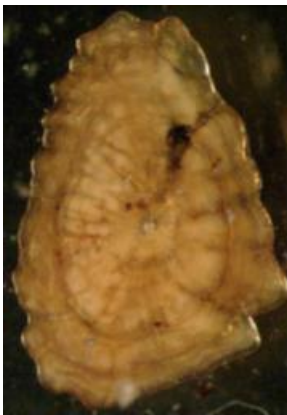


**Colloque National de Sclérochronologie**  
**« Structures dures et/ou calcifiées chez les**  
**organismes aquatiques :**  
**Leur utilisation en écologie halieutique »**



2 au 4 Juillet 2013  
Rennes - Agrocampus Ouest  
Amphithéâtre Matagrín

65 rue de St Briec 35042 Rennes cedex

### **Comité d'organisation**

Elodie Réveillac - Agrocampus-Ouest UMR 0985 *Ecologie et Santé des Ecosystèmes*,  
Rennes

Jean-Luc Baglinière - INRA UMR 0985 *Ecologie et Santé des Ecosystèmes*, Rennes

Frédéric Marchand - INRA U3E 1036 *Ecologie et Ecotoxicologie Aquatique*, Rennes

Kélig Mahé - IFREMER, *Laboratoire Ressources Halieutiques, Pôle de Sclérochronologie*,  
Boulogne-sur-Mer

---

### **Comité scientifique**

Jean-Luc Baglinière - INRA Rennes

Abdesslam Benzinou - ENIB Brest

Françoise Daverat - IRSTEA Bordeaux

Mireille Harmelin-Vivien - IMO Marseille

Raymonde Lecomte-Finiger - Université de Perpignan

Kélig Mahé - IFREMER Boulogne-sur-mer

Fançois Meunier - MNHN Paris

Jacques Panfili - IRD Montpellier

Elodie Réveillac – Agrocampus Ouest Rennes

Richard Sabatié – Agrocampus Ouest Rennes

---

## Partenaires et Financeurs

L'organisation de ce colloque a bénéficié du soutien logistique et financier de

Agrocampus Ouest



Inra



Ifremer



Gis Grisam



Osur



Rennes Métropole



# Programme

---

**Mardi 02 Juillet 2013 matin**

**08h45 – 09h00** Séance d'ouverture : Jean-Luc Baglinière

## **THEME 1 « Formation et structure des différentes pièces calcifiées »**

**Présidents de session** : Mireille Harmelin-Vivien et Jean-Luc Baglinière

**9h00 – 9h30** Meunier François

Typologie, Formation et structure, Rythme de croissance des écailles des Téléostéens

**9h30 – 10h00** Lecomte-Finiger Raymonde

Les otolithes : la boîte noire des poissons ????

**10h00 – 10h30** Béarez Philippe

Formation et structure des différentes pièces calcifiées : le cas des vertèbres

---

**10h30 – 11h00 Pause café**

---

**11h00 – 11h30** Lartaud Franck

Rôle de la dynamique environnementale sur la mise en place des structures calcifiées des organismes aquatiques : quelle réponse des invertébrés marins

**11h30 – 12h00** Discussion

## **THEME 2 « Du prélèvement au stockage des pièces calcifiées »**

**Présidents de session** : Abdesslam Benzinou et Jacques Panfili

**12h00 – 12h15** Mahé Kélig

Du prélèvement au stockage des pièces calcifiées des poissons marins

**12h15 – 12h30** Marchand Frédéric, Azam Didier et Baglinière Jean-Luc

Du prélèvement au stockage des écailles

**12h30 – 12h40** Discussion

**Mardi 02 juillet 2013 après-midi**

**THEME 3 « Estimation de l'âge et de la croissance »**

**Présidents de session :** *Françoise Daverat et Elodie Réveillac*

**14h00 – 14h20** Jaafour Sakina, Yahyaoui Ahmed, Rabhi Khalef, Sadak Abderrahim et Amara Rachid

Rétrocalcul des dates de naissance et croissance des juvéniles d'*Hyporhamphus picarti* (*Actinopterygii*, *Hemirhamphidae*) signalés pour la première fois dans la lagune de Nador, Maroc

**14h20 – 14h40** Mille Tiphaine, Ernande Bruno et Mahé Kélig

Symétrie de la forme des otolithes droit et gauche chez plusieurs espèces en Manche Orientale et mer du Nord

**14h40 – 15h00** Benzinou Abdesslam et Nasredine Kamal

Décryptage des otolithes par traitement et analyse d'images numériques

**15h00 – 15h20** Mahé Kélig, Dufour Jean-Louis, Elleboode Romain, Félix Jérôme, Sévin Karine, Bellamy Elise et Coppin Franck

Validation de la périodicité annuelle de formation des stries de croissance sur les otolithes de plusieurs espèces de poissons plats et de gadidés en Atlantique Nord-Est, Manche et mer du Nord

**15h20 – 15h40** Pecquerie Laure, Fablet Ronan et de Pontual Hélène

Impacts de l'interaction métabolisme-température sur la formation d'un otolithe

---

15h40 – 16h00 Pause café

---

**16h00 – 16h20** de Rafélis Marc, Lartaud Franck et Mouchi Vincent

Sclérochronogéochimie haute résolution chez les coquilles d'ostreïdés : du signal saisonnier au signal tidal semi-diurne

**16h20 – 16h40** Guillaud Emilie

La scalimétrie appliquée à l'archéo-ichtyologie

**16h40 – 17h00** Torres Elqueta Jimena, Dufour Jean-Louis, Mahé Kélig et Béarez Philippe

Sclérochronologie appliquée à l'archéologie : Etude de la saisonnalité de pêche des hommes préhistoriques des archipels de Patagonie, Amérique du Sud

**17h00 – 17h20** Oppliger Julien, Studer Jacqueline et Besse Marie

Archéologie et sclérochronologie. Les apports d'une population actuelle de perches *Perca fluviatilis* L., 1758 du lac de Neuchâtel à une étude de la saisonnalité

**17h20 – 17h40** Robin Jean-Paul

Age, croissance et écologie des Céphalopodes : ce qu'apporte l'étude des statolithes, les difficultés rencontrées et les perspectives d'utilisations nouvelles

**17h40 – 18h00** Discussion

---

### Mercredi 03 juillet 2013 matin

#### **THEME 4 « Reconnaissance et classification inter- et/ou intraspécifique »**

**Présidents de session** : Richard Sabatié et Frank Lartaud

**9h00 – 9h20** Vignon Mathias

Démêler et quantifier les sources de variation des otolithes à multiples échelles

**9h20 – 9h40** Nasreddine Kamal et BenzinouAbdesslam

Discrimination automatique d'espèce et du stock de poisson par analyse de la forme externe

**9h40 – 10h00** Caill-Milly Nathalie, Bru Noëlle, d'Amico Frank, Plus Martin, Bruel Roger et Mahé Kélig

Prise en compte de patrons morphométriques de la palourde japonaise (*Venerupis philippinarum*) et de leurs liens avec l'environnement pour le choix de zones de réserve de pêche

---

**10h00 – 10h30 Pause café**

---

## **THEME 5 « Caractérisation du cycle biologique et des conditions de milieu des individus »**

**Présidents de session** : *Raymonde Lecomte-Finiger et François Meunier*

**10h30 – 10h50** Lasne Emilien, Anneville Orlane, Cachera Sylvain, Caudron Arnaud, Champigneulle Alexis, Dubois Jean-Paul, Gillet Christian, Guillard Jean, Hamelet Valérie, Perga Marie-Elodie

La sclérochronologie au service de la limnologie

**10h50 – 11h10** Abdou Ahmed, Tabouret Hélène, Keith Philippe et Galzin René

Les opercules : quel potentiel comme archives des traits d'histoire de vie des gastéropodes diadromes ?

**11h10 – 11h30** Dufour Elise

Analyse des teneurs en isotopes stables des otolithes : méthodes, apports à la biologie et à l'écologie des poissons

**11h30 – 11h50** Morat Fabien, Blamart Dominique, Lecomte-Finiger Raymonde, Planes Serge et Galzin René

Composition isotopique (oxygène et carbone) des otolithes des populations de poissons récifaux de l'atoll de Taiaro (Tuamotu, Polynésie française)

**11h50 – 12h10** Pécheyran Christophe, Tabouret Hélène, Martin Jean, Claverie Fanny, Donard Ariane, Daverat Françoise, Keith Philippe, Pouilly Marc, Morat Fabien, Letourneur Yves, Roussel Jean-Marc, Perrier Charles, Réveillac Elodie, Sola Elise, Aymes Jean-Christophe, Gaudin Philippe et Bareille Gilles

L'ablation laser femtoseconde avec mise en forme virtuelle du faisceau : Comment répondre aux contraintes de la microchimie des biominéraux.

**12h10 – 12h30** Discussion

---

**12h30 – 14h00 Buffet**

---

**Présidents de session** : *Kélig Mahé et Frédéric Marchand*

**14h00 – 14h20** Durieux Eric, Bareille Gilles, Bégout Marie-Laure, Di Nisi Ludovic, Biais Gérard, Arnaud Christophe, Boiron-Leroy Anne et Christophe Pécheyran

Evaluation de l'histoire de vie et de l'origine de soles adultes (*Solea solea*) du Golfe de Gascogne par microchimie des otolithes

**14h20 – 14h40** Feunteun Eric, Acou Anthony, Boulenger Clarisse, Carpentier Alexandre, Lasne Emilien, Laugier Flora, Réveillac Elodie, Robinet Tony, Sola Elise et Virag Laure

Retracer l'histoire de vie et la connectivité entre habitats des poissons migrateurs thalassotoques par l'étude des otolithes : avancées techniques, limites et perspectives

**14h40 – 15h00** Duponchelle Fabrice, Pouilly Marc, Donard Ariane, Pécheyran Christophe, Bérail Sylvain, Point David, Sondag Francis, Santos Roberto, Garcia Aurea, Carvajal Fernando, Fabré Nidia, Alonso Juan Carlos et Renno Jean-François

Utilisation du  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  comme marqueur des migrations des grands Siluriformes de l'Amazonie. Exemple de *Brachyplatystoma rousseauxii*

**15h00 – 15h20** Aymes Jean-Christophe, Vignon Mathias, Bareille Gilles, Pécheyran Christophe, Bétouille Stéphane, Gaudin Philippe et Beall Eddy

Apports des ratios isotopiques du Strontium ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) lorsque les ratios élémentaires Sr:Ca sont inefficaces pour révéler les traits d'histoire de vie de la truite commune des îles Kerguelen

**15h20 – 15h40** Ferraton Franck, Sirot Charlotte, Guillaumon François, Tournois Jennifer, Childs Amber et Darnaude Audrey

Analyses de rasters LA-ICPMS : optimisation des protocoles et automatisation du prétraitement des données pour une reconstitution des migrations des poissons à partir de la microchimie des otolithes

**15h40 – 16h00** Sirot Charlotte, GrønkJaer Peter, Brøgger Pedersen Jens, Panfili Jacques et Darnaude Audrey

Précision des signatures isotopiques en carbone ( $\delta^{13}\text{C}$ ) et en azote ( $\delta^{15}\text{N}$ ) des protéines de l'otolithe comme marqueurs des niveaux trophiques actuels et passés

**16h00 – 16h20** Cook Phil, Dufour Elise, Languille Marie-Angélique, Mocuta Christian, Tombret Olivier et Bertrand Loïc

Analyse microchimique d'otolithes modernes et archéologiques par micro-spectrométrie de fluorescence des rayons X au synchrotron : contributions et contraintes

---

**16h20 – 16h50 Pause café**

---

**16h50 – 17h20** Discussion

**17h20 – 18h00** Désignation des animateurs de tables rondes

---



## **Jeudi 04 juillet 2013**

**08h30 - 10h30** Session poster

---

**10h30 – 11h00 Pause café**

---

**11h00 - 12h30** Tables rondes thématiques

Table 1 (x2) : Du prélèvement au stockage des pièces calcifiées

Table 2 (x2) : Estimation de l'âge et de la croissance

---

**12h30 – 14h00 Buffet**

---

**14h00 – 15h30** Tables rondes thématiques (suite)

Table 3 (x2) : Reconnaissance et caractérisation spécifique

Table 4 (x2) : Caractérisation du cycle biologique et des conditions de milieu des individus

**15h30 – 16h30** Restitution des tables rondes

**16h30 – 16h45** Clôture du colloque

# Résumés

(Par ordre alphabétique du nom du premier auteur)

# Les opercules : quel potentiel comme archives des traits d'histoire de vie des gastéropodes diadromes ?

Abdou Ahmed<sup>1,2</sup>, Tabouret Hélène<sup>1</sup>, Keith Philippe<sup>1</sup> et Galzin René<sup>2</sup>

1 : *Biologie des Organismes Ecosystèmes, UMR BOREA Aquatiques* Département des milieux et peuplements aquatiques, Muséum national d'Histoire naturelle, 7208 CP 26, 43 rue Cuvier, 75231 Paris cedex 05, France

2 : *USR 3278 CNRS – EPHE Centre de Recherche Insulaire et Observatoire de l'Environnement (CRIOBE) BP 1013 - 98 729, Papetoai, Moorea, Polynésie française*

**Type de communication :** Présentation orale

**Session :** Thème 5 « Caractérisation du cycle biologique et des conditions de milieu des individus »

Dans les systèmes insulaires tropicaux, les milieux aquatiques sont colonisés par des organismes aquatiques (poissons, crustacés et mollusques) présentant en majorité un cycle de vie amphidrome. Ces organismes passent l'essentiel de leur vie (croissance, reproduction) en eau douce. Après éclosion, les larves migrent vers la mer où elles séjournent pendant une durée variable en fonction des espèces, avant de se regrouper dans les embouchures des rivières, se métamorphoser et coloniser les habitats dulçaquicoles. Certaines structures calcifiées présentes chez ces organismes, comme les otolithes des téléostéens, emmagasinent des informations relatives à leur mode de vie et à leur environnement et peuvent permettre de reconstruire l'histoire d'un individu. Chez certains gastéropodes, l'opercule est une structure calcifiée qui permet de fermer l'ouverture de la coquille quand l'animal s'y retire. Elle est présente à tous les stades de développement (embryon, larve, imago) et grandit avec l'animal sous la forme d'une succession de dépôts calcifiés. Il est donc potentiellement possible de reconstruire l'histoire de vie des individus à partir de l'étude de cette structure. Notre étude vise à la caractérisation du cycle de vie des gastéropodes dulçaquicoles des îles Indo-Pacifique appartenant à la famille des *Neritidae* grâce à l'analyse de la microstructure et de la composition élémentaire de l'opercule. En effet, la composition en strontium:calcium (Sr:Ca) de l'opercule de trois espèces de *Neritidae* a été analysée pour la première fois par le couplage ablation laser femtoseconde – spectrométrie de masse à plasma induit (LA-ICPMS) afin de mettre en évidence l'amphidromie chez ces espèces et valider l'utilisation des opercules comme archives des traits d'histoire de vie de ces organismes.

**Mots-clés :** amphidromie, *Neritidae*, opercule, strontium:calcium, gastéropodes dulçaquicoles

# Comment, à partir d'un seul otolithe, âger une anguille sans exclure d'autres analyses ?

Acou Anthony<sup>1</sup>, Virag Laure<sup>1</sup>, Reveillac Elodie<sup>2</sup>, Boulenger Clarisse<sup>1</sup> et Feunteun Eric<sup>1</sup>

1 : MNHN – Service des stations marines, UMR 7208 BOREA MNHN, CNRS, UMPC, IRD, 38 rue du Port Blanc 35800 Dinard, France

2 : Agrocampus Ouest, UMR 0985 ESE, 65 rue de Saint Brieuc 35000 Rennes, France

**Type de communication :** Poster

**Session :** Thème 3 « Estimation de l'âge et de la croissance »

Les techniques utilisant les otolithes sont généralement exclusives (le traitement utilisé pour l'estimation de l'âge empêche une analyse microchimique ultérieure), et il est difficile de réserver un des deux otolithes pour l'archivage (otolithothèque) ou pour des analyses futures pleines de promesse. L'échantillonnage d'anguilles européennes réalisé dans le cadre du programme EELIAD est le plus complet jamais réalisé à ce jour pour cette espèce. 547 anguilles argentées ont en effet été capturées à travers l'Europe (13 bassins versants, 7 pays) pour déterminer leur trait de vie, incluant leur âge. Dans ce contexte, nous avons développé une approche non invasive (pas d'attaque chimique ni coloration) qui permet sur le même otolithe l'estimation de l'âge et des analyses microchimiques ultérieures (ICPMS). Pour cela, 200 otolithes ont été âgés après avoir été inclus longitudinalement et poncés sur le plan frontal jusqu'à apparition du nucleus. Cette méthode a été testée en (i) comparant les taux de croissance annuels estimés par otolithométrie et capture/recapture (PIT-tag) de 30 anguilles argentées, (ii) estimant les âges d'anguilles d'âge connu en France (Rhin, N = 20) et en Suède (N = 8), (iii) comparant les estimations avec une technique plus classique ('burning and cracking', Ireland, N = 21). De plus, pour estimer la précision et la reproductibilité de la méthode, les âges déterminés par 4 différents lecteurs ont été comparés. Même si cette méthode est relativement chronophage, les résultats suggèrent qu'elle présente de nombreux avantages (standardisation, précision de la détermination de l'âge pour les jeunes comme les plus vieux individus, conservation des otolithes pour analyse ultérieure, etc.) utiles notamment dans le cadre d'échantillonnage à l'échelle de l'aire de distribution des espèces.

