Wasiluk Małgorzata 49

Blain Hugues-Alexandre 74

Blanchet Simon 18

Blanc Laurence 79

Blondel Lucie 77

Bohlen Joerg 54

Bonillo Céline 65

Booth Shawn 82

Borvon Aurélia 26

Bosc Stéphane 45

Boucault Julien 25

Bouderbala Khouloud 18

Boudinar A. Sofiane 2

Boukhers Meriem 19

Bourdonnais Erwan 20

Bourehail Nadjetta 21

Bourgau Odile 40, 89

Boussinet Elodie 21

Boutin Kévin 34

Bouyssonnie William 13

Brauge Thomas 20

Brehmer Patrice 70

Briand Cédric 42, 61

Briand Eve 88

Brisset Blandine 78

Brito Paulo M. 32

Bruggemann Fleur 27

Bruggemann Henrich 27

Brulé Thierry 22

Buisson Laëtitia 42, 61

Bureau Sophie 27

Busson Frédéric 65

Bustamante Paco 11

C

Cabau Cédric 54

Caillard Claire 75

Campeny Gerard 74

Capra Hervé 23

Carlotti François 47, 86

Carpentier Alexandre 27, 28, 84

Carrillo-Briceño Jorge Domingo 8

Casane Didier 24

Castinel Adrien 54

Causse Romain 24

Cavin Lionel 8

Cavoy Valentin 25

Cerwenka Alexander F. 57

Chakroun-Marzouk Nadia 64

Changeux Thomas 78

Chaoui Lamya 2, 14, 67

Chardard Dominique 36

Charmasson Sabine 82

Charpin Nicolas 64

Chartier Léa 40

Chat Joelle 71

Chen Chia-Ting 11

Cherel Yves 44

Chevallier Emmanuelle 25

Churlaud Carine 11

Clavel Benoît 26, 71

Colás-Marrufo Teresa 22

Colcanap Darina 20

Colchen Tatiana 27

Collin Antoine 46

Concastie Gwenaëlle 48

Cordier Rémy 89

Cornet Véronique 47

Cottin Nathalie 75

Couëdel Marion 27

Coulon Noémie 28

Couteau Jérôme 38, 39

Cresson Pierre 29, 40, 89



Cuny Gilles 62
Cupello Camila 32
Cure Clémence 29, 89

D

Dachary Morgane 71
Daujeard Camille 71
Davesne Donald 8, 29, 30
David Viviane 70
Debruyne Régis 71
De Gracia Carlos 31
De Mayrinck Diogo 32
Denamiel Margaux 29
Denis Françoise 10
Denis Jérémy 34, 38, 39
Denys Gaël P.J. 5, 25, 26, 35, 36, 65, 79
Dettaï Agnès 27, 35, 65, 79
Dhainaut Maël 25
Dhamelincourt Marius 37
Didry Morgane 86
Diop Mamadou 34, 38, 39
Djait Houda 39
Donnadieu Cécile 54
Droque Gilles 41
DufLOT Maureen 40
Dufour Aurélie 86
Dufour Elise 48
Du Kang 54
Duntze Martin 25
Duong Gwendoline 38, 39
Durand Erwan 41
Durand Jean-Dominique 42
Dussuel Antoine 7, 78

E

Elleboode Romain 7, 78
Ellien Céline 43
El Madouri Loubna 42
Ephrem Brice 71
Ernande Bruno 29
Escarpit Marion 36
Evano Hugues 78

F

Faget Daniel 78
Faure Johanna 44
Fermon Yves 44, 45
Fernandez-Arcaya Ulla 4
Feron Romain 54

Feunteun Eric 27, 28, 70, 84
Fischer Valentin 87
Fontaine Anthony 45
Frattini Baptiste 27
Frédérich Bruno 69, 87
Fromager Frédéric 80, 81
Fustemberg Gwennais 27