**Mots-clés :** otolithes, anguilles, méthode non invasive d'ageage, otolithothèque

# Apports des ratios isotopiques du Strontium ( $^{87}\text{Sr}$ : $^{86}\text{Sr}$ ) lorsque les ratios élémentaires Sr:Ca sont inefficaces pour révéler les traits d'histoire de vie de la truite commune des îles Kerguelen

Aymes Jean-Christophe<sup>1</sup>, Vignon Mathias<sup>2</sup>, Bareille Gilles<sup>3</sup>, Pécheyran Christophe<sup>3</sup>, Bétouille Stéphane<sup>4</sup>, Gaudin Philippe<sup>1</sup> et Beall Eddy<sup>1</sup>

1 : UMR ECOBIOP INRA-UPPA "Ecologie Comportementale et Biologie des Populations de Poissons" Pôle d'Hydrobiologie de Saint Pée sur Nivelle, INRA 64310 Saint Pée sur Nivelle, France

2 : UMR ECOBIOP INRA-UPPA "Ecologie Comportementale et Biologie des Populations de Poissons" UPPA, UFR Sciences & Techniques de la Côte Basque 1 Allée du parc Montaury, 64600 Anglet, France

3 : Laboratoire de Chimie Analytique Bio-Inorganique et Environnement, UMR 5254 CNRS-UPPA, IPREM, Pau, France

4 : Unité de Recherche Vignes et Vins de Champagne - EA 2069 - Laboratoire d'Eco-Toxicologie UFR Sciences Exactes et Naturelles Campus du Moulin de la Housse BP 103951687 Reims, France

**Type de communication :** Présentation orale

**Session :** Thème 5 « Caractérisation du cycle biologique et des conditions de milieu des individus »

La truite brune *Salmo trutta L.* colonise les rivières de l'archipel des Kerguelen depuis son introduction à la fin des années 1950. Aujourd'hui la plupart des cours d'eau de la péninsule Courbet sont colonisés et le processus s'étend vers l'ouest de l'archipel. Un élément clé pour la compréhension de l'invasion par la truite est d'estimer la contribution de la phase marine au processus. La chimie de l'otolithe (les ratios Sr:Ca et  $^{87}\text{Sr}$ : $^{86}\text{Sr}$ , méthode LA-ICPMS et MC-ICPMS) apparaît comme un outil efficace pour révéler les traits de vie au niveau individuel, particulièrement les traits liés aux habitats marins : origine maternelle, âge de migration, temps de résidence et hivernage en eau douce. Cependant, à ce jour aucune étude microchimique de l'otolithe n'a été menée sur la truite des Kerguelen ; il est donc impératif de valider et de calibrer la méthode avant une utilisation en routine. Tout d'abord, les ratios Sr:Ca des habitats potentiels de la truite brune ont été caractérisés (eau douce SW et eau de mer FW), puis la réponse microchimique de l'otolithe à trois environnements contrastés d'eau douce a été contrôlée. Ensuite la distribution des ratios Sr:Ca de l'otolithe a été estimée pour les habitats d'eau douce et d'eau de mer en utilisant des poissons représentatifs de chaque habitat. Enfin, des arbres de régression (MRT) et les données issues des transects LA-ICPMS ont été utilisés pour tester la probabilité que les individus aient résidé dans l'un ou l'autre des habitats à chaque moment de leur vie. Cette méthode donne de bons résultats mais elle apparaît inefficace pour caractériser les histoires de vie dans certains cas, particulièrement lorsque les milieux d'eau douce présentent des ratios Sr:Ca élevés. Dans cette situation les ratios Sr:Ca otolithiques ne présentent pas de contraste entre la phase d'eau douce et d'eau de mer. Comme alternative la méthode MC-ICPMS a été utilisée pour déterminer les ratios  $^{87}\text{Sr}$ : $^{86}\text{Sr}$  des otolithes qui présentaient des transects Sr:Ca muets. Un contraste fort est apparu entre les phases de résidence en eau douce et en eau de mer alors que les ratios Sr:Ca ne montraient pas de différenciation. La conclusion est que les deux méthodes microchimiques peuvent apporter des informations sur les traits de vie de la truite des Kerguelen avec la nuance que les ratios Sr:Ca otolithiques sont un marqueur fiable de la migration marine dans les cas où les habitats d'eau douce ont des ratios Sr:Ca peu élevés. Par contre, les ratios  $^{87}\text{Sr}$ : $^{86}\text{Sr}$  de l'otolithe apparaissent plus appropriés lorsque les habitats d'eau douce présentent des valeurs élevées du ratio Sr:Ca.

**Mots-clés :** Otolithe, truite commune, microchimie, ratio Sr:Ca, ratio  $^{87}\text{Sr}$ : $^{86}\text{Sr}$ , migration, Kerguelen

# Formation des anneaux hivernaux et validation de l'otolithe comme outil d'estimation de l'âge individuel chez les populations de truite commune des îles Kerguelen

Aymes Jean-Christophe, Vignon Matthias, Gaudin Philippe et Beall Eddy

UMR ECOBIOP INRA-UPPA "Ecologie Comportementale et Biologie des Populations de Poissons"  
(1) Pôle d'Hydrobiologie de Saint Pée sur Nivelle, INRA 64310 Saint Pée sur Nivelle, France et (2)  
UPPA, UFR Sciences & Techniques de la Côte Basque 1 Allée du parc Montaury, 64600 Anglet,  
France

**Type de communication :** Poster

**Session :** Thème 3 « Estimation de l'âge et de la croissance »

Le comptage des annuli est couramment utilisé pour estimer l'âge des salmonidés dans leur aire de répartition d'origine (hémisphère nord). Cependant, la validation de la méthode chez la truite commune *Salmo trutta* L. n'a pas été publiée, encore moins dans l'aire de distribution de l'hémisphère sud où l'espèce est souvent invasive et où les habitats présentent des paramètres environnementaux différents de l'aire de distribution originelle. Pour la présente étude de capture-marquage-recapture une balnéation dans un bain d'Alizarine Red S (ARS) a été utilisée pour marquer les otolithes de 220 individus d'une population de truite des Kerguelen. Après 3 années de contrôle, 53 otolithes appartenant à des poissons recapturés ont pu être examinés. Tout d'abord, une zone de l'otolithe où la probabilité d'obtenir des mesures fiables est la plus élevée et la moins variable a été déterminée grâce à un indice intégrateur calculé sur 37 rayons (0° to 180°) de la partie dorsale de la sagitta. La formation d'annuli hivernaux a été validée grâce au comptage des anneaux visibles au-delà de l'anneau d'ARS dans cette zone optimale. La distance moyenne entre les primordia et chaque annulus ainsi que l'anneau d'ARS pour chaque événement de recapture et chaque classe d'âge a été estimée. Un intervalle de variation pour la position des anneaux et de la marque d'ARS a été estimé dans la zone optimale. Les résultats fournissent des informations utiles pour de futures études d'ageage, particulièrement lorsque les annuli ne sont pas identifiables avec certitude. Enfin, la relation entre la croissance somatique et otolithique a été déterminée et apparaît proche de la linéarité jusqu'à 5 ans. La conclusion principale de l'étude est que l'anneau annuel se forme chaque hiver, au moins jusqu'à 5 ans et pour les poissons d'eau douce. Les résultats d'estimation d'âge à partir des otolithes sont cohérents et complémentaires avec les résultats issus de la scalimétrie. De plus, dans de nombreux cas il est notable que les estimations d'âge à partir d'otolithes sont plus claires que les estimations à partir d'écailles. Les annuli d'otolithe peuvent être utilisés pour déterminer précisément l'âge des individus dans les populations invasives de la truite de Kerguelen.

**Mots-clés :** Otolithe, âge, anneau saisonnier, *Salmo trutta*, Kerguelen, Alizarine Red S

# Formation et structure des différentes pièces calcifiées : le cas des vertèbres

Béarez Philippe

*UMR 7209 CNRS/MNHN, « Archéozoologie, Archéobotanique : Sociétés, Pratiques et Environnement », Département Ecologie et Gestion de la Biodiversité, Muséum national d'histoire naturelle, CP 56, 55 rue Buffon, 75005 Paris, France*

**Type de communication :** Présentation orale

**Session :** Thème 1 « Formation et structure des différentes pièces calcifiées »

Tout comme de nombreuses autres structures osseuses des poissons, les vertèbres enregistrent le rythme de croissance des individus. Elles ont l'avantage d'être présentes en multiples exemplaires et aussi de faire partie des pièces parmi les mieux minéralisées. Les vertèbres se sont notamment révélées particulièrement utiles dans les cas d'estimation de l'âge des poissons cartilagineux: raies et requins. Cependant, elles offrent aussi un potentiel important chez les téléostéens à petits otolithes ou écailles difficilement interprétables, comme les grands pélagiques (thons, marlins, ...), ou bien dans le cas des restes fossiles en raison de leur bonne conservation générale. Leur observation en vue de l'analyse des stries de croissance nécessite cependant en général une préparation préalable (coupe longitudinale et/ou coloration) ou tout au moins une inclinaison du cône vertébral permettant une interprétation de toute la surface dans un même plan. Nous discuterons des avantages et inconvénients de l'utilisation des vertèbres ainsi que des diverses techniques de préparation utilisées.

**Mots-clés :** vertèbres, élasmobranches, téléostéens, croissance, préparation

# Décryptage des otolithes par traitement et analyse d'images numériques

Benzinou Abdesslam et Nasredine Kamal

*Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Information, de la Communication et de la Connaissance, UMR CNRS 6285 Lab-STICC, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Brest (ENIB), 29238 Brest cedex, France*

**Type de communication :** Présentation orale

**Session :** Thème 4 « Reconnaissance et classification inter- et/ou intraspécifique »

En tant qu'enregistreurs permanents, les otolithes sont largement utilisés comme archives biologiques marines. Ils permettent en ce sens de retracer les traits de vie individuels des poissons (âge, croissance, reproduction, migration...) et les conditions environnementales rencontrées (température du milieu, salinité...). Leur biominéralisation reste cependant un phénomène biologique imparfaitement connu. L'outil otolithe n'est donc pas toujours bien calibré et son potentiel d'archive reste largement inexploité. A ce titre, les techniques de vision par ordinateur sont appelées à jouer de plus en plus un rôle majeur dans le décryptage et la calibration robuste des signaux archivés dans les otolithes. De plus, l'analyse automatique d'images d'otolithes conduirait à accroître la fiabilité des indicateurs (gain en objectivité, standardisation des mesures) et à permettre des analyses quantitatives sur de grands échantillons (analyse morphométrique, analyse conjointe de signatures structurales et chimiques). Au travers de cette présentation, nous essaierons de montrer ce que peut apporter l'utilisation de techniques de traitement et d'analyse d'images au profit de l'analyse des otolithes, en particulier :

(1) L'extraction des structures géométriques (centre de croissance, marques de croissance périodiques, axes de croissance) et son application à l'estimation de l'âge et de la croissance.

(2) La reconstruction de la morphogenèse avec l'intérêt qu'elle présente pour la compréhension de la formation de l'otolithe dépendamment des paramètres physiologiques et environnementaux.

(3) La mise en correspondance des signaux morphologiques et chimiques mesurés sur les otolithes, laissant envisager la validation des marqueurs biologiques et des proxies environnementaux.

(4) La caractérisation de la forme externe de l'otolithe à des fins de classification, en particulier dans des applications d'identification de l'espèce et/ou du stock de poisson.

(5) La représentation parcimonieuse des signaux morphologiques qui pourra bénéficier à l'estimation paramétrique de la croissance individuelle comme à la déconvolution des facteurs physiologiques et environnementaux potentiellement impliqués.

Notre démarche privilégie de manière générale le souhait de préserver les critères de l'expertise humaine. L'analyse de la démarche des lecteurs experts constitue bien souvent notre fil conducteur. Nous accordons une place importante à l'expérimentation et à la validation des approches proposées.

**Mots-clés :** Otolithe, décryptage automatique, analyse d'images



# Prise en compte de patrons morphométriques de la palourde japonaise (*Venerupis philippinarum*) et de leurs liens avec l'environnement pour le choix de zones de réserve de pêche

Caill-Milly Nathalie<sup>1</sup>, Bru Noëlle<sup>2</sup>, D'Amico Frank<sup>3</sup>, Plus Martin<sup>4</sup>, Bruel Roger<sup>1</sup> et Mahé Kélig<sup>5</sup>

1 : Laboratoire Ressources Halieutiques Aquitaine, IFREMER, FED 4155 MIRA, 1 allée du Parc Montauray, 64600 Anglet, France

2 : Laboratoire de Mathématiques et de leurs Applications de Pau, UMR CNRS 5142, FED 4155 MIRA, UNIV PAU & PAYS ADOUR, 64000 Pau, France

3 : UMR ECOBIOP, FED 4155 MIRA, UNIV PAU & PAYS ADOUR, Campus Montauray, 64600 Anglet, France

4 : Laboratoire Environnement Ressources d'Arcachon, IFREMER, Station d'Arcachon, Quai du Commandant Silhouette, 33120 Arcachon, France

5 : Pôle de sclérochronologie, IFREMER Centre Manche-Mer du Nord, 150 Quai Gambetta, 62200 Boulogne-sur-Mer, France

**Type de communication :** Présentation orale

**Session :** Thème 4 « Reconnaissance et classification inter- et/ou intraspécifique »

Le bassin d'Arcachon (sud-est du golfe de Gascogne) abrite le plus important gisement français de palourde japonaise (*Venerupis philippinarum*), avec une production annuelle par la pêche professionnelle de l'ordre de 500 tonnes pour un chiffre d'affaires estimé à 1,5 M€. Dans le cadre de l'exploitation durable de ce stock, l'une des mesures de gestion est la définition de zones de réserve de pêche. Pour définir de manière optimale ces zones de protection, les informations spatialisées jusqu'à présent considérées sont : les densités, les proportions de juvéniles, les tailles moyennes... La seule prise en compte de la longueur pouvant cependant masquer la croissance dans d'autres dimensions, il importe de compléter ces éléments par des indicateurs morphométriques pour les intégrer aux critères de décision car cette espèce présente une plasticité phénotypique sensible aux conditions environnementales.

Sur chaque unité géographique identifiée dans le bassin d'Arcachon sont étudiées les relations entre les patrons de formes et les caractéristiques de milieu de vie de la palourde. Pour chaque individu collecté en 2012, deux images par valve ont été analysées en haute résolution à l'aide du logiciel TNPC (Traitement Numérique de Pièces Calcifiées, [www.TNPC.fr](http://www.TNPC.fr)). Le poids ( $\pm 1$  mg) de chaque valve a été mesuré en complément des paramètres classiques ( $\pm 1.10^{-4}$  mm) de forme (longueur, largeur, hauteur, surface) et des descripteurs de forme plus synthétiques, les paramètres de Fourier. Les conditions environnementales (température, salinité, ressources trophiques, pourcentage d'immersion, ...) ont été estimées à l'aide de sorties du modèle couplé écologie-hydrodynamique Mars 3D spécialement adapté pour le bassin et validé sur un set de données expérimentales. De plus, des échantillons de sédiment ont été collectés et analysés sur les stations de prélèvement.

Les variabilités des caractéristiques des valves entre les unités géographiques ont été examinées, les principaux facteurs environnementaux influant la morphométrie identifiés ainsi que les descripteurs de forme jugés les plus discriminants. Le rôle des conditions trophiques sur les caractéristiques de la valve est ainsi affiné au regard des autres facteurs. Des recommandations pratiques en vue d'une gestion optimisée du stock exploité sont envisagées.

**Mots-clés :** caractéristiques de forme, environnement, gestion spatialisée, bivalve

# **Croissance de *Venerupis philippinarum* : Validation de la périodicité des micro-incréments et taux de croissance journaliers en lien avec la taille et l'environnement par marquage à la calcéine**

Caill-Milly Nathalie<sup>1</sup>, Mahé Kélig<sup>2</sup>, Bellamy Elise<sup>2</sup> et D'Amico Franck<sup>3</sup>

1 : Laboratoire Ressources Halieutiques Aquitaine, IFREMER, FED 4155 MIRA, 1 allée du Parc Montauray, 64600 Anglet, France

2 : Pôle de sclérochronologie, IFREMER Centre Manche-Mer du Nord, 150 Quai Gambetta, 62200 Boulogne-sur-Mer, France

3 : UMR 1224 ECOBIOP, FED 4155 MIRA, UNIV PAU & PAYS ADOUR, Campus Montauray, 64600 Anglet, France

**Type de communication :** Poster

**Session :** Thème 3 « Estimation de l'âge et de la croissance »

Initialement introduite dans les années 80 dans le bassin d'Arcachon, la palourde japonaise (*Venerupis philippinarum*) constitue actuellement une activité socio-économique importante pour l'Aquitaine avec environ 500 tonnes capturées, ce qui en fait le premier gisement français. Au côté d'une mesure de gestion européenne, la taille de première capture fixée à 35 mm de longueur, les professionnels ont ajouté au niveau local d'autres réglementations comme des zones de réserve de pêche, des jours de fermeture de la pêche s'appuyant sur les travaux scientifiques débutés en 2005.

En complément des travaux antérieurs de la structure externe des valves avec des expérimentations de marquage-recapture qui ont permis l'estimation d'un modèle de croissance de Von Bertalanffy, cette étude se focalise sur les microstructures internes de la coquille et en particulier, sur leur périodicité. Une expérimentation de marquage à l'aide d'un fluorochrome, la calcéine, a été réalisée. Pour limiter l'effet du marquage sur les individus, plusieurs temps de balnéation et différentes concentrations en marqueur ont été testés. Le traitement numérique à partir du logiciel TNPC des coupes fines de valve marquée a permis de mettre en évidence le rythme tidal des micro-incréments de croissance. Par ailleurs, l'expérience a montré une efficacité de la calcéine sur la palourde japonaise à 100 mg/l dès une heure de balnéation. Enfin, les différences de croissance entre les deux sites d'étude sont concomitantes d'environnements distincts (fond de bassin et proche océan). Ceci pourrait ainsi traduire la réponse physiologique de la sécrétion de la coquille à des changements environnementaux. Ce sont des connaissances utiles à une échelle fine pour mieux comprendre la structure et la dynamique de la population de palourde japonaise du bassin d'Arcachon.