G

Gairin Emma 46
Garcia Géraldine 48
Garcia Théo 47
Gardin Axelle 48
Gasco Nicolas 44
Gay Mélanie 40, 89
Gelfo Javier N. 14
Gentil Claire 7, 78
Gérard Claudia 84
Gevaert François 38, 39
Gey Delphine 71
Ghomari Sidi Mohamed 16
Gillet Christian 25, 48
Gil Lisa 54
Giraldo Carolina 29
Girard Catherine 9
Goin Francisco J. 14
Gómez De Soler Bruno 74
González-González Marian 22
Gouiric Cavalli Soledad 14
Goulon Chloé 25, 48
Granica Mateusz 49
Grassi Baptiste 86
Grasso Florent 59
Griffet Josselin 48
Gruselle Marie-Christine 34
Guermazi Wassim 3, 50
Guigue Catherine 86
Guiguen Yann 54
Guijarro Beatriz 4
Guillard Jean 25, 48, 75
Guillaud Émilie 71
Guillaume Mireille 27
Guillemin Axel 73
Guillou Gaël 86
Guilloux Loïc 47, 86
Guyon Louis 36

H

Hache Alizée 6
Hadj Taieb Aymen 58
Hamed Oussama 64

Hamilton-Dyer Sheila 71
Harland Jennifer 71
Harmelin-Vivien Mireille 11
Hassler Auguste 9
Hattab Tarek 82
Hauteceur Mélyne 35, 36, 79
Haÿ Vincent 51
Heimbürger-Boavida Lars-Eric 86

Herbert-Mainero Andrea 52
Herpin Amaury 54
Hinguant Stéphan 71
Ho Hans 53
Horard-Herbin Marie-Pierre 71
Hummel Esmee 71
Hureau Jean-Claude 53
Hyacinthe Carole 76

I

Iglésias Samuel P. 54, 65
Imarazene Boudjema 54

J

Jarboui Othman 58
Jatteau Philippe 13
Jonsson Leif 71
Jouanno Elodie 54
Journot Laurent 54
Julien Maéva 40

K

Kara Mohamed Hichem 7, 14, 19, 67
Kazour Maria 34, 38
Keck François 48
Keith Philippe 24, 35, 51, 64, 66
Kerfouf Ahmed 9, 10
Kersaudy Thibaut 89
Kestemont Patrick 56
Kevrekidis Charalampos 57
Khalifa Faten 58
Khames Ghollame Ellah Yacine 4
Kogan Ilja 59
Kopp Dorothee 29
Kovalchuk Oleksandr 72
Kriwet Jürgen 14, 31
Kuchly Claire 54

L

Labedan Mathilde 45



Labrune Céline 82
 Lacoste Jordan 45
 Laffaille Pascal 42, 61
 Lamoureux Jézabel 27
Lamour Marie 59
 Laouar Houcine 39
 Laroche Jean 38, 39
 Le Barh Romaric 13, 59
 Lebreton Benoit 86
 Le Bris Cédric 20
 Lecchini David 46
 Le Coarer Yann 13
 Lefebvre Sébastien 29
 Lefèbvre Stéphane 79
Legendre Laurent 60
 Le Goff Loïc 70
Legrand Marion 42, 61
 Le Loc'h François 34
 Le Pichon Céline 59
 L'Hostis Aurélia 5
 Liabot Anne-Lise 3
 Lizé Anne 28, 84
 Loot Géraldine 18
 Lopez-Roques Céline 54
Lorance Pascal 62
 Lord Clara 24, 51
Luccisano Vincent 62

M

Mackenzie Kirsteen 64
 Madelaine Stéphane 71
Mahe Kélig 6, 7, 64, 78
 Makowiecki Daniel 71
 Manicki Aurélie 71
 Marchal Paul 29
 Marlot Romain 25
Marrast Anaïs 63
 Martin Jeremy E. 9
 Martin Thomas 14
 Massutí Enric 4
 Mattiucci Simonetta 40
 Mazel Virgile 66
 Medjoubi Kadda 51
Mekni Sabrina 64
Mennesson Marion I. 24, 51, 64, 65, 66
 Mercier Olivier 73
 Merg Marie-Line 59
Meunier François J. 30, 32, 67
Meziane Khadidja 67
 Michaud Anne 77