**Mots-clés :** croissance, marqueur, bivalve

# Vers une modélisation de la formation structurelle de l'otolithe

Carbini Sébastien<sup>1</sup>, Bazzi Ali<sup>1</sup>, Benzinou Abdesslam<sup>1</sup>, Fablet Ronan<sup>2</sup> et De Pontual Hélène<sup>3</sup>

1 : ENIB/UMR Lab-STICC, 29238 BREST cedex, France

2 : Telecom Bretagne/UMR Lab-STICC, 29238 BREST cedex, France

3 : Ifremer, 29280 PLOUZANE, France

**Type de communication :** Poster

**Session :** Thème 3 « Estimation de l'âge et de la croissance »

Les données d'âge et de croissance sont des informations clés pour les modèles d'évaluation de l'état des ressources exploitées et la gestion des pêcheries. L'otolithométrie reste un des outils essentiels de l'estimation de l'âge et de la croissance des populations de poissons. Cependant, l'outil otolithe n'est pas toujours bien calibré et l'estimation de l'âge du merlu à partir des otolithes a fait, en particulier l'objet de controverses récurrentes. Des études récentes s'appuyant sur des campagnes de marquage-recapture ont mis en évidence l'invalidité des critères communément utilisés pour l'estimation d'âge de cette espèce. Ceci est lié au fait que les mécanismes de déposition des macrostructures (interactions de facteurs divers *eg* température et alimentation) sur les otolithes de cette espèce sont très mal appréhendés. Nous proposons ici d'utiliser les connaissances comportementales issues des expériences de marquage électronique pour aborder cette problématique. L'approche proposée se fonde sur l'analyse et la modélisation de la formation structurelle de l'otolithe en fonction des facteurs environnementaux et métaboliques. Nous avons simulé de façon réaliste la température et l'abondance en nourriture pour les scénarii migratoires considérés dans le golfe de Gascogne sur 10 ans. Nous avons aussi paramétré et calibré le modèle DEB afin de l'adapter à la biologie spécifique du merlu. Quelques déplacements de merlu ont été simulés en imitant les comportements observés lors des campagnes de marquage-recapture et en respectant les connaissances actuelles sur l'espèce. Pour l'instant seuls des comportements simples ont été définis permettant d'observer des signaux d'opacité avec des motifs assez réguliers. Pour modéliser la formation structurelle de l'otolithe à partir du signal d'opacité 1D issu du modèle DEB, nous avons utilisé l'outil de reconstruction de la morphogenèse de l'otolithe que nous avons développé dans une étude antérieure. Il s'agit d'un outil qui nous permet de reconstruire à partir d'une image d'otolithe, un modèle de l'évolution de la forme de l'otolithe au cours de la vie du poisson. A partir de ce modèle de forme et du signal d'opacité, nous avons ainsi généré une image synthétique 2D d'otolithe de merlu. Les résultats obtenus illustrent bien l'effet de la température et celui de la nourriture sur la formation structurelle de l'otolithe de Merlu.

**Mots-clés :** Otolithe, DEB, Merlu, scénarii comportementaux, facteurs environnementaux et métaboliques.

# Analyse microchimique d'otolithes modernes et archéologiques par micro-spectrométrie de fluorescence des rayons X au synchrotron : contributions et contraintes

Cook Phil<sup>1,2</sup>, Dufour Elise<sup>3</sup>, Languille Marie-Angélique<sup>1</sup>, Mocuta Christian<sup>2</sup>, Tombret Olivier<sup>3</sup> et Bertrand Loïc<sup>1,2</sup>

1 : IPANEMA, USR 3461 CNRS / Ministère de la Culture et de la Communication, BP 48 Saint-Aubin, 91192 Gif-sur-Yvette, France

2 : Synchrotron SOLEIL, BP 48 Saint-Aubin, 91192 Gif-sur-Yvette, France

3 : Archéozoologie, Archéobotanique: sociétés, pratiques et environnements, UMR 7209 CNRS, Département Ecologie et Gestion de la Biodiversité, Muséum national d'histoire naturelle, 55 rue Buffon, 75005 Paris, France

**Type de communication :** Présentation orale

**Session :** Thème 5 « Caractérisation du cycle biologique et des conditions de milieu des individus »

L'analyse microchimique des otolithes a largement contribué à la caractérisation des cycles biologiques et des environnements des poissons depuis une trentaine d'années. Plusieurs techniques de spectrométries de masse et de rayons X (EDS, WDS, ICP-MS, PIXE) sont couramment mises en œuvre pour l'analyse des rapports élémentaires. Les capacités du rayonnement synchrotron pour l'étude des otolithes ont aussi été démontrées pour mesurer, de façon non-destructive, les rapports d'éléments traces dont le rapport Sr/Ca (Limburg *et al.* 2007 X-Ray Spectrometry 36, 336-342) jusqu'à une résolution spatiale de 20  $\mu\text{m}$ . Depuis ces premières mesures sur les otolithes, il est désormais possible d'atteindre au synchrotron des résolutions spatiales qui donnent accès à une plus grande résolution temporelle pour documenter les traits d'histoire individuelle de vie et les variations environnementales.

Un corpus d'otolithes de *Micropogonias* sp. d'Amérique du Sud a été analysé par micro-spectrométrie de fluorescence X (XRF). Les variations des teneurs en Ca, Sr et d'autres éléments ont été enregistrées afin d'évaluer cette méthode de haute résolution spatiale pour l'étude sclérochronologique des otolithes.

Les compositions élémentaires des otolithes ont pu être mesurées à une résolution spatiale de  $4 \times 10 \mu\text{m}^2$  sur des zones de l'ordre  $400 \times 400 \mu\text{m}^2$  en quelques 70 minutes, quels que soient les éléments de  $Z > 18$ . Les cartographies obtenues n'ont pas révélé de variation du signal de Sr au sein des couches de croissance isochrones, validant la condition de l'homogénéité intra-couche présumée pour les mesures ponctuelles. Les éléments majeurs, mineurs et traces ont pu être quantifiés sur des zones d'intérêt par affinement des spectres expérimentaux. Le signal du Sr varie entre 3500 et 7000 ppm.

Les contraintes expérimentales de la micro-XRF seront discutées au regard du principe physique de la méthode et de son application à l'étude de pièces calcifiées à croissance incrémentielle telles que les otolithes.

**Mots-clés :** otolithe, microchimie

# Sclérochronogéochimie haute résolution chez les coquilles d'ostréidés : du signal saisonnier au signal tidal semi-diurne

de Rafélys Marc<sup>1</sup>, Lartaud Franck<sup>2</sup> et Mouchi Vincent<sup>1,3</sup>

*1 : UPMC Univ Paris 06, Laboratoire Biominéralisations et Environnements sédimentaires, IStEP, CNRS-UPMC, UMR 7193, 4 pl. Jussieu, 75252 Paris cedex 05 France*

*2 : UPMC Univ Paris 06, Laboratoire d'Ecogéochimie des Environnements Benthiques (LECOB), CNRS - UMR8222, Observatoire océanologique de Banyuls, Avenue du Fontaulé, 66650 Banyuls-sur-Mer France*

*3 : Department of Geology, Museum Building, Trinity College Dublin, College Green, Dublin, Ireland*

**Type de communication :** Présentation orale

**Session :** Thème 3 « Estimation de l'âge et de la croissance »

Les approches sclérochronologiques sur les biominéralisations aquatiques s'avèrent pertinentes pour établir un cadre temporel précis à l'échelle de la vie d'un organisme ou d'une population. En couplant l'étude sclérochronologique à des analyses géochimiques des tissus minéralisés, l'objet étudié devient alors un vecteur d'informations environnementales calées dans un registre temporel précis. En fonction des objets étudiés (otolithes, bivalves, coraux...), la résolution temporelle fournie par la sclérochronologie peut varier imposant, pour chaque groupe biologique, une bonne connaissance du modèle biologique. Nous présentons ici une approche originale utilisant la sclérochronologie par cathodoluminescence sur des coquilles d'huitres ainsi que les applications qui en résultent : dynamique des populations, ostréiculture et sonde environnementale naturelle. L'utilisation des modèles de croissance couplée aux analyses géochimiques des coquilles à haute résolution spatiale (et temporelle) se révèle alors être un outil réellement performant pour la reconstitution et/ou le suivi des perturbations de l'environnement ou du climat. Nous montrerons un ensemble d'approches (isotopiques, EPMA, NanoSims) permettant de discriminer, dans les signaux géochimiques, la part métabolique de la part environnementale et ce, à des résolutions temporelles allant de la saison à la marée en régime semi-diurne.

**Mots-clés :** Ostréidés, cathodoluminescence, Nanosims, isotopes stables, paléoclimats, métabolisme

# Analyse des teneurs en isotopes stables des otolithes : méthodes, apports à la biologie et à l'écologie des poissons

Dufour Elise

*Muséum national d'histoire naturelle, CNRS, UMR 7209, Département "Écologie et gestion de la biodiversité", 55 rue Buffon, 75005 Paris, France*

**Type de communication :** Présentation orale

**Session :** Thème 5 « Caractérisation du cycle biologique et des conditions de milieu des individus »

Si la première étude du contenu isotopique des otolithes publiée à la fin des années 60 était consacrée à des reconstructions de paléoclimats anciens, l'approche a depuis ouvert des voies de recherche nouvelles en biologie et en écologie des poissons. Les applications concernent la discrimination et la délimitation des stocks et des populations, la chronologie de l'histoire individuelle thermique à l'échelle saisonnière, la chronologie des déplacements et des migrations, l'origine natale, chez des espèces de milieux très variés (récif, marin côtier, pélagique et profond, rivière, lac, mangrove, etc). L'analyse des variations isotopiques intra-otolithes peut également constituer une méthode de corroboration de l'âge individuelle. Enfin, appliquée à des spécimens archivés ou archéologiques elle permet d'accéder à l'évolution des variations des conditions climatiques et environnementales dans un cadre historique.

Les abondances isotopiques relatives de différents éléments légers (hydrogène, oxygène, carbone, soufre) ou du strontium peuvent être dosées dans les otolithes. Les analyses de  $\delta^{18}\text{O}$  sont cependant majoritaires. Les études isotopiques sont restées relativement limitées par rapport aux études microchimiques. Leur développement est intimement lié aux avancées technologiques, à l'accès aux équipements (encore trop souvent restreint) pour les chercheurs en sciences de l'environnement et au coût élevé des analyses. L'élaboration de profils isotopiques au sein de la séquence chronologique de croissance des otolithes requiert un nombre important d'analyses et la mesure précise de faibles quantités de  $\text{CaCO}_3$ . Le couplage entre des méthodes de prélèvement mécanique semi-automatique (type Micromill) et de techniques automatisées de spectrométrie de masse (dual inlet ou flux continu) a permis le développement d'analyses séquentielles mais sur un nombre d'individus par étude qui reste faible ( $N < 12$ ). Des méthodes d'analyse *in situ* (SIMS, sonde ionique) apparaissent une voie très prometteuse pour diminuer le temps d'analyse tout en augmentant le nombre d'individus étudiés.

**Mots-clés :** Otolithes, Isotopes stables, Méthodes, Biologie, Environnement

# Périodicité des marques de croissance et estimation de l'âge individuel chez les Sciaenidés : contribution des analyses isotopiques en oxygène des otolithes

Dufour Elise et Borges Caroline

*Muséum national d'histoire naturelle, CNRS, UMR 7209, Département "Écologie et gestion de la biodiversité", 55 rue Buffon, 75005 Paris, France*

**Type de communication :** Poster

**Session :** Thème 3 « Estimation de l'âge et de la croissance »

L'analyse des teneurs en isotopes stables des otolithes permet de retracer l'histoire de vie individuelle des poissons. Elle peut également constituer une aide à l'estimation de l'âge individuel par la comparaison directe des cycles du profil isotopique intra-otolithaire et les marques de croissance annuelles ou à partir de l'établissement préalable d'un profil d'intensité lumineuse. Cette approche suppose que les cycles isotopiques sont directement reliés aux fluctuations saisonnières de l'environnement. Les teneurs isotopiques en oxygène ( $\delta^{18}\text{O}$ ) varient en fonction de la température de l'eau environnementale. De plus, les variations du taux de croissance n'influencent pas l'incorporation des isotopes de l'oxygène dans l'otolithe. Les profils isotopiques en  $\delta^{18}\text{O}$  peuvent donc être utilisés pour documenter la périodicité de formation des marques translucides et opaques et l'apparition de la première marque de croissance. L'intérêt et les limites de cette approche corrélatrice seront illustrés chez différentes espèces marines de la famille des Sciaenidés des côtes de l'Amérique du Sud et de l'Atlantique par des otolithes actuels et issus de sites archéologiques côtiers datés de l'Holocène.

**Mots-clés :** Otolithes, Profils isotopiques, Age individuel, *Sciaenidae*

# Utilisation du $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ comme marqueur des migrations des grands Siluriformes de l'Amazonie. Exemple de *Brachyplatystoma rousseauxii*

Duponchelle Fabrice<sup>1,2</sup>, Pouilly Marc<sup>1,3</sup>, Donard Ariane<sup>4</sup>, Pécheyran Christophe<sup>4</sup>, Bérail Sylvain<sup>4</sup>, Point David<sup>5</sup>, Sondag Francis<sup>5</sup>, Santos Roberto<sup>6</sup>, Garcia Aurea<sup>1,7</sup>, Carvajal Fernando<sup>1,8</sup>, FabreNidia<sup>9</sup>, Alonso Juan Carlos<sup>10</sup> et Renno Jean-François<sup>1,2</sup>

1 : LMI-EDIA (Laboratoire Mixte International - Evolution et Domestication de l'Ichtyofaune Amazonienne), Iquitos, Peru

2 : IRD - UMR ISEM (Institut des Sciences de l'Evolution de Montpellier), Université Montpellier 2, France

3 : IRD – UMR BOREA (MNHN, IRD, UPMC, CNRS), Paris, France

4 : Laboratoire de Chimie Analytique Bio-inorganique et Environnement, Institut Pluridisciplinaire de Recherche sur l'environnement et les Matériaux, CNRS UMR 5254, Université de Pau et des Pays de l'Adour, France

5 : IRD – ORE Hybam et UMR GET, Toulouse, France

6 : Laboratório Geochronos, Instituto de Geociências - Universidade de Brasília, Brasília

7 : IIAP, Iquitos, Perú et LMI-EDIA

8 : Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba Bolivia et LMI-EDIA

9 : Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. 69077-000 - Maceio, AL - Brasil

10 : Universidad Surcolombia, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Neiva (Departamento del Huila), Colombia

**Type de communication :** Présentation orale

**Session :** Thème 5 « Caractérisation du cycle biologique et des conditions de milieu des individus »

Nous avons analysé les variations du rapport isotopique du Strontium ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) le long des otolithes de spécimens adultes de *Brachyplatystoma rousseauxii*. Cette espèce de Siluriformes présente la plus longue migration connue chez les poissons d'eaux douces, avec un parcours de plus de 5000Km entre les têtes de bassin du piedmont andin (zone de reproduction) et l'estuaire de l'Amazone (nursérie). Les poissons ont été capturés après leur migration de retour dans les hauts bassins Amazoniens. Les profils isotopiques des otolithes ont été obtenus par l'analyse, en fs-LA-MC-ICPMS, de coupes transversales minces passant près du noyau. Ces profils intègrent l'histoire individuelle des poissons depuis leur naissance (noyau) jusqu'à leur capture (bord de l'otolithe) et mettent en évidence les patrons de migration de l'espèce le long du bassin de l'Amazone. Nous comparons les patrons de trois populations associées 1) au río Mamoré et 2) au río Beni (deux affluents formateurs du río Madera en Bolivie) et 3) au bassin du río Solimoes (Pérou). Malgré la variabilité inter-individu quatre 'périodes' principales peuvent être distingués que nous interprétons comme les différents stades du cycle biologique de l'espèce: 1) Migration (aval) ; 2) Croissance en basse Amazonie; 3) Migration (amont) post croissance et 4) période Post Migratoire dans les hauts bassins. Les valeurs du rapport  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  pendant la phase de croissance en basse Amazonie sont très homogènes entre les individus et suggèrent une ségrégation spatiale des populations du Solimoes et du Madera. Les valeurs du rapport  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  lors de la période post migratoire montrent une grande variabilité inter individu. Elles restent toutefois cohérentes avec les valeurs du rapport  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  mesurées dans les eaux de chaque bassin et confirment la possibilité de traçage du lieu de capture des individus. Des études complémentaires sont nécessaires pour affiner le traçage du lieu d'origine des individus, afin de tester l'hypothèse d'un homing.

**Mots-clés :** otolithes, microchimie



# Evaluation de l'histoire de vie et de l'origine de soles adultes (*Solea solea*) du Golfe de Gascogne par microchimie des otolithes

Durieux Eric D.H.<sup>1,2</sup>, Bareille Gilles<sup>3</sup>, Bégout Marie-Laure<sup>2</sup>, Di Nisi Ludovic<sup>2</sup>, Biais Gérard<sup>2</sup>, Arnaud Christophe<sup>2</sup>, Boiron-Leroy Anne<sup>2</sup> et Pécheyran Christophe<sup>3</sup>

1 : Université de Corse Pasquale Paoli, UMR CNRS-UDC 6134 Sciences Pour l'Environnement, UMS CNRS-UDC 3514 Plateforme marine Stella Mare, Lido de la Marana, 20620 Biguglia, France

2 : IFREMER, Place Gaby Coll, BP 7 - 17137 L'Houmeau, France

3 : Laboratoire de Chimie Analytique Bio-Inorganique et Environnement, UMR 5254 CNRS-UPPA, IPREM, Pau, France

**Type de communication :** Présentation orale

**Session :** Thème 5 « Caractérisation du cycle biologique et des conditions de milieu des individus »

La sole commune (*Solea solea*) est une espèce commerciale importante et parmi les poissons plats les plus largement distribués dans l'Atlantique Nord-Est. Plusieurs de ses stocks importants y sont surexploités. C'est notamment le cas de celui du Golfe de Gascogne. La stratégie de gestion de l'exploitation pour leur rétablissement doit tenir compte de la dynamique du recrutement. Or, lorsque différentes nurseries existent, comme dans le cas du golfe de Gascogne, elles peuvent contribuer de façon variable au recrutement. La compréhension de la connectivité entre les habitats juvéniles et adultes est donc importante pour une bonne gestion de l'exploitation de la sole par la pêche et aussi de l'usage de la bande côtière où sont localisées les nurseries. Une méthode d'évaluation de la contribution de chaque nursery aux populations se reproduisant sur les différentes frayères a pour cela été recherchée. La composition chimique multi-élémentaire totale d'otolithes de juvéniles d'âge G0 prélevés dans 6 nurseries du Golfe de Gascogne a récemment permis de montrer qu'il était possible de discriminer ces nurseries (Durieux et al., 2011). L'objectif de ce travail était donc de mesurer par ablation laser (femtoseconde, Alfamet – Novalase, France) couplée à un spectromètre de masse à plasma induit (LA-ICP-MS) les signatures multi-élémentaires sur la partie juvénile G0 d'otolithes de soles adultes collectées au niveau de trois frayères (Ile d'Yeu, Rochebonne, Gironde) afin de tenter de déterminer dans quelles nurseries ces soles se sont développées. Deux stratégies analytiques ont été réalisées, d'une part, des ablations flashes de 300 µm de diamètre avec analyse des éléments Li, Na, Mg, Mn, Cu, Ga, Rb, Sr et Ba, et d'autre part, des profils continus de 30 µm de large depuis le centre de l'otolithe jusqu'au bord pour lesquels les éléments suivants ont pu être détectés et quantifiés (Mg, Mn, Rb, Sr et Ba). A partir de la composition multi-élémentaire obtenue par ablation flash sur 140 otolithes de soles adultes et de l'analyse linéaire discriminante (LDFA) développée à partir des juvéniles G0 de chaque nursery, une nursery d'origine a été attribuée à chaque individu adulte. Quant aux profils continus, ils permettent de mettre en évidence que certaines soles ont vécu dans des eaux enrichies en Ba:Ca lors de certaines périodes de leur vie (vie larvaire pélagique, périodes hivernales durant la vie benthique) alors que d'autres non. Cet enrichissement pourrait être mis en relation avec des apports terrestres par les grands fleuves lors des périodes pluvieuses. Quatre types de profils ont été identifiés et sont retrouvés dans chacune des frayères. Enfin, le classement obtenu par la LDFA est confronté à l'histoire de vie déduite des profils de Ba:Ca et discuté.