Midelet Graziella 20, 40
 Mierral Antoine 25
Mignien Lucas 68
 Missoui Nejiba 39
Mittelheiser Laurent 69
 Mollen Frederik 9
 Montero-Muñoz Jorge Luis 22
 Morat Fabien 45
 Morel Séverin 67
 Moreno Ribas Elena 74
Mouget Anne 70
 Mueller Thomas D. 54

N

Naffrechoux Emmanuel 75
 Nikolic Natacha 71

O

Olivier Gaël 73, 80, 81
 Ordines Francesc 4
Otero Olga 32, 48, 72
 Ouddane Baghdad 38, 39

P

Paig-Tran E.W. Misty 30
 Pan Qiaowei 54
 Parmentier Éric 87
 Parrinello Hugues 54
 Parussatti Sandro 80, 81
Pauly Daniel 73, 85
 Pella Hervé 23
 Peraud Manon 47
 Pere Stéphane 60
 Perez Julie 54
 Peron Clara 44
 Perrin Thomas 71
 Perrot Yannick 70
 Persat Henri 26, 35
 Philip Joris 13
 Pierre Maud 13
 Poinas Jean-Michel 73
 Poisson Caillault Emilie 6, 7
 Polese Fabien 13
 Postlethwait John H. 54
 Pouillon Jean-Marc 62
Poulet Nicolas 18, 26, 73, 79, 81
 Pradel Alan 62
 Pressiat Franck 23
Přikryl Tomáš 74

Primault Jérôme 71
 Prince Cécile 27
 Prunier Jérôme G. 18

Q

Quilichini Yann 84
 Quinlan Liz 71

R

Rabhi Khalef 34
 Radakovitch Olivier 82
 Rangel Luis F. 18
Réalís-Doyelle Emilie 75
 Rech Guillaume 36
Reichenbacher Bettina 4, 12, 52, 57, 75
 Rekik Amira 50
 Renard Vincent 36
Rétaux Sylvie 54, 60, 76
 Reynaud Stéphane 75
Richard Alexandre 77
Richard Thomas 78
 Ríncon-Sandoval Luis Alberto 22
 Rochard Eric 59
 Roos David 7, 78
 Rose Morgane 79
Roset Nicolas 80, 81
 Rouquette Manuel 29
 Royer Lucas 36
 Rungassamy Tévamie 78

S

Sadot Michael 80, 81
 Salaun Clarice 36
Salzburger Walter 82
 Sancelme Tonin 78
 Santos Maria J. 18
 Santoul Frédéric 26
 Schaal Gauthier 89
 Scharl Manfred 54
 Schmölcke Ulrich 71
 Schultz Julia A. 14
 Schutz Elisa 76
 Sember Alexandr 54
 Serranito Bruno 27
 Serval Auriane 27
Seyer Thomas 82
 Sfar Sihem 83
 Shili Amani 17
 Simanovsky Sergey 54



Simpson Martin 12
Snene Housseem Eddine 84
Somogyi Andrea 51
Souissi Ahmed 17
Sternberg Myriam 71
Stoll Stefan 21, 68

T

Tabouret Hélène 45, 84
Taconet Julien 78
Tavernier Eric 38, 39
Tedetti Marc 86
Teichert Nils 28, 84
Teletchea Fabrice 36, 41, 85, 88
Telliez Solène 7, 78
Tentelier Cédric 37, 77
Tes an Onrubia Javier A. 86
Thiriet Pierre 70
Thyssen Melilotus 86
Timmerman Charles-André 29
Tomanova Sylvie 73
Torres-Paz Jorge 54
Trancart Thomas 27, 28, 84
Travers-Trolet Morgane 29
Trejo-Martínez Jorge 22
Tribot Anne-Sophie 78

V

Van Damme Arthur 87
Van der Jagt Inge 71
Vasilyan Davit 52
Vaz Sandrine 82
Vega Joanna 13
Veyrunes Frédéric 54
Veyssiere Charlotte 18
Viana Julie 88
Vignes-Lebbe R egine 5
Vignon Matthias 45
Villanueva Maria Ching 29

W

Watt Penelope 3
Werquin Sarah 89

Z

Zerouali-Khodja Fatiha 4