**Mots-clés :** otolithes, *Solea solea*, microchimie, laser-ablation ICP-MS, golfe de Gascogne

# Variabilité spatiale de la signature multi-élémentaire des otolithes de G0 de *Solea solea* et *Pleuronectes platessa* au sein d'un habitat côtier : exemple de la baie de Seine

Durieux Eric<sup>1,2</sup>, Mahé Kélig<sup>3</sup>, Labonne Maylis<sup>4</sup>, Morin Jocelyne<sup>5</sup> et Brind'Amour Anik<sup>2</sup>

1 : Université de Corse Pasquale Paoli, UMR CNRS-UDC 6134 Sciences Pour l'Environnement, UMS CNRS-UDC 3514 Plateforme marine Stella Mare, Lido de la Marana, 20620 Biguglia, France

2 : IFREMER, Département Ecologie et Modèles pour l'Halieutique, rue de l'Île d'Yeu, BP 21105, 44311 Nantes, France

3 : IFREMER, Laboratoire Ressources Halieutiques, Pôle de Sclérochronologie, 151 quai Gambetta, 62321 Boulogne sur mer, France

4 : LEMAR, UMR 6539 IRD/CNRS/UBO, Centre IRD de Bretagne, BP 70, 29280 Plouzané

5 : IFREMER, Laboratoire Ressources Halieutiques, Avenue du Général de Gaulle, 14520 Port-en-Bessin, France

**Type de communication :** Poster

**Session :** Thème 5 « Caractérisation du cycle biologique et des conditions de milieu des individus »

Les zones côtières telles que les baies et les estuaires constituent des nourriceries pour les juvéniles de nombreuses espèces de poissons marins et en particulier les poissons plats. *In fine*, la fonction de nourricerie d'un habitat repose sur sa capacité à produire des individus qui vont contribuer à la population adulte. La composition élémentaire des otolithes de poissons est devenue un outil important pour étudier la connectivité entre les habitats des juvéniles et des adultes. Cette approche majeure en écologie halieutique repose sur l'identification de signatures multi-élémentaires caractérisant les nourriceries. Il est donc important de considérer les processus spatiaux à plus petite échelle de manière à identifier localement les habitats de nourriceries et d'obtenir une signature multi-élémentaire représentative. L'objectif de cette étude était donc d'analyser la variabilité spatiale de la signature multi-élémentaire des otolithes du groupe d'âge G0 de deux espèces de poissons plats (sole commune, *Solea solea* et plie commune, *Pleuronectes platessa*) au sein de la baie de Seine. Les individus (sole : n=77 ; plie : n = 98) ont été capturés au cours d'une même campagne scientifique en septembre-octobre 2008 sur un total de 18 stations dont 8 stations en commun pour les deux espèces. La composition multi-élémentaire des otolithes (*sagittae*) a été déterminée *in toto* par ICP-MS en solution. De plus, l'âge en jours des individus a aussi été estimé à partir d'otolithes (*lapilli*) entiers polis, la donnée d'âge permettant d'obtenir à la fois la durée d'intégration de la signature chimique et la croissance des individus sur les différentes zones étudiées. Différents patrons spatiaux ont pu être obtenus pour les éléments suivants Li, B, Zn, Rb, Y, Mo, Ag, Ba, Na, Mg, Mn, Cu, Sr et K chez les deux espèces. Les résultats des signatures multi-élémentaires seront présentés de manière à aborder et discuter la zonation spatiale et la représentativité de ces signatures au sein de l'estuaire de Seine ; l'identification de zone(s) de nourriceries potentielles (en lien avec la croissance) et enfin les différences entre ces deux espèces.

**Mots-clés :** otolithes, microchimie, ICP-MS, âge, croissance, juvéniles, poissons plats, Manche

# Développement d'un logiciel dédié à l'analyse des pièces calcifiées : TNPC (Traitement Numérique des Pièces Calcifiées)

Fave Sébastien<sup>1</sup>, Crépin Emeline<sup>1</sup>, Magalhaes José Ramos<sup>1</sup>, Ogor André<sup>2</sup>, de Pontual Hélène<sup>3</sup> et Mahé Kélig<sup>4</sup>

1 : VSG3D, Espace Technologique, Route de l'Orme, 91190 Saint-Aubin, France

2 : IFREMER, Service Cartographie, Traitement de Données et Instrumentation, BP 70, 29280 Plouzané, France

3 : IFREMER, Laboratoire Ressources Halieutiques, BP 70, 29280 Plouzané, France

4 : IFREMER, Laboratoire Ressources Halieutiques, Pôle National de Sclérochronologie, 150 quai Gambetta, BP 699, 62 321 Boulogne sur mer, France

**Type de communication :** Poster

**Session :** Thème 4 « Reconnaissance et classification inter- et/ou intraspécifique »

Chaque année, près d'1 million de pièces calcifiées (dont 35 000 en France) sont analysées pour l'évaluation de l'état des ressources marines. De plus, beaucoup de thématiques de recherche nécessitent elles-aussi l'utilisation de ces pièces calcifiées. Ainsi, depuis plus de 20 ans, un partenariat entre la société VSG (Visualization Sciences Group anciennement Noesis) et l'institut de recherche IFREMER (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer) a permis de développer le logiciel d'analyse d'images dédié aux pièces calcifiées, nommé TNPC (Traitement Numérique des Pièces Calcifiées, [www.tnpc.fr](http://www.tnpc.fr)). Divers projets de recherche et collaborations en particulier avec l'ENIB (Ecole Nationale des Ingénieurs de Brest) ont été nécessaires pour finaliser ce logiciel. Il a été conçu et développé à l'origine par le laboratoire de Sclérochronologie des Animaux Aquatiques de l'IFREMER de Brest. Ce logiciel permet une assistance à la quantification et à l'interprétation des pièces calcifiées, un stockage numérique de matériel biologique pouvant se dégrader avec le temps, une facilité d'échange des données entraînant une meilleur qualification de l'estimation d'âge et enfin une diminution des coûts avec des processus d'automatisation. Ce logiciel développé au départ pour les poissons est aussi utilisé actuellement pour d'autres animaux comme les céphalopodes ou les mollusques. Il possède de nombreuses fonctions : acquisition d'images individuelles et en série, annotation en direct des images, interprétation et mesures, analyse de forme, base de données, estimation automatique de l'âge individuel ou de structures d'âge... En 2013, la version 7 du logiciel intégrée à la plate-forme Visilog 7 est disponible.

**Mots-clés :** analyse d'images, stockage numérique, image mosaïque, aide à l'estimation d'âge, mesures

# **Analyses de rasters LA-ICPMS : optimisation des protocoles et automatisation du pré-traitement des données pour une reconstitution des migrations des poissons à partir de la microchimie des otolithes**

Ferraton Franck<sup>1</sup>, Sirot Charlotte<sup>1</sup>, Guillaumon François<sup>1</sup>, Tournois Jennifer<sup>1</sup>, Childs Amber<sup>2</sup> et Darnaude Audrey<sup>1</sup>

*1 : UMR 5119 ECOSYM Ecologie des systèmes marins côtiers, Université Montpellier 2, CC 093, place E. Bataillon, 34095 Montpellier, France*

*2 : Department of Ichthyology and Fisheries Science, Rhodes University, PO Box 94, Grahamstown, 6140, South Africa*

**Type de communication :** Présentation orale

**Session :** Thème 5 « Caractérisation du cycle biologique et des conditions de milieu des individus »

La microchimie de l'otolithe est de plus en plus utilisée pour identifier les habitats fréquentés par les poissons au cours de leur vie et préciser les patrons de connectivité entre populations. Pour cela, la spectrométrie de masse par ablation laser (LA-ICPMS) est une des méthodes analytiques de prédilection car elle permet l'obtention d'une image haute résolution des variations de composition élémentaire de l'otolithe pendant la vie de l'individu, donc un suivi détaillé des différentes masses d'eau fréquentées. Le plus souvent, des "rasters" sont réalisés depuis le noyau vers le bord de l'otolithe et les concentrations multi-élémentaires mesurées, une fois nettoyées et normalisées au calcium, sont interprétées comme autant de signatures des habitats successifs fréquentés par chaque individu. Outre un problème d'autocorrélation entre signatures adjacentes évident, mais souvent ignoré, cette méthode pose le problème du pré-traitement des données avant exploitation. En effet, entre la récupération des données brutes acquises par l'ICPMS en mode "raster" et l'obtention de signatures finales exploitables et fiables, les étapes possibles de correction et de transformation des données sont nombreuses. Elles constituent encore à l'heure actuelle une grande source de variation (et donc d'incertitude) entre laboratoires. Dans ce cadre, nous avons développé une méthode automatisée et évolutive de pré-traitement des données brutes, basée sur un script R muni d'une interface utilisateur la rendant facilement utilisable, même par les néophytes. Ici, nous présentons la méthode, ses avantages et sa modularité, depuis le calcul des limites de détections (LODs) de la machine et la correction de sa dérive éventuelle pendant l'analyse jusqu'à l'obtention de données finales propres et non-corrélées, en passant par l'identification des valeurs aberrantes et leur correction, la transformation du signal d'origine (coups par secondes) en concentrations normalisées au calcium (en ppm), la superposition éventuelle de plusieurs "rasters" par individu, l'élimination des "spots" adjacents, etc. A partir de données acquises pour plusieurs espèces et écosystèmes différents, à la fois en mode "raster" et par transect de "spots" adjacents sur les mêmes otolithes, nous validons notre procédure de pré-traitement et précisons les conditions optimales, à notre avis, pour une géolocalisation fiable des poissons à partir de signatures multi-élémentaires des otolithes mesurées au LA-ICPMS en mode "raster". Les procédures de pré-traitement des données, encore trop souvent passées sous silence à l'heure actuelle doivent impérativement être harmonisées entre laboratoires pour assurer la fiabilité des résultats publiés.

**Mots-clés :** Spectrométrie de masse, raster, éléments traces, otolithes

# Retracer l'histoire de vie et la connectivité entre habitats des poissons migrateurs thalassotoques par l'étude des otolithes : avancées techniques, limites et perspectives

Feunteun Eric<sup>1</sup>, Acou Anthony<sup>1</sup>, Boulenger Clarisse<sup>1</sup>, Carpentier Alexandre<sup>2</sup>, Lasne Emilien<sup>3</sup>, Laugier Flora<sup>1</sup>, Réveillac Elodie<sup>4</sup>, Robinet Tony<sup>1</sup>, Sola Elise<sup>1</sup> et Virag Laure<sup>1</sup>

1 : MNHN – Service des stations marines, UMR 7208 BOREA MNHN, CNRS, UMPC, IRD, 38 rue du Port Blanc 35800 Dinard, France

2 : Université de Rennes 1, URU 420, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes Cedex, France

3 : UMR 42 CARTELE – INRA/Université de Savoie, 75 avenue de Corzent BP 511 F-74203 Thonon-les-Bains Cedex, France

4 : Agrocampus Ouest, UMR 0985 ESE, 65 rue de Saint Brieuc 35000 Rennes, France

**Type de communication :** Présentation orale

**Session :** Thème 5 « Caractérisation du cycle biologique et des conditions de milieu des individus »

Comprendre les cycles de vie complexes des poissons migrateurs est devenu un enjeu essentiel tant en matière de recherche sur l'écologie et la biologie évolutive que sur le plan de la gestion. L'identification des habitats essentiels fréquentés par ces espèces et l'analyse de la connectivité entre ces habitats peuvent être déduites de l'analyse de la micro structure et de la microchimie des otolithes des poissons.

Au cours des dernières années, les travaux de notre équipe ont porté sur la comparaison des cycles biologiques et la variabilité des stratégies migratoires d'espèces de poissons à dépendance côtière ayant des comportements très divers : 2 espèces de Lançons (*Hyperoplus immaculatus* et *H. lanceolatus*), le Bar (*Dicentrarchus labrax*), l'Alose feinte (*Alosa fallax*) et la grande Alose (*A. alosa*), l'Anguille européenne (*A. anguilla*) et l'Anguille du Mozambique (*A. mossambica*).

Pour ces différentes espèces, l'analyse des profils d'éléments traces sur des transects allant du centre au bord marginal des otolithes (ICPMS et ablation laser femtoseconde, EPMA), combinée à l'analyse de leur microstructure ou encore la recherche d'empreintes maternelles dans le nucléus nous permet d'approcher leur histoire de vie en identifiant les changements de salinité, d'habitats marins au cours des stades de vie précoce, durant les périodes de croissance ou lors de la reproduction.

Ces travaux ont permis des avancées intéressantes permettant de comprendre les liens entre les patrons d'histoire de vie, les traits biologiques et les pressions environnementales à de vastes échelles biogéographiques. Pour autant, de nombreuses incertitudes demeurent car les interprétations sont limitées par l'insuffisance de validation des marques microstructurales des otolithes et par la méconnaissance des liens entre les éléments traces présents dans le milieu et leur incorporation dans les otolithes.

Une synthèse des travaux de l'équipe est présentée et discutée à la lumière de la bibliographie internationale sur le sujet. Les besoins en recherche expérimentale pour valider les interprétations sont évoqués.

**Mots-clés :** migration, espèces thalassotoques, otolithes, traits de vie, connectivité entre habitats, analyses structurales et microchimiques

# Le stress provoque la formation de faux anneaux sur les écailles de truite

Guéraud François, Aymes Jean-Christophe et Beall Eddy

UMR ECOBIOP INRA-UPPA "Ecologie Comportementale et Biologie des Populations de Poissons"  
(1) Pôle d'Hydrobiologie de Saint Pée sur Nivelle, INRA 64310 Saint Pée sur Nivelle, France

**Type de communication :** Poster

**Session :** Thème 3 « Estimation de l'âge et de la croissance »

Les écailles de salmonidés permettent en général une bonne appréciation de l'âge, de la croissance et des traits d'histoire de vie. En raison de la périodicité saisonnière de la croissance pour ces poissons de la zone tempérée de l'hémisphère nord, avec le ralentissement hivernal lié aux baisses de température et au manque de nourriture, un anneau (*annulus*) se forme en hiver, à raison d'un par an, ce qui permet une bonne estimation de l'âge. Cependant, des anneaux surnuméraires peuvent apparaître dans certaines circonstances et compliquer les déterminations d'âge. Dans le cadre d'études sur l'écologie de la truite aux Iles Kerguelen (TAAF), nous avons effectué des pêches électriques avec marquage des poissons et recapture après un et deux ans, dans trois systèmes distincts (Rivières de la Ferme, de Val Travers et de la Clarée). Les écailles des poissons prélevées lors de chaque capture montrent clairement les anneaux annuels. Une intercalibration avec des otolithes prélevés sur certaines de ces truites préalablement marquées à l'Alizarine Red S entre 0+ et 2+ confirme la formation annuelle de ces anneaux. Cependant, des anneaux surnuméraires apparaissent sur une bonne proportion des écailles ; ils correspondent précisément aux périodes de pêche et de marquage, lorsqu'on compare les photos d'écailles d'un même poisson aux différentes captures. Leur position est corroborée par les comptages de *circuli* à partir du dernier anneau connu avec certitude. Ainsi, le stress lié à la pêche électrique, la stabulation, les manipulations lors des mensurations et le marquage, peut affecter la croissance dans la période suivant la libération presque aussi fortement que le ralentissement hivernal. Ceci peut causer une surestimation de l'âge, à moins de bien connaître les populations et la fréquence des contrôles.

**Mots-clés :** Ecailles, faux anneaux, stress, truite, Kerguelen

# La scalimétrie appliquée à l'archéo-ichtyologie

Guillaud Emilie

*Muséum national d'Histoire naturelle, UMR 7209 du CNRS, Paris, France*

**Type de communication :** Présentation orale

**Session :** Thème 3 « Estimation de l'âge et de la croissance »

La première difficulté rencontrée lors de l'étude d'un matériel archéologique porte sur l'état de conservation des restes ichtyofauniques. Le taux de fragmentation ne permet qu'un faible taux d'identification spécifique. De même la conservation des écailles en contexte Paléolithique est assez exceptionnelle. Le matériel ichtyofaunique issu des niveaux magdaléniens ( $\pm 15\ 000$  ans BP) de la grotte du Taillis des Coteaux, dans la Vienne (86), est particulièrement riche en écailles. Les écailles déterminées appartiennent majoritairement aux Salmonidae (*Thymalus thymallus*, *Salmo salar*, *Salmo trutta*, *Coregonus* sp.). Leur étude peut apporter des informations en termes de saisonnalité de capture et de paléoenvironnement. Les écailles de *Thymallus thymallus* ont été choisies en raison de la prédominance de cette espèce sur le site mais aussi pour leur forme bien reconnaissable. Issues de l'ensemble des couches stratigraphiques du site, les mieux conservées ont été nettoyées dans une cuve à ultrasons puis manuellement à l'éthanol 95 %. Elles ont ensuite été scannées en lumière transmise afin d'en observer les marques de croissance dans le but de reconstituer la croissance de cette espèce en conditions froides au Paléolithique. L'étude est en cours et les premiers résultats seront présentés lors du colloque.

**Mots-clés :** archéo-ichtyologie, scalimétrie, *Thymallus thymallus*, Paléolithique

# La plateforme de sclérochronologie : une interface entre l'individu et la gestion / conservation des espèces.

Hautecoeur Melyne et Tabouret Hélène

*Muséum national d'Histoire naturelle, Département des milieux et peuplements aquatiques, UMR BOREA 7208 CP 26, 43 rue Cuvier, 75231 Paris cedex 05, France*

**Type de communication :** Poster

**Session :** Thème 3 « Estimation de l'âge et de la croissance »

La plateforme de sclérochronologie de l'UMR BOREA accueille des chercheurs aux problématiques variées, principalement en ichtyologie. L'équipement de la plateforme (loupe binoculaire, tronçonneuses, ponceuse, microscopes et logiciel de traitement d'image) permet de traiter différentes pièces calcifiées (otolithes, écailles, opercules, etc.) en vue de l'étude de leur structure et/ou de leur composition élémentaire.

Les études structurales se font à diverses échelles, allant de l'observation des dépôts de croissance journaliers aux dépôts de croissance annuels. Par exemple l'étude des dépôts journaliers chez les poissons diadromes des systèmes insulaires tropicaux (*Sicydiinae*, *Eleotridae*) nous permet d'accéder à des informations telles que la durée de phase larvaire, la croissance larvaire ou encore aux périodes de reproduction et de recrutement. A l'UMR BOREA, l'observation des dépôts annuels des poissons subantarctiques ([Nototheniidae](#)) permet d'affiner les relations taille/âge des individus. Associées à une étude des dépôts journaliers sur les individus de moins d'un an, ces données ont pour but de mettre en place une meilleure gestion des stocks et des quotas de pêche.

Le matériel à disposition permet aussi de préparer les pièces calcifiées en vue d'analyses multi élémentaires et isotopiques par des techniques de pointe (ablation laser ICPMS et NanoSIMS). En effet la composition chimique de ces pièces peut apporter des informations sur les traits d'histoire de vie (migration, pollution...) des organismes diadromes, essentielles à la gestion et la conservation des espèces. Actuellement ces analyses se portent essentiellement sur des poissons amphidromes mais aussi sur des gastéropodes diadromes. La plateforme technique est ouverte à un grand nombre d'autres thématiques et structures calcifiées (intercalibration écaille / otolithe, préparation de crinoïdes ou coraux) et reste également ouverte à l'ensemble de la communauté scientifique locale nationale et internationale.

**Mots-clés :** sclérochronologie, UMR BOREA, instrumentation



# Retro calcul des dates de naissance et croissance des juvéniles d'*Hyporhamphus picarti* (Actinopterygii, Hemirhamphidae) signalée pour la première fois dans la lagune de Nador, Maroc

Jaafour Sakina<sup>1</sup>, Yahyaoui Ahmed<sup>1</sup>, Rabhi Khalef<sup>2</sup>, Sadak Abderrahim<sup>1</sup> et Amara Rachid<sup>2</sup>

1 : Université Mohammed V-Agdal, Laboratoire de Zoologie et Biologie Générale, Faculté des Sciences de Rabat, B.P. 1014-Rabat, Maroc

2 : Université du littoral- Laboratoire d'Océanologie et Géosciences UMR 8187. F-62930 Wimereux, France

**Type de communication :** Présentation orale

**Session :** Thème 3 « Estimation de l'âge et de la croissance »

Des juvéniles d'*Hyporhamphus picarti* ont été signalés pour la première fois dans la lagune de Nador située au Nord- Est du littoral méditerranéen marocain. Cette étude est la première à décrire la période de ponte et la croissance des juvéniles de cette espèce. L'analyse de la microstructure des otolithes (lapilli) a permis d'estimer l'âge, la croissance et de rétro-calculer les dates de naissance de 86 juvéniles capturés en octobre 2012. La longueur totale (Lt) des individus capturés varie de 48.6 à 126.2 mm (taille moyenne = 72.25) et le poids total (W) de 13 à 300 mg (poids moyen = 61.3). La relation taille-poids de l'espèce est de type allométrique majorante :  $W = 0.000006 Lt^{3.20}$  ( $R^2 = 0,95$ ). L'âge des juvéniles analysés varie de 35 à 68 jours (âge moyen = 48 j). La période d'éclosion d' *Hyporhamphus picarti* s'étale sur un mois, du 11 août au 12 septembre, avec un pic d'éclosion (médiane de la distribution) entre le 30 et le 31 août. La croissance des juvéniles est décrite par une relation linéaire :  $Lt = 0.359 \text{ âge} + 22.77$  ( $R^2 = 0,64$ ) et le taux de croissance estimé est de 0.36 mm/jour. Il existe une relation linéaire significative entre la croissance somatique (Lt, mm) et la croissance de l'otolithe (Rad : radius,  $\mu\text{m}$ ) :  $\text{Rad} = 0.0016 Lt + 0.090$  ( $R^2 = 0,80$ ). La largeur des stries d'accroissement journalier des otolithes montre que la croissance augmente au cours des 25 premiers jours de la vie larvaire (la largeur des accroissements passe de 2.22 à 5.33  $\mu\text{m}/\text{j}$ ) puis diminue progressivement pour atteindre 1.80  $\mu\text{m}/\text{j}$  vers l'âge de 60 jours.

**Mots-clés :** *Hyporhamphus picarti*, Otolithes, Croissance, Dates de naissance, Lagune de Nador, Maroc, Méditerranée

# Mise en évidence des marques de croissance dans des fossiles d'ectothermes du Miocène du Tchad (désert du Djourab, 7Ma)

Lapalus Florian<sup>1</sup>, Otero Olga<sup>1</sup>, De Rafelis Marc<sup>2</sup>, Segalen Loïc<sup>2</sup> et Garcia Géraldine<sup>1</sup>

1 : Université de Poitiers, IPHEP – Institut de Paléoprimatologie, Paléontologie Humaine: Evolution et Paléoenvironnements, UMR CNRS 7262 INEE, SFA, Bat. B35, 6 rue Michel Brunet, F-86022 Poitiers Cedex, France

2 : Université Pierre et Marie Curie Univ. Paris 06, Laboratoire Biominéralisations et Environnements Sédimentaires, IStEP - UMR 7193, Case postale 116, 4 Place Jussieu, F-75005 Paris, France

**Type de communication :** Poster

**Session :** Thème 3 « Estimation de l'âge et de la croissance »

Les marques de croissance squelettiques (MCS) sont connues et utilisées depuis longtemps chez les ectothermes actuels, notamment pour l'estimation de l'âge, de la croissance, le marquage de populations, etc. Cependant elles restent étudiées de façon marginale sur du matériel fossile alors que les archéozoologues les exploitent régulièrement pour inférer les saisons de pêche par exemple. Sur du matériel ancien, les études sont généralement basées sur l'observation de sections en lumière naturelle.

Dans l'objectif d'utiliser les MCS sur du matériel fossile pour la reconstruction des environnements anciens, nous avons voulu tester l'efficacité de plusieurs méthodes d'observation sur différentes pièces squelettiques fossiles de poissons (polyptères, poissons chats et perciformes) et de tortues aquatiques (pelomédusidés). Sur de même pièces, on a réalisé une observation classique de lames minces au microscope optique en lumière naturelle et polarisée (LN et LP), une observation au microscope électronique à balayage (MEB) et une observation sous cathodoluminescence (CL).

Parmi les pièces testées les écailles ganoïdes, les vertèbres de *Polypterus sp.*, ainsi que le cortex interne de plaques dermiques de *Pelusios sp.* ont montré les MCS les plus nettes. Par ailleurs, il s'avère que de simples sections (effectuées selon les plans de coupes préconisés pour les pièces actuelles) suffisent pour avoir une bonne lecture des MCS. Les temps de préparation et d'acquisition des images en CL et MEB sont plus longs que les observations en LN. De plus, elles rendent visibles des informations qui peuvent brouiller le signal qui nous intéresse. Ces informations chimiques complémentaires renseignent sur le type de diagenèse ayant affecté les fossiles.

**Mots-clés :** fossiles, microscope électronique à balayage

# Rôle de la dynamique environnementale sur la mise en place des structures calcifiées des organismes aquatiques : quelle réponse des invertébrés marins ?

Lartaud Franck

UPMC Université Paris 06, Laboratoire d'Ecogéochimie des Environnements Benthiques (LECOB),  
CNRS - UPMC UMR8222, Observatoire océanologique de Banyuls, Avenue du Fontaulé, 66650  
Banyuls-sur-Mer, France

**Type de communication :** Présentation orale

**Session :** Thème 1 « Formation et structure des différentes pièces calcifiées »

Parmi les structures abondamment utilisées dans les travaux en sclérochronologie, les pièces calcifiées des invertébrés marins (notamment mollusques et coraux) tiennent une place importante. Outre les descripteurs de croissance (âge, rythmes) nécessaires pour mieux comprendre la dynamique de population et la gestion de stocks des espèces commerciales, le squelette est utilisé comme archive environnementale. L'intérêt se porte notamment sur les espèces dont le taux de croissance permet l'acquisition d'un signal à haute résolution (saison à infra-journalier) et/ou sur de longues périodes de temps (> 400 ans pour le bivalve *A. islandica* et plusieurs milliers d'années pour certaines colonies coralliennes récifales).

Les invertébrés calcifiants, présent aussi bien dans les eaux dulçaquicoles que dans les environnements marins côtiers et profonds, et sur un large spectre latitudinal, exhibent une multiplicité de structures biominéralisées. Ainsi différentes minéralogies, microstructures et rythmes de croissance sont observés suivant les espèces. La dynamique de l'environnement est alors un facteur prépondérant dans la mise en place des incréments et stries de croissance. L'analyse de ces incréments de croissance permet ainsi de mieux comprendre l'impact sur la croissance des facteurs abiotiques (température, apports nutritifs, ...) et biotiques (reproduction, prédation, ...) intervenant au cours de la vie des organismes.

Différents outils se sont développés pour étudier la croissance et le modèle d'âge du squelette des invertébrés marins (méthodes biométriques, indices de poids). Mais l'approche sclérochronologique offre les meilleures précisions, notamment lorsqu'elle est couplée à l'utilisation de techniques de marquages, permettant d'inscrire un repère temporel dans la croissance. Les dernières années ont ainsi vu une utilisation croissante des marqueurs chimiques (manganèse, fluorochromes) pour étudier les patrons de croissance de la coquille des bivalves et du squelette des coraux.

Ces outils sclérochronologiques développés pour l'étude d'organismes littoraux ont été adaptés aux environnements extrêmes (polaires, canyons sous-marin, dorsales océaniques) permettant d'accroître considérablement nos connaissances sur le fonctionnement d'écosystèmes difficile d'accès. Au travers d'exemples tirés d'études d'organismes côtiers (coques, huîtres, pétoncles) et profonds (coraux froids, moules hydrothermales), cette communication vise à illustrer les relations existant entre croissance des pièces calcifiées et dynamique de l'environnement.

**Mots-clés :** Variabilité environnementale, Rythmes croissance, Marquage-recapture, Bivalves, Coraux froids

# Nouveau regard sur la croissance des coraux froids : changements temporels chez les espèces constructrices de récifs *Lophelia pertusa* et *Madrepora oculata*

Lartaud Franck<sup>1</sup>, Pareige Simon<sup>1</sup>, de Rafelis Marc<sup>2</sup> et Le Bris Nadine<sup>1</sup>

1 : UPMC Université Paris 06, Laboratoire d'Ecogéochimie des Environnements Benthiques (LECOB), CNRS - UPMC UMR8222, Observatoire océanologique de Banyuls, Avenue du Fontaulé, 66650 Banyuls-sur-Mer, France.

2 : UPMC Université Paris 06, Laboratoire Biominéralisations et Environnements sédimentaires, IStEP, CNRS-UPMC, UMR 7193, 4 pl. Jussieu, 75252 Paris cedex 05, France

**Type de communication :** Poster

**Session :** Thème 3 « Estimation de l'âge et de la croissance »

Les coraux froids scleractiniaires, largement répandus dans les fonds océaniques, constituent des organismes clés des écosystèmes profonds. En effet, des espèces ingénieuses comme *Lophelia pertusa* ou *Madrepora oculata* forment des récifs qui servent de refuges, de nurseries et d'exportation vers le plateau continental pour de nombreuses espèces (larves de poissons, décapodes ...), dont certaines ont un intérêt patrimonial et commercial. Mais la biologie et l'écologie des coraux froids sont encore mal connues, notamment concernant la croissance dans leur environnement naturel. Pourtant, une meilleure compréhension des patrons de croissance de ces espèces est nécessaire pour prédire le temps de résilience lors de dommages (chalutage ...), et pour déterminer l'impact des changements environnementaux sur les performances de croissance.

Cette étude illustre une nouvelle approche pour étudier le taux de croissance des coraux froids, particulièrement adaptée aux applications *in situ*. Des fragments de *Lophelia pertusa* et *Madrepora oculata*, les principales espèces ingénieuses, ont été collectés dans le canyon Lacaze-Duthiers dans le Golfe du Lion (prof. 520 m). Ces fragments de coraux ont été marqués à la calcéine ou au manganèse et redéployés *in situ* pendant 6 mois de Novembre à Mai (= hiver/printemps), 4 mois de Mai à Septembre (= été) et 10 mois de Novembre à Septembre. Pour comparaison, des expériences en aquarium ont été menées sur des colonies maintenues à une température constante de 13°C, correspondant à leurs conditions d'habitat.

Parmi les deux types de marquages, seul la calcéine a été efficace (incorporation rapide et détection aisée). Alors qu'il n'y a pas de différences entre les taux de croissance en aquarium et *in situ*, les taux de bourgeonnement (taux de nouveaux polypes formés par polypes disponibles par an) sont plus réduits en mésocosme par rapport aux conditions *in situ*. Dans le canyon, les taux de bourgeonnement sont similaires entre les deux espèces en hiver, mais chutent brutalement en été pour *M. oculata*. Les nouveaux polypes ont un taux de croissance significativement plus rapide que les anciens, et les nouveaux polypes de *L. pertusa* poussent plus rapidement durant l'hiver, alors que les nouveaux polypes de *M. oculata* poussent plus rapidement en été.

Ces tendances saisonnières peuvent être reliées à des réponses spécifiques liées à aux perturbations des conditions environnementales. Des événements de tempêtes ou de cascading, qui interviennent pendant la période hivernale dans le canyon de Lacaze-Duthiers, entraînent une diminution de température, de fortes vitesses du courant et des apports de sédiment et de matière organique susceptibles d'affecter la croissance des coraux profonds.

**Mots-clés :** croissance, coraux

# **La sclérochronologie au service de la limnologie : Améliorer les connaissances sur l'écologie des populations de poissons des grands lacs péri-alpins et évaluer les effets de la gestion et des changements globaux**

Lasne Emilien<sup>1</sup>, Anneville Orlane<sup>1</sup>, Cachera Sébastien<sup>2</sup>, Caudron Arnaud<sup>1,3</sup>, Champigneulle Alexis<sup>1</sup>, Dubois Jean-Paul<sup>1</sup>, Gillet Christian<sup>1</sup>, Guillard Jean<sup>1</sup>, Hamelet Valérie<sup>1</sup> et Perga Marie-Emilie<sup>1</sup>

*1 : UMR 42 CARRTEL – INRA/Université de Savoie, 75 avenue de Corzent BP 511 F-74203 Thonon-les-Bains Cedex, France*

*2 : CISALB, 42 rue du Pré Demaison 73000 Chambéry, France*

*3 : Fédération de Haute-Savoie pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique 2092 route des Diacquenods 74370 St Martin Bellevue, France*

**Type de communication :** Présentation orale

**Session :** Thème 5 « Caractérisation du cycle biologique et des conditions de milieu des individus »

Depuis plus de 30 ans, les ichthyologues de la Station INRA de Thonon-les-Bains s'intéressent à comprendre le rôle des pressions anthropiques et naturelles sur les poissons des grands lacs péri-alpins. Ces lacs hébergent une ichthyofaune originale, avec des espèces sténothermes d'eau froide en limite sud de leur aire de répartition et des espèces eurypiques en limite altitudinale supérieure. Sous l'action des pressions anthropiques, les assemblages et populations de poissons ont beaucoup évolués, et ils continuent encore à changer. Lors du siècle dernier, c'est l'eutrophisation qui a été un des principaux moteurs de ces changements. Aujourd'hui, et dans les décennies à venir, le réchauffement climatique est supposé jouer un rôle prépondérant, et les pressions restent multiples, leurs interactions complexes et méconnues. Certains des travaux menés pour comprendre les processus en jeu se basent sur l'acquisition de données par sclérochronologie en utilisant l'importante collection d'échantillons disponibles. Cette collection, d'échantillons anciens mais aussi actuels, est en train d'être formalisée sous forme de Système d'Information ouvert et est un atout du SOERE "Grands lacs péri-alpins". Ces échantillons permettent d'aborder de façon rétrospective, la problématique de l'effet des changements globaux (dont le changement climatique) sur le fonctionnement des écosystèmes lacustres. A travers quelques exemples choisis, nous illustrons ici comment une palette d'outils sclérochronologiques basés sur différentes pièces osseuses permet de caractériser le cycle biologique et la dynamique des populations, mais également d'évaluer l'effet des mesures de gestion et l'influence des conditions environnementales. Ces travaux ont en effet été réalisés à partir d'écailles, d'otolithes ou d'opercules et ont consisté en des marquages de masse, des estimations d'âges et de vitesses de croissance, ainsi qu'en des analyses isotopiques et génétiques.

**Mots-clés :** écosystèmes lacustres, changement climatique, eutrophisation

# Les otolithes : la boîte noire des poissons ????

Lecomte-Finiger Raymonde

Centre de Biologie et d'Ecologie Tropicale et Méditerranéenne CNRS, Université de Perpignan, 52 Av. Paul Alduy, 66860 Perpignan cedex, France

**Type de communication :** Présentation orale

**Session :** Thème 1 « Formation et structure des différentes pièces calcifiées »

Les otolithes, sont des concrétions calcaires de l'oreille interne (pierres d'oreille) des poissons Téléostéens. Ils donnent aux poissons un sens de l'équilibre, et participent aussi à la fonction d'audition. Les otolithes se présentent sous la forme classique de 3 paires de concrétions appelées : *sagittae*, *lapilli* et *asterisci*. Les otolithes ont une forme distinctive qui est caractéristique de l'espèce du poisson à laquelle ils appartiennent.

L'otolithe est constitué de cristaux d'aragonite au sein d'une trame protéique. La *sagitta*, la plus volumineuse des 3 paires est la plus utilisée en ichtyo-écologie. Elle évolue morphologiquement et en taille au cours de la croissance du poisson. Sa croissance se fait par adjonction périphérique de couches cristallines. De plus, contrairement à d'autres pièces calcifiées comme les écailles, l'otolithe demeure stable dans le temps.

Pour l'ichtyobiologiste, l'otolithe est un des meilleurs outils dont il dispose pour comprendre et reconstituer le cycle biologique du poisson et de ses populations. Nous discuterons dans cette communication les diverses utilisations de l'otolithe en ichtyo-écologie :

- à l'échelle individuelle : histoire individuelle de croissance, de reproduction ou de migration (à partir de l'observation des marques de croissance)
- à l'échelle d'une population : recrutement, mortalité, structure de la population (à partir des marques de croissance, de la forme)
- à l'échelle l'écosystème : informations sur les conditions environnementales (à partir de la composition chimique et isotopique)

Si l'analyse des otolithes est reconnue comme une source considérable d'information, ce potentiel d'archive est encore largement sous-exploité.

**Mots-clés :** otolithe, intérêt en ichtyo-écologie

## Détermination de l'âge chez les thons tropicaux à partir des microstructures d'otolithes : aperçus du programme de marquage des thons de l'océan Indien.

Le Croizier Gaël<sup>2,4</sup>, Sardenne Fany<sup>1,2</sup>, Dortel Emmanuelle<sup>3</sup>, Leroy Bruno<sup>5</sup>, Labonne Maylis<sup>2</sup>, Bodin Nathalie<sup>1</sup> et Chassot Emmanuel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut de Recherche pour le Développement, UMR 212 EME (IRD/Ifremer/UM2), SFA, Fishing Port, BP 570, Victoria, SEYCHELLES

<sup>2</sup>Indian Ocean Tuna Commission, PO Box 1011, Victoria, SEYCHELLES

<sup>3</sup>Institut de Recherche pour le Développement, UMR 212 EME (IRD/Ifremer/UM2), Avenue Jean Monnet, BP 171, 34203 Sète Cedex, FRANCE

<sup>4</sup>Institut de Recherche pour le Développement, UMR 6539 LEMAR (UBO/CNRS/IRD/Ifremer), BP 70, 29280 Plouzané, FRANCE

<sup>5</sup>Secretariat of the Pacific Community, BP D5, 98848 Nouméa, NEW CALEDONIA

**Type de communication :** Poster

**Session :** Thème 3 « Estimation de l'âge et de la croissance »

Le programme de marquage des thons de l'océan Indien (IOTTP) a fourni une occasion unique de tester l'hypothèse d'un dépôt journalier de microstries de croissance dans les otolithes de thon albacore (*Thunnus albacares*), thon obèse (*Thunnus obesus*) et bonite à ventre rayé (*Katsuwonus pelamis*) à l'échelle de l'océan Indien. En effet, environ 3% des 201 425 thons marqués de façon traditionnelle ont reçu l'injection d'un marqueur fluorescent, l'oxytétracycline ou OTC, avant d'être relâchés. Basé sur les otolithes prélevés sur les thons recapturés, les principaux objectifs de cette étude sont les suivants : (i) décrire les différentes étapes de la méthode de lecture d'âge utilisée, (ii) évaluer l'intérêt des microstructures des otolithes dans la détermination de l'âge chez les thons tropicaux, (iii) évaluer la cohérence de la méthode de lecture (i.e. l'interprétation des microstructures) qui peut être affectée par la présence de sous-incréments journaliers, et enfin (iv) évaluer les conséquences des différentes méthodes de lecture sur l'estimation de la croissance.

**Mots-clés :** croissance, otolithes, OTC, marquage, microstructures, thons tropicaux.

# Du prélèvement au stockage des pièces calcifiées des poissons marins

Mahé Kélig

*IFREMER, Laboratoire Ressources Halieutiques, Pôle National de Sclérochronologie, 150 quai Gambetta, BP 699, 62 321 Boulogne sur mer, France*

**Type de communication :** Présentation orale

**Session :** Thème 2 « Du Prélèvement au stockage des pièces calcifiées »

Chaque année, de nombreux pays fournissent des données d'âge qui sont essentielles à l'évaluation de l'état des ressources marines permettant d'élaborer des hypothèses sur leur évolution. L'âge d'un poisson est estimé à partir de l'analyse de ces pièces calcifiées (écaille, otolithe, vertèbre...). Chaque année, ce sont près d'un million de pièces calcifiées qui sont interprétées. En France, 32 espèces commerciales de poissons marins réparties en plus de 50 stocks sont ainsi traitées chaque année au pôle de Sclérochronologie de l'institut Ifremer. Plus de 35000 pièces calcifiées (otolithes, écailles, *illicium*...) provenant de l'ensemble des secteurs français de pêche (Méditerranée, golfe de Gascogne, mer Celtique, Manche, mer du Nord, Ouest Ecosse, Atlantique Nord Ouest) sont prélevées selon différentes techniques liées à la forme et la taille du poisson. Ce matériel biologique fragile et inerte requiert des méthodes de préparation très différentes selon la pièce calcifiée mais aussi selon l'espèce étudiée. Si l'observation des écailles ne demande jamais de préparation préalable, celle des otolithes dépend de la forme de celui-ci. L'observation des structures de croissance sur les otolithes selon les espèces analysées peut être directe, après brûlage, en coupe fine transversale ou bien même nécessiter des méthodes de polissage. Si la méthode de préparation peut influencer l'estimation de l'âge, l'interprétation des structures visibles des pièces calcifiées est tout aussi importante. Ainsi, pour limiter les biais dus à l'interprétation, le Traitement Numérique de ces Pièces Calcifiées à l'aide du logiciel TNPC ([www.tnpc.fr](http://www.tnpc.fr)) et les exercices d'inter-calibration entre laboratoires sont 2 outils essentiels pour une meilleure qualification de l'estimation d'âge. Enfin, si le stockage numérique des pièces calcifiées est nécessaire pour faciliter ultérieurement les traitements et les échanges d'images, le stockage physique de ce matériel biologique est aussi très important mais cette étape requiert là encore beaucoup de précautions.

**Mots-clés :** prélèvement, préparation, interprétation, stockage, pièce calcifiée



# Validation de la périodicité annuelle de formation des stries de croissance sur les otolithes de plusieurs espèces de poissons plats et de gadidés en Atlantique Nord-Est, Manche et mer du Nord

Mahé Kélig, Dufour Jean-Louis, Elleboode Romain, Félix Jérôme, Sévin Karine, Bellamy Elise et Coppin Franck

IFREMER, Laboratoire Ressources Halieutiques, Pôle National de Sclérochronologie, 150 quai Gambetta, BP 699, 62 321 Boulogne sur mer, France

**Type de communication :** Présentation orale

**Session :** Thème 3 « Estimation de l'âge et de la croissance »

L'âge est une donnée essentielle pour suivre et évaluer les populations de poissons. L'estimation de l'âge est réalisée en identifiant les structures visibles sur les pièces calcifiées en particulier sur les otolithes. Ces estimations doivent être validées pour confirmer l'exactitude des âges observés. Pour cela, il est nécessaire d'une part d'identifier les marques de croissance et d'autre part leur formation. Ainsi, la périodicité de formation des anneaux de croissance a pu être suivie tout au long de l'année à partir de l'indice de l'allongement marginal mensuel. Toutes les données françaises de 2011 et de 2012 ont permis d'obtenir un suivi annuel avec tous les mois représentés pour des poissons plats tels que la sole commune (*Solea solea*), la plie commune (*Pleuronectes platessa*) et la cardine franche (*Lepidorhombus whiffiagonis*) et pour des poissons ronds de la famille des gadidés tels que le merlan (*Merlangius merlangus*), la morue (*Gadus morhua*), l'églefin (*Melanogrammus aeglefinus*) et le lieu noir (*Polliachius virens*) en Atlantique Nord-Est (golfe de Gascogne, mer Celtique et Ouest-Ecosse), en Manche Est et mer du Nord. Ainsi, l'analyse numérique réalisée à l'aide du logiciel TNPC (Traitement Numérique de Pièces Calcifiées, [www.tnpc.fr](http://www.tnpc.fr)) a permis de mesurer toutes les distances entre les anneaux de croissance et le bord de l'otolithe selon un seul et même axe d'interprétation pour chaque espèce étudiée. Un total de 23712 poissons âgés de 1 an à 24 ans a ainsi été analysé. Les résultats ont montré qu'il y a bien pour toutes les espèces et indifféremment de la zone géographique et de l'année considérées, une alternance entre une période avec un ralentissement de croissance observé de novembre à avril se traduisant par une zone translucide à la surface de la préparation et à l'inverse une période de mai à octobre avec une croissance plus rapide formant une zone opaque.

**Mots-clés :** Allongement marginal, zone opaque, zone hivernale, otolithe

# Estimation de la croissance journalière de juvéniles de poissons à partir des microstries observables à la surface des otolithes : cas de la plie et de la sole en Manche Est, du maigre dans le golfe de Gascogne et du merlu dans le golfe du Lion

Mahé Kélig, Elleboode Romain et Bellamy Elise

IFREMER, Laboratoire Ressources Halieutiques, Pôle National de Sclérochronologie, 150 quai Gambetta, BP 699, 62 321 Boulogne sur mer, France

**Type de communication :** Poster

**Session :** Thème 3 « Estimation de l'âge et de la croissance »

Chez les poissons, l'âge est estimé à partir de l'analyse de pièces calcifiées (écaille, otolithe, vertèbre...). L'otolithe, situé dans l'oreille interne, est le plus utilisé en écologie car il est métaboliquement inerte et sa croissance est continue tout au long de la vie du poisson. Chaque poisson présente 3 paires d'otolithes (*sagitta*, *lapillus* et *astericus*) et leur forme sont différentes et spécifiques à chaque espèce. Le dénombrement des couches concentriques successives présentes sur les pièces calcifiées permettent d'estimer l'âge et la croissance somatique du poisson. Cependant, ces structures à la surface de l'otolithe peuvent présenter des échelles temporelles différentes. Chez les juvéniles, l'analyse des accroissements primaires traduit une croissance journalière du poisson. Ainsi, la relation linéaire entre la longueur totale ( $L_t$ , cm) du poisson et l'âge (en jours équivalent au nombre de microstries journalières) a été réalisée ( $L_t = a \times \text{âge} + b$  où  $a$  est le taux de croissance journalier) sur 4 espèces dont 2 benthiques avec la sole commune (*Solea solea*) et la plie commune (*Pleuronectes platessa*) et 2 démersales avec le maigre (*Argyrosomus regius*) et le merlu (*Merluccius merluccius*). Pour toutes les espèces, de nombreux tests ont été réalisés pour le choix de l'otolithe puis celui de la technique à mettre en oeuvre. Les résultats ont montré que pour les 2 poissons plats, l'otolithe à utiliser est le lapillus droit et/ou gauche alors que c'est la sagitta droite pour les 2 poissons ronds. Enfin, le mode de préparation présentant les meilleurs résultats a toujours été le polissage de l'otolithe entier sur son plan sagittal des 2 côtés jusqu'à l'obtention de toutes les microstries depuis le nucleus jusqu'au bord externe de l'otolithe. Pour estimer l'âge journalier, ces préparations ont été analysées numériquement à partir d'images mosaïques réalisées à l'aide du logiciel TNPC (Traitement Numérique de Pièces Calcifiées, [www.tnpc.fr](http://www.tnpc.fr)) présentant toute la surface de l'otolithe. Après une triple estimation de l'âge permettant de limiter les erreurs dues au dénombrement des stries, les régressions linéaires ont été établies pour le merlu dans le golfe du Lion ( $\text{Age}=0.045L_t-1.625$  ;  $N=60$  ; données 2002-2003), le maigre dans le golfe de Gascogne ( $\text{Age}=0.121L_t-9,938$  ;  $N=26$  ; données 2011), la sole en Manche Est ( $\text{Age}=0.034L_t+2.169$  ;  $N=86$  ; données 2008) et la plie en Manche Est ( $\text{Age}=0.057L_t-3.840$  ;  $N=90$  ; données 2008). Si l'estimation journalière de l'âge des poissons est réalisable sur la surface des préparations, il est à noter que l'otolithe et/ou la technique peuvent différer selon les espèces.

**Mots-clés :** micro-incrément, ageage journalier, *lapillii*, *sagittae*

## Du prélèvement au stockage des écailles

Marchand Frédéric<sup>1</sup>, Azam Didier<sup>1</sup> et Baglinière Jean-Luc<sup>2</sup>

*1 : INRA, Unité 1036 Expérimentale d'Ecologie et d'Ecotoxicologie aquatique, Rennes, France*

*2 : INRA, UMR 0985 Ecologie et Santé des Ecosystèmes, Rennes, France*

**Type de communication :** Présentation orale

**Session :** Thème 2 « Du Prélèvement au stockage des pièces calcifiées »

Les écailles en tant que structures dures sont des enregistreurs biologiques de l'histoire de vie du poisson ; elles indiquent l'âge, la croissance et apportent des renseignements sur la vie du poisson. Les méthodes de prélèvement et de préparation ainsi que les matériels utilisés pour la lecture sont des éléments importants pour assurer la qualité de l'interprétation et nécessitent donc d'être soumis à des modes opératoires bien décrits.

Si l'interprétation de l'âge est le premier objectif des prélèvements d'écailles, la génétique ou la microchimie offrent d'autres possibilités intéressantes en écologie. Cela est vrai pour les prélèvements actuels mais aussi pour les collections anciennes maintenues dans les différents laboratoires.

L'Unité Expérimentale d'Ecologie et d'Ecotoxicologie aquatique de Rennes (U3E) assure la gestion d'une collection de plus de 100 000 écailles d'origines diverses, alimentée chaque année et ce depuis plus de 40 ans. Cette collection historique constitue aujourd'hui un réservoir de matériel biologique très recherché pour analyser l'évolution de la variabilité génétique des populations de poissons, l'origine ou la qualité de leur milieu de vie et les modifications de croissance individuelle au regard des changements globaux ou locaux.

Le stockage et l'archivage de ces structures osseuses doivent être effectués dans des conditions performantes permettant d'optimiser leur conservation et leur utilisation dans des études sur le long terme. Pour se faire, il est très utile de les indexer et de développer un système d'information (base de données) pour en assurer leur gestion.

De telles collections sont actuellement disponibles dans plusieurs unités. De fait, une utilisation partagée de ce patrimoine passe par une bonne communication ce qui nécessite d'avoir un vocabulaire et une nomenclature communs en se basant sur des référentiels existants (i.e. sandre).

**Mots-clés :** écailles, collection, prélèvement, stockage

# **Caractérisation microchimiques des otolithes de Sardines, Merlus, et Pageots le long de la côte marocaine en lien avec des apports anthropiques et les upwellings.**

Masski Hicham<sup>1</sup>, Labonne Maylis<sup>2</sup>, Tailmane<sup>1</sup>, Lae Raymond<sup>1,2</sup>, Zohra BouthirFatima<sup>1</sup>, MunaronJean-Marie<sup>2</sup>, DabasEric<sup>2</sup>, Bassoullet Claire<sup>3</sup> et Tito de MoraisLuis<sup>2</sup>

*1- INRH, Bd Sidi Abderrahman Ain Diab, Casablanca, Maroc*

*2- UMR 6539 IRD/CNRS/UBO LEMAR, IUEM, Place copernic, 29820 Plouzané, France*

*3- UMS 3113, PSO, IUEM, Place copernic, 29820 Plouzané, France*

**Type de communication :** Poster

**Session :** Thème 5 « Caractérisation du cycle biologique et des conditions de milieu des individus »

Les zones d'upwelling (remontées d'eaux profondes riches en éléments nutritifs) représentent des zones de pêche importantes de par le monde et notamment au Maroc. Ces zones particulièrement riches sont également fortement anthropisées et sous la menace de pollutions d'origine terrestre et des changements globaux qui peuvent permettre la remobilisation de contaminants au travers des modifications apportées à la dynamique des upwellings. Au Maroc il a été mis en évidence :

- l'augmentation de certains Eléments Traces Métalliques au moment où l'upwelling est le plus fort (été) ou juste après la saison de fort upwelling (automne)
- des concentrations en ETM plus fortes dans des zones où l'upwelling est le plus intense
- l'augmentation globale des micro-contaminants observée ces dernières années
- les variations d'intensité de l'upwelling ces dernières années.

Dans le cadre de l'ANR Epure, nous nous sommes intéressés à la contamination des poissons le long de la côte marocaine atlantique caractérisée par de grandes industries de phosphates relarguant potentiellement du Cd et des upwellings permanents et saisonniers pouvant remobilisés ces polluants. Nous avons collecté lors de débarquements des échantillons de 3 espèces de poissons (sardines, pageots, merlus) de niveaux trophiques différents le long de la côte marocaine sur plus de 1000 km. Ces premiers résultats concernent les concentrations en éléments traces métalliques mesurés par ICP- MS dans les otolithes échantillonnés lors d'une campagne. D'autres résultats sont attendus sur les organes et ceci sera reproduit lors de 2 autres campagnes en mer menées à différentes saisons.

**Mots-clés :** Otolithe, microchimie

# Typologie, Formation et structure, Rythme de croissance des écailles des Téléostéens

Meunier François

UMR 7208 (CNRS-IRD-Univ P.M. Curie), BOREA, Département des Milieux et Peuplements Aquatiques, Muséum national d'Histoire naturelle, C.P. 026, 43 rue Cuvier, 75231 Paris cedex 05, France

**Type de communication :** Présentation orale

**Session :** Thème 1 « Formation et structure des différentes pièces calcifiées »

Les activités métaboliques chez les téléostéens de nos régions tempérées sont synchronisées par les rythmes climatiques annuels. La croissance de l'ensemble du squelette est optimum à la « belle saison », ralentit et/ou s'arrête en période « hivernale ». Les écailles comme divers autres éléments squelettiques enregistrent ces variations d'activité dans leur structure intime. D'origine essentiellement dermique, l'écaille des Téléostéens est de type élasmoïde. Elle prend naissance dans une papille dermique localisée à proximité de l'épiderme ; elle est constituée de deux parties : a) la couche externe ornée d'épaisseur plus ou moins constante et qui s'agrandit en surface ; b) la plaque basale profonde qui s'épaissit régulièrement par adjonction de nouvelles couches de fibres de collagène. Les écailles élasmoïdes des téléostéens sont capables de régénérer lorsqu'elles sont arrachées accidentellement.

Chez les espèces européennes, les ornements des écailles sont le plus souvent constituées de crêtes concentriques, les *circuli*, et de sillons ou gouttières radiaires, les *radii*. Les alternances saisonnières se marquent par des variations de taille des espaces séparant les *circuli*. Ainsi, un ralentissement et un arrêt de croissance se traduisent respectivement par un rapprochement significatif des *circuli* et par une discordance de ces crêtes. Lors d'une période d'activité métabolique normale, intense, l'écartement des *circuli* est important et régulier et constitue une « zone de croissance active ». Lors d'une période d'activité métabolique réduite ou nulle, le resserrement des *circuli* éventuellement renforcé par une discordance forme un *annulus*. Une zone et un *annulus* représentent un cycle annuel. Le décompte des altérations de la régularité d'espacement des *circuli*, en d'autres termes des *annuli*, permet d'estimer le nombre de périodes de faible activité métabolique, c'est-à-dire le nombre d'« hivers biologiques » ; attention, il existe des cas où le ralentissement de la croissance est estival.

Des processus d'érosion-reconstruction peuvent affecter la couche externe, voire même la plaque basale de l'écaille : exemple du Saumon en cours de maturation génitale lors de sa remontée vers les frayères. Les traces laissées par ce processus donnent alors des informations sur le nombre d'années passées en mer et, éventuellement, sur le nombre de reproductions.

Ces différentes observations constituent les bases de la scalimétrie : estimation de l'âge, évaluation de la croissance, caractérisation des activités biologiques comme la reproduction. Certaines précautions doivent être prises lors d'une étude d'estimation de l'âge à cause des propriétés de régénération des écailles. En effet, lors de sa régénération, l'écaille recouvre très rapidement la surface tégumentaire lésée et les informations chronologiques portées par l'écaille initiale sont ainsi perdues entraînant alors un fort risque de sous-estimation du nombre d'*annuli*.

**Mots-clés :** Ecaille, téléostéens, croissance

# Symétrie de la forme des otolithes droit et gauche chez plusieurs espèces en Manche Orientale et mer du Nord

Mille Tiphaine, Ernande Bruno et Mahé Kélig

IFREMER, Laboratoire Ressources Halieutiques, Pôle National de Sclérochronologie, 150 quai Gambetta, BP 699, 62 321 Boulogne sur mer, France

**Type de communication :** Présentation orale

**Session :** Thème 4 « Reconnaissance et classification inter- et/ou intraspécifique »

L'analyse de la forme des otolithes peut être utilisée pour discriminer les espèces et/ou les stocks au sein d'une même espèce. Les otolithes pouvant provenir des oreilles internes droite et gauche, la symétrie de leur forme chez un individu est une caractéristique importante à évaluer pour deux aspects : d'un point de vue fondamental, pour savoir si la morphogenèse est similaire au sein des oreilles internes droite et gauche, et d'un point de vue technique, pour l'utilisation de la forme des otolithes comme indicateur. En effet, l'existence d'une symétrie au niveau de la forme dispenserait de l'utilisation conjointe des deux otolithes tout en s'assurant de l'absence de biais dans les résultats lié à l'utilisation d'otolithes ne provenant pas systématiquement du même côté.

La forme des *sagittae* droite et gauche a été comparée chez 9 espèces de poissons ronds et 3 de poissons plats dans le but d'évaluer leur symétrie. Ces espèces sont celles d'intérêt commercial majeur en Manche Orientale et en mer du Nord. Pour chaque espèce, les individus échantillonnés couvrent l'ensemble de la gamme de taille des stades juvénile et adulte. La forme de chaque otolithe a été reconstruite par la méthode des descripteurs de Fourier dont le nombre optimal a été déterminé à l'aide de la puissance de Fourier. L'hypothèse de symétrie de forme a été testée au sein de chaque espèce à l'aide d'une analyse canonique des redondances (RDA) expliquant la matrice des descripteurs de Fourier individuels des deux otolithes par leur côté d'origine et du test de permutation associée.

Les premiers résultats révèlent l'existence d'une symétrie de la forme entre les otolithes droit et gauche chez les poissons ronds (absence de différence de forme significative à 5%). Il reste encore à vérifier si cette symétrie existe également chez d'autres espèces de «poissons ronds» et chez les «poissons plats». Chez ces derniers notamment, la position du *nucleus* des otolithes droit et gauche est asymétrique du fait d'une torsion à 90° de leur système nerveux au cours du développement, ce qui pourrait induire une asymétrie de la morphogenèse des otolithes entre les deux oreilles internes.

**Mots-clés :** Forme des otolithes, Symétrie, Manche Orientale, Mer du Nord, Ellipses de Fourier

# Premières études de la croissance d'*Hoplias aimara* : Focus sur l'amont du Sinnamary

Monchaux Damien et Vigouroux Régis

Hydreco Guyane Laboratoire Environnement de Petit Saut B.P. 823 – 97388 Kourou Cedex, Guyanne

**Type de communication :** Poster

**Session :** Thème 3 « Estimation de l'âge et de la croissance »

*Hoplias aimara* est un des plus grands poissons piscivores de Guyane française et subit une pression de pêche de plus en plus forte. De plus, il a été peu étudié et ses traits biologiques sont méconnus. Un échantillonnage des opercules a été réalisé sur toute la Guyane (N= 409). Compte tenu de la forte variabilité inter-station, l'étude actuelle porte sur l'amont du Sinnamary qui regroupe le plus grand nombre d'opercules lisibles par plusieurs lecteurs (N= 59).

Malgré une taille des poissons échantillonnés trop homogène, le modèle de Von Bertalanffy est cependant applicable sur un jeu de données adapté (tests réalisés) mais des difficultés d'études ont aussi été mises en évidence.

Il convient tout d'abord d'effectuer un échantillonnage plus spécifique de ce poisson en ciblant notamment les petits et les grands individus. Sa croissance lente et le manque d'informations quant à ses effectifs laissent cependant supposer qu'un trop grand effort d'échantillonnage risquerait de perturber les populations en place.

Egalement, l'épaississement de la base de l'opercule causée par la calcification pourrait entraîner une perte d'informations quant au nombre d'*annuli* réel, remettant ainsi en cause la facilité d'utilisation des opercules pour l'estimation simple et rapide de l'âge des aimaras. Malgré cela, l'hypothèse d'une croissance biannuelle semble se confirmer et indiquerait que ce poisson peut vivre jusqu'à 14 ans avec une taille estimée à 750 mm en longueur standard.

**Mots-clés :** Guyane française, Sinnamary, *Hoplias aimara*, Croissance, Sclérochronologie, Opercule, Von Bertalanffy

# Composition isotopique (oxygène et carbone) des otolithes des populations de poissons récifaux de l'atoll de Taiaro (Tuamotu, Polynésie française)

Morat Fabien<sup>1</sup>, Blamart Dominique<sup>2</sup>, Lecomte-Finiger Raymonde<sup>3</sup>, Planes Serge<sup>4</sup> et Galzin René<sup>4</sup>

1 : Aix Marseille Université, Université du Sud Toulon-Var, CNRS/INSU, IRD, Mediterranean Institute of Oceanography (MIO) UM 110, 13288 Marseille cedex 09, France

2 : Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, avenue de la Terrasse, 91198 Gif-sur-Yvette Cédex, France

3 : Centre de Biologie et d'Ecologie Tropicale et Méditerranéenne CNRS, Université de Perpignan, 52 Av. Paul Alduy - 66860 Perpignan cedex, France

4 : USR 3278 CNRS – EPHE Centre de Recherche Insulaire et Observatoire de l'Environnement (CRIOBE) BP 1013 - 98 729, Papetoai, Moorea, Polynésie française

**Type de communication :** Présentation orale

**Session :** Thème 5 « Caractérisation du cycle biologique et des conditions de milieu des individus »

Cette étude discute les valeurs de compositions isotopiques (O-C) d'otolithes (nucleus et bords) de différentes espèces de poissons récifaux (collectées en 1994 et 2006) provenant de l'Océan ouvert et du lagon de l'atoll de Taiaro (Tuamotu, Polynésie Française). Cet atoll de très petite taille (5 km de diamètre) se caractérise par l'absence de connexions permanentes (hoa) entre le lagon et l'océan Pacifique. Cette originalité géomorphologique se traduit dans les résultats de l'analyse de forme des otolithes menée les 4 populations (Océan-Lagon/1996-2004). Elle se traduit par une différence significative entre les populations du lagon et celles de l'océan ouvert (la première fonction discriminante séparant les populations représente 97.7% de la variabilité), par contre aucune différence entre années de pêche n'a été observée. Par conséquent, l'absence de migration vers l'océan de la population lagonaire couplée aux propriétés physico-chimiques de l'eau de l'océan et du lagon, permettent ainsi d'apprécier l'existence de changements des paramètres de l'eau durant cette décennie grâce à l'analyse de la composition isotopique (O et C) des otolithes. Cette étude démontre que le  $d^{18}O$  et le  $d^{13}C$  des otolithes des poissons des récifs coralliens nous informe sur leur histoire de vie ainsi que celle de leur environnement. Les poissons capturés dans ces sites sont suffisamment sédentaires (bonne discrimination océan/lagon à partir de la forme des otolithes) pour que leurs otolithes reflètent la composition isotopique de l'eau dans laquelle ils vivaient.

Les valeurs moyennes de  $d^{18}O$  des otolithes des poissons lagonaire sont enrichies de 1 ‰ par rapport aux valeurs des otolithes en provenance de l'océan. Cette différence correspond également à la différence de composition isotopique de l'oxygène entre les eaux du lagon et celle de l'océan. Cela renforce l'hypothèse que les poissons du lagon ont réalisé leur cycle biologique complet dans le lagon. Dans les deux populations, des différences nucleus/bords sont observées montrant ainsi l'existence de changements de comportement (habitat, alimentaire, etc.) entre les larves et les adultes. De plus, nous montrons qu'il existe aussi une forte adaptation du comportement alimentaire des poissons du lagon. Pour ce qui est du changement global, notre étude est en faveur d'une diminution de la SST (Sea Surface Temperature) entre 1994 et 2006 associé avec l'ENSO.

**Mots-clés :** Isotopes stables, analyses de forme, Atoll de Taiaro



# Discrimination automatique d'espèce et du stock de poisson par analyse de la forme externe

Nasreddine Kamal et Benzinou Abdesslam

*Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Information, de la Communication et de la Connaissance, UMR CNRS 6285 Lab-STICC, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Brest (ENIB), 29238 BREST cedex, France*

**Type de communication :** Présentation orale

**Session :** Thème 4 « Reconnaissance et classification inter- et/ou intraspécifique »

L'identification des espèces de poissons à partir des otolithes est un enjeu majeur dans de nombreuses études écologiques marines. La forme de l'otolithe et ses variations intraspécifiques servent aussi pour caractériser le stock ou l'environnement du poisson. La discrimination du stock est une nécessité de base pour la gestion des pêcheries. En ce qui concerne les études des formes des pièces calcifiées, les méthodes les plus utilisées sont basées sur les descripteurs de Fourier. Cette description ensembliste n'exploite pas les différences/ressemblances locales des formes. L'analyse de formes en utilisant les géodésiques dans l'espace des formes est apparue comme un outil puissant pour comparer des formes invariantes géométriquement. Nous proposons d'exploiter l'approche des géodésiques pour l'identification des espèces et des stocks à partir des formes externes des otolithes. Par là même nous proposons de comparer les formes par la définition d'une métrique qui prend en compte la correspondance des points de caractéristiques similaires. Trois expériences ont été menées à partir des jeux de données suivants :

1. Identification de l'espèce du poisson : les 60 contours d'otolithes utilisés dans cette expérience sont issus de la base d'images d'otolithes AFORO qui englobe 6 classes d'espèces de poissons. 78,33% des otolithes ont été bien classifiées contre 96,67% avec la métrique basée géodésique.

2. Identification du stock de poisson : cette expérience est effectuée sur un ensemble de 205 contours d'otolithes de rouget barbet provenant de trois régions : golfe de Gascogne, golfe de Lion et la Manche. 52,89% des otolithes ont été bien classifiées contre 68,55% avec la métrique basée géodésique.

3. Identification du stock à partir de la forme externe de la coquille: dans cette expérience, 379 coquilles saint-Jacques (*Pecten Maximus*) sont considérées, provenant de 8 différents stocks en Espagne, France, Norvège et Royaume-Uni. Comme les otolithes de poissons, les coquilles présentent des différences de formes en fonction des conditions génétiques et/ou environnementales. Comme résultats, 58,12% des coquilles ont été bien classifiées contre 71,08% avec la métrique proposée.

Dans chacune de ces trois expériences, les formes sont extraites une à une, de la base d'apprentissage, afin d'être utilisées à tour de rôle comme image à classifier. L'utilisation de l'approche géodésique améliore toujours la classification comme le montre la comparaison à la classification par descripteurs de Fourier. Ce gain non négligeable apporté par l'approche proposée est en grande partie dû à sa capacité à recalculer les différences locales de formes, ces différences sont considérées comme du bruit dans les approches globales comme Fourier, ce qui mène à une baisse des performances de la classification.

**Mots-clés :** Otolithes, Identification de l'espèce, Discrimination de stock, Analyse de forme

# Archéologie et sclérochronologie. Les apports d'une population actuelle de perches *Perca fluviatilis* L., 1758 du lac de Neuchâtel à une étude de la saisonnalité

Oppliger Julien<sup>1,2</sup>, Studer Jacqueline<sup>1</sup> et Besse Marie<sup>2</sup>

1 : Département d'archéozoologie. Muséum d'histoire naturelle de la ville de Genève, Suisse

2 : Laboratoire d'archéologie préhistorique et anthropologie. Institut Forel, sciences de la Terre et de l'environnement. Université de Genève, Suisse

**Type de communication** : Présentation orale

**Session** : Thème 3 « Estimation de l'âge et de la croissance »

Dans les stations palafittiques suisses, datées entre 4'300 et 850 av. J.-C., la consommation de poissons est attestée par la découverte de restes osseux et squameux, ainsi que par des engins de pêche. La mise au jour dans ces sites de nombreux vestiges archéologiques présentant un état de conservation exceptionnelle ont permis de bien connaître le mode de vie de ces populations, notamment en ce qui concerne leur alimentation, fournie essentiellement par l'agriculture et l'élevage d'animaux domestiques. Quant à la pêche, son apport à l'alimentation est considéré comme non négligeable, sans qu'il ne soit possible de savoir si cette ressource constituait un complément saisonnier ou régulier durant l'année. L'excellent état de préservation des vestiges de poissons découverts, et en particulier des vertèbres de perches *Perca fluviatilis* L. 1758, offrent la possibilité d'un examen des marques de croissance en vue d'identifier la ou les périodes de capture de cette espèce.

Dans le cadre de cette recherche, nous avons constitué une collection de squelettes de perches pêchées mensuellement dans le lac de Neuchâtel (Suisse) entre le mois de novembre 2009 et novembre 2010. L'analyse des structures de croissance des vertèbres de ces spécimens nous a permis de suivre l'évolution de la croissance saisonnière de cet élément anatomique. Grâce à ces données, nous avons été en mesure de développer une procédure applicable aux vertèbres de perches découvertes en contexte archéologique en vue d'estimer la ou les périodes de capture de ces poissons. Il a également été possible de connaître, en partie, le patron de croissance des populations de perches archéologiques. Notre communication vise donc à discuter de l'apport et de la nécessité des études sclérochronologiques dans l'analyse des vestiges archéo-ichtyofauniques.

**Mots-clés** : Perche, *Perca fluviatilis*, archéologie, saisonnalité, croissance, Lac de Neuchâtel, Suisse

# L'ablation laser femtoseconde avec mise en forme virtuelle du faisceau : comment répondre aux contraintes de la microchimie des biominéraux

Pécheyran Christophe<sup>1</sup>, Tabouret Hélène<sup>2</sup>, Martin Jean<sup>1</sup>, Claverie Fanny<sup>1</sup>, Donard Ariane<sup>1</sup>, Daverat Françoise<sup>3</sup>, Keith Philippe<sup>2</sup>, Pouilly Marc<sup>4</sup>, Morat Fabien<sup>5</sup>, Letourneur Yves<sup>6</sup>, Roussel Jean-Marc<sup>7</sup>, Perrier Charles<sup>8</sup>, Réveillac Elodie<sup>7</sup>, Sola Elise<sup>9</sup>, Aymes Jean-Christophe<sup>10</sup>, Gaudin Philippe<sup>10</sup> et Bareille Gilles<sup>1</sup>

1 : Laboratoire de Chimie Analytique Bio-Inorganique et Environnement, UMR 5254 CNRS-UPPA, IPREM, Pau, France

2 : Muséum national d'Histoire naturelle, Département des milieux et peuplements aquatiques, UMR BOREA 7208 CP 26, 43 rue Cuvier, 75231 Paris cedex 05, France

3 : UR EPBX IRSTEA 50 avenue de Verdun 33612 Cestas cedex, France

4 : IRD – UMR BOREA (MNHN, IRD, UPMC, CNRS), Paris, France

5 : Aix Marseille Université, Université du Sud Toulon-Var, CNRS/INSU, IRD, Mediterranean Institute of Oceanography (MIO) UM 110, 13288 Marseille cedex 09, France

6 : Université de la Nouvelle-Calédonie, Laboratoire LIVEBP R498851 Nouméa cedex, Nouvelle Calédonie

7 : Agrocampus Ouest UMR 0985 ESE, 65 rue de St Briec 35 042 Rennes cedex, France

8 : Département de biologie Institut de Biologie Intégrative et des Systèmes – IBIS, Université Laval 1030, Avenue de la Médecine, Québec, Québec, G1V 0A6, Canada

9 : MNHN – Service des stations marines, UMR 7208 BOREA MNHN, CNRS, UMPC, IRD, 38 rue du Port Blanc 35800 Dinard, France

10 : UMR ECOBIOP INRA-UPPA "Ecologie Comportementale et Biologie des Populations de Poissons" Pôle d'Hydrobiologie de Saint Pée sur Nivelle, INRA 64310 Saint Pée sur Nivelle, France

**Type de communication :** Présentation orale

**Session :** Thème 5 « Caractérisation du cycle biologique et des conditions de milieu des individus »

L'analyse des éléments traces dans des biominéraux (otolithes et écailles de téléostéens, coquilles de mollusques, coraux,...) a connu un intérêt particulier ces dernières années. L'archivage sclérochronologique des éléments traces dans ces structures peut être exploité de plus en plus précisément grâce aux avancées en spectrométrie atomique alliant un micro-échantillonnage laser couplé à une détection par spectrométrie de masse à plasma induit (LA/ICPMS).

Cependant, les contraintes imposées par la nature (aragonite, calcite ou hydroxyapatite) et la structure de ces matériaux (marques de croissance de forme irrégulière allant de quelques microns à quelques centaines de microns), la volonté d'obtenir des informations multi-élémentaires pour des concentrations comprises entre quelques pg/g à quelques milliers de µg/g parfois alliées à des informations isotopiques et le manque de matériaux de référence certifiés homogènes à l'échelle micrométrique constituent encore des verrous technologiques qui limitent cette technique. La quantification des concentrations (ou rapports élémentaires) nécessite une technique analytique juste et précise que les couplages LA/ICPMS classiques ont parfois du mal à obtenir. La haute résolution spatiale nécessaire impose l'utilisation de faisceaux laser de faible dimension pénalisant fortement la sensibilité et rendant inaccessible la détermination des éléments traces. En outre, cette haute résolution spatiale est conditionnée par le temps de rinçage de la cellule d'ablation du laser, un rinçage rapide évitant la confusion entre les différentes marques lors du passage du faisceau.

Les impulsions brèves des lasers femtosecondes constituent une avancée majeure dans l'amélioration de la justesse analytique du couplage LA/ICPMS. Nous avons développé des lasers femtosecondes à haute cadence de tir allant de quelques tirs/s à plus de 100 000 tirs/s. Cette cadence de tir extrêmement rapide permet, si le flux laser est guidé par un système de miroirs galvanométriques à déplacement rapide, de donner au faisceau laser

une forme virtuellement différente qu'une simple tâche en forme de disque. Nous montrerons, au travers d'exemples liés à des problématiques biologiques complexes que nous pouvons virtuellement donner au faisceau laser une forme adaptée à la morphologie de l'échantillon permettant d'augmenter la sensibilité analytique tout en conservant une haute résolution spatiale. Citons par exemple dans le cas d'un otolithe, l'utilisation d'un faisceau allongé lors de transects visant à étudier l'histoire de vie complète du poisson, d'un faisceau en forme de couronne d'épaisseur variable pour l'étude des premiers jours de vie, d'un simple spot centré sur le primordium pour enregistrer la signature maternelle, ou bien d'une forme épousant exactement une strie donnée pour la signature de fin de vie.

**Mots-clés :** Microchimie, ablation laser

# Impacts de l'interaction métabolisme-température sur la formation d'un otolithe : Apports de l'approche bioénergétique Dynamic Energy Budget (DEB) pour la reconstruction de l'âge, de la croissance et de la quantité de nourriture assimilée

Pecquerie Laure<sup>1</sup>, Fablet Ronan<sup>2</sup>, de Pontual Hélène<sup>3</sup>

1 : IRD, UMR LEMAR 6539, Technopôle de la Pointe du Diable, BP 70, 29280 Plouzané, France

2 : Telecom Bretagne, UMR CNRS 3192 Lab-STICC, 29230 Brest, France

3 : Ifremer, Département Sciences et Technologies Halieutiques, 29280 Plouzané, France

**Type de communication** : Présentation orale

**Session** : Thème 3 « Estimation de l'âge et de la croissance »

Les structures calcifiées des espèces aquatiques, comme les otolithes de poissons et les coquilles de bivalves, sont de remarquables archives de l'histoire de vie des individus et des conditions environnementales qu'ils rencontrent. Le contrôle exercé par le métabolisme et les facteurs de l'environnement sur les processus de biominéralisation sont cependant mal connus. Or ces facteurs interagissent et il est souvent difficile de distinguer leur impact respectif sur la croissance, les propriétés optiques et la composition chimique de ces structures, ce qui limite la pleine exploitation de ces structures.

Pour mieux comprendre l'interaction complexe entre métabolisme et facteurs de l'environnement sur les processus de biominéralisation, nous développons ici un nouveau cadre de modélisation couplant la croissance d'un otolithe et ses propriétés optiques au métabolisme de l'individu et à la température de la masse d'eau. La théorie "Dynamic Energy Budget" (DEB) fournit le cadre conceptuel et quantitatif de cette nouvelle approche. Le modèle reproduit les observations classiquement observées en sclérochronologie, et notamment le découplage entre taille de l'otolithe et taille de l'individu et la diminution de l'opacité au cours de la croissance de l'individu. Appliquée aux otolithes de morues de la Mer du Nord et de la Mer de Barentz, cette approche nous a permis de résoudre des observations qui semblaient jusque-là contradictoires entre ces deux stocks. Cette approche nous permet également d'envisager l'extraction de nouvelles informations à partir de ces archives : la variation saisonnière de la nourriture assimilée, qui peut être un élément-clé pour mieux comprendre la dynamique d'une population. Enfin, la comparaison entre la variation ontogénique du  $\delta^{13}\text{C}$  chez les otolithes de poissons et les coquilles de bivalves nous permet de proposer un mécanisme commun contrôlant la contribution du Carbone Inorganique Dissous (CID) et du Carbone Métabolique (CM) au cours de la croissance d'un individu. Les mécanismes proposés dans la littérature étaient jusqu'alors différents.

L'ensemble de ces hypothèses pouvant être testées expérimentalement, ce nouveau cadre de modélisation peut se révéler être un outil particulièrement intéressant puisque complémentaire des approches expérimentales et de terrain permettant la calibration de nouveaux proxies à partir de ces archives.

**Mots-clés** : Otolithe, Opacité, Croissance,  $\delta^{13}\text{C}$ , Processus de biominéralisation, Modèle bioénergétique, Reconstruction, Théorie Dynamic Energy Budget

# Calcification des otolithes de juvéniles de daurade royale *Sparus aurata* en réponse à l'acidification des océans

Réveillac Elodie<sup>1,2</sup>, Martin Sophie<sup>3</sup>, Lacoue-Labarthe Thomas<sup>4</sup>, Teyssié Jean-Louis<sup>5</sup>, Oberhänsli François<sup>5</sup> et Gattuso Jean-Pierre<sup>6</sup>

1 : MNHN-CNRS-IRD-UPMC, 38 rue du Port Blanc, 35800 Dinard, France

2 : Agrocampus Ouest UMR 0985 ESE, 65 rue de Saint Brieuc, 35000 Rennes, France

3 : CNRS – UPMC Paris 06 Laboratoire Adaptation et Diversité en Milieu Marin, Station Biologique de Roscoff, place Georges Teissier, 29682 Roscoff cedex, France

4 : LIENSs UMR 7266 CNRS-Université de La Rochelle, Institut du Littoral et de l'Environnement, 2 rue Olympe de Gouges, 17000 La Rochelle, France

5 : IAEA Monaco, Radioecology Laboratories, 4 Quai Antoine 1er, MC-98000 Principauté de Monaco

6 : INSU-CNRS – UPMC Paris 06, Laboratoire d'Océanographie, B.P. 28, 06234 Villefranche-sur-mer Cedex, France

**Type de communication :** Poster

**Session :** Thème 5 « Caractérisation du cycle biologique et des conditions de milieu des individus »

L'utilisation des otolithes pour reconstituer les conditions de vie et de croissance des poissons s'est largement généralisée ces dernières décennies. Néanmoins, comme pour toute structure biominéralisée, il reste nécessaire de déterminer l'influence des facteurs environnementaux et physiologiques sur les propriétés d'enregistrement de ces pièces calcifiées pour en valider l'interprétation. Parmi les facteurs susceptibles de moduler ces propriétés, les conditions favorables à la précipitation du carbonate de calcium sont particulièrement importantes. Dans un contexte de changement global, où les rejets croissants de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère entraînent par diffusion passive, une augmentation de la pression partielle de CO<sub>2</sub> dans l'océan, provoquant son acidification. Cette étude a donc visé à étudier l'influence d'une diminution, dans l'eau, du pH et de la concentration en ions carbonate (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) sur la calcification des otolithes de juvéniles de daurade royale *Sparus aurata*. Elle a consisté à suivre, pendant 30 jours, l'incorporation du <sup>45</sup>Ca dans les otolithes de juvéniles soumis à différentes conditions de pression partielle de CO<sub>2</sub> (pCO<sub>2</sub>): la condition actuelle à pCO<sub>2</sub> = 380 µatm (pH = 8,1); deux conditions de pCO<sub>2</sub> élevées correspondant aux prévisions à l'horizon 2100 délivrées par le GIECC (Groupement International d'Experts sur le Changement Climatique) selon un scénario optimiste et pessimiste, respectivement : 650 µatm (pH = 7,9) et 1100 µatm (pH = 7,7); et une quatrième condition de pCO<sub>2</sub> extrême 1800 µatm (pH = 7,5), choisie afin d'amplifier l'effet de l'acidification sur la calcification des otolithes. La biométrie (mesures de taille et de poids) des otolithes a également été étudiée pour tester l'influence des conditions d'expérimentation sur la croissance de ces structures.

Paradoxalement, les résultats ont montré que le taux de calcification des otolithes était significativement supérieur dans les trois conditions de pCO<sub>2</sub> les plus élevées, c'est à dire dans des conditions plus acides que celle mesurée dans l'environnement actuel. Ainsi, cette étude suggère que l'élévation de la pCO<sub>2</sub> dans l'environnement entraînerait une modification du métabolisme du calcium par le biais d'une modulation des mécanismes de régulation de la balance acide-base mise à l'épreuve par l'acidification des océans chez les juvéniles de daurade. Cette modulation est, de plus, effective au-delà du stade larvaire pour lequel des résultats similaires ont été obtenus sur d'autres espèces de poisson. D'un point de vue méthodologique, ces résultats montrent que des ajustements sur l'utilisation des otolithes comme enregistreurs du taux de croissance somatique sont nécessaires en fonction des conditions d'hypercapnie du milieu. Ils posent également la question d'une modification des équilibres d'incorporation d'éléments chimiques se substituant au calcium dans la matrice minérale des otolithes.

**Mots-clés :** otolithe, calcification, acidification, juvénile, <sup>45</sup>Calcium

# Comparaison saisonnière otolithométrique de post-larves d'*Acanthurus triostegus* et de *Plectroglyphidodon imparipennis* sur l'île de La Réunion (Sud-Ouest de l'océan indien). Pistes de réflexions pour la gestion adaptée à une ressource exploitée au sein d'une aire marine protégée.

Riou Antoine<sup>1,2</sup>, Bareille Gilles<sup>3</sup>, Pothin Karine<sup>2</sup> et Chabanet Pascale<sup>1</sup>

1 : IRD, UR 227, Parc Technologique Universitaire, 2 rue Joseph Wetzell, CS 41095, 97495 Ste Clotilde Cedex, Reunion Island

2 : Réserve Naturelle Marine de La Reunion, 39 rue du Lagon, Lot Dayot1, 97434 La Saline Les Bains, Reunion Island

3 : LCABIE, IPREM UMR 5254 CNRS /UPPA, Helioparc Pau Pyrenees, 2 avenue du Président Angot, F-64053 Pau Cedex 9, France

**Type de communication :** Poster

**Session :** Thème 5 « Caractérisation du cycle biologique et des conditions de milieu »

Le maintien et le renouvellement des populations de poissons des récifs coralliens sont tributaires de la réussite du recrutement des larves. La volonté de gestion de ces populations exploitées est fragilisée par une méconnaissance de l'histoire de vie larvaire de ces poissons. Compte tenu des difficultés à suivre les jeunes poissons dès leur éclosion, les otolithes de poissons représentent des marqueurs naturels pertinents du début de l'histoire de vie de poissons.

Le travail présenté ici repose sur l'utilisation des otolithes de larves de poissons coralliens de l'île de la Réunion, le chirurgien *Acanthurus triostegus* et la demoiselle *Plectroglyphidodon imparipennis*. Ces poissons ont été capturés par pièges lumineux sur deux sites de la côte ouest : la baie de sable de Saint-Paul et le récif corallien de Saint-Gilles inclu dans le périmètre d'une aire marine protégée. Les post-larves ont été collectées 3 jours avant et après les nouvelles lunes du mois de juin 2011 (saison sèche) et décembre 2011 (saison humide). A l'aide des données biométriques et otolithométriques, nous nous avons comparé les durées de vie pélagiques des larves, la variation de forme des otolithes et leur composition microchimique en se concentrant sur les ratios Ba / Ca. Les résultats montrent une variation des histoires de vie à travers le temps et l'espace : la longueur moyenne des *A. triostegus* est différente entre les deux sites à chaque saison tandis que *P. imparipennis* est en moyenne plus lourd en saison des pluies qu'en saison sèche. Nous montrons également que les otolithes des poissons n'ont pas la même forme entre les deux saisons indiquant une potentielle différence des histoires de vie. Cette hypothèse est étayée par l'analyse microchimique des individus dont la diversité est d'autant plus marquée que l'abondance des recrutements est élevée. Ces résultats permettent ainsi d'apporter de nouveaux éléments en faveur d'une gestion des stocks de poissons adaptée à leur histoire de vie.

**Mots-clés :** Otolithe ; Microchimie ; Pièges lumineux; Ile de La Réunion; *Acanthurus triostegus* ; *Plectroglyphidodon imparipennis*; Aire Marine Protégée

# **Age, croissance et écologie des Céphalopodes : ce qu'apporte l'étude des statolithes, les difficultés rencontrées et les perspectives d'utilisations nouvelles**

Robin Jean-Paul

*FRE3484 BioMEA - CNRS INEE - Biologie des Mollusques marins et des Ecosystèmes Associés  
IBFA- Université de Caen Basse-Normandie Esplanade de la paix CS14032 14032 Caen Cedex 05,  
France*

**Type de communication :** Présentation orale

**Session :** Thème 3 « Estimation de l'âge et de la croissance »

Parmi les pièces dures des Céphalopodes, les statolithes sont les plus utiles pour la détermination de l'âge. Ils ont permis pour un nombre croissant de calmars et de seiches de montrer que la croissance de ces animaux était très rapide et ne s'accordait souvent pas avec un modèle asymptotique. La forte variabilité interindividuelle de croissance a aussi été prise en compte dans l'ajustement de clés taille-âge.

Cependant, la préparation des statolithes et la lecture des incréments journaliers est plus ou moins aisée selon les espèces. Ce travail fastidieux n'est actuellement pas réalisé en routine pour la détermination de la structure en âge de stocks européens. Des méthodes alternatives d'estimation de l'âge sont ainsi régulièrement testées et elles s'ajoutent à celles développées pour les poulpes dépourvus de statolithes.

Les statolithes sont aussi de plus en plus utilisés comme marqueurs de l'environnement subi. L'analyse de la forme par décomposition elliptique de Fourier permet de relier les différences à l'origine géographique et les premières analyses microchimiques de ces pièces suggèrent qu'elles pourraient renseigner utilement sur l'histoire de vie d'espèces migratrices.

**Mots-clés :** Céphalopodes, statolithes, âge, croissance, environnement subi



# Mesure couplée du Sr/Sr et de la composition multi-élémentaire d'otolithe de poissons plats (laser – MC-ICPMS – ICPMS): vers une meilleure compréhension de l'utilisation et de la connectivité des habitats de l'estuaire de la Gironde

Selleslagh Jonathan<sup>1</sup>, Daverat Françoise<sup>1</sup>, Pécheyran Christophe<sup>2</sup>, Bérail Sylvain<sup>2</sup> et Lobry Jérémie<sup>1</sup>

1 : Irstea Bordeaux, UR EPBX, F-33612 Cestas Cedex, France

2 : LCABIE UMR 5254, 64053 Pau Cedex, France

**Type de communication :** Poster

**Session :** Thème 5 « Caractérisation du cycle biologique et des conditions de milieu »

Les estuaires sont constitués d'une mosaïque complexe d'habitats (intertidal, subtidal, vasières, etc.) souvent interconnectés. La perte de ces habitats peut potentiellement affecter la biologie et l'écologie des espèces (qui sont souvent d'intérêt halieutique). En vue d'une restauration-gestion appropriée des systèmes estuariens il est indispensable de mieux connaître leur fonctionnement, et tout particulièrement l'utilisation et la connectivité de ses habitats.

La microchimie des otolithes est aujourd'hui un outil commun et de plus en plus utilisé pour étudier le déplacement des poissons. Alors que de nombreuses études considèrent les éléments classiques, de récents travaux intègrent également le rapport isotopique du strontium. Néanmoins ces deux types d'analyses (microchimique et isotopique) se font séparément sur deux otolithes d'un même individu ou l'une après l'autre pour un même otolithe.

Des juvéniles de soles *Solea solea* et de flets *Platichthys flesus* ont été collectés dans différents habitats de l'estuaire de la Gironde en juillet 2012 afin d'étudier l'utilisation de ces derniers par les poissons en testant l'hypothèse que les différents habitats se discriminent par une signature spécifique. Des ablations de 50µm de long, 20µm de large, 10µm de profondeur et espacées de 50 µm le long d'un transect allant du bord de l'otolithe au premier nucléus accessoire ou au cœur de l'otolithe ont été réalisées sur les otolithes préparés sur des coupes sagittales afin de retracer les évolutions des éléments au cours de l'histoire de vie du poisson. Un travail méthodologique a également été mené afin de mettre au point une méthodologie permettant de coupler simultanément les analyses microchimiques (du Sr, Ca, Br, Zn, Sn) et isotopiques (Sr:Sr) sur les otolithes de poissons. La présente étude montre (1) le succès novateur de la méthodologie, (2) une discrimination des habitats au niveau de leur signature chimique et/ou isotopique ; plus marquée chez la sole et (3) démontre le potentiel de l'utilisation couplée de la microchimie et des isotopes pour étudier le déplacement des poissons à l'échelle d'un estuaire tel que la Gironde. La connectivité et la fidélité des poissons vis-à-vis des habitats ont ainsi pu être discutées afin d'apporter une meilleure compréhension du fonctionnement de l'estuaire, indispensable à la gestion et la restauration des habitats.

**Mots-clés :** poissons plats, otolithes, microchimie, connectivité, habitats, Gironde

# Précision des signatures isotopiques en carbone (delta <sup>13</sup>C) et en azote (delta <sup>15</sup>N) des protéines de l'otolithe comme marqueurs des niveaux trophiques actuels et passés

Sirot Charlotte<sup>1</sup>, GrønkJaer Peter<sup>2</sup>, Pedersen Jens Brøgger<sup>2</sup>, Panfili Jacques <sup>1</sup> et Audrey Darnaude<sup>1</sup>

1 : UMR 5119 ECOSYM Ecologie des systèmes marins côtiers, Université Montpellier 2, CC 093, place E. Bataillon, 34095 Montpellier, France

2 : Marine Ecology, Department of Biological Sciences , Building 1135, Ole Worms allé 1, Aarhus University, 8000 Århus C, Denmark

**Type de résumé :** Présentation orale

**Session :** Thème 5 « Caractérisation du cycle biologique et des conditions de milieu des individus »

La capacité unique des otolithes à enregistrer quotidiennement certains traits de vie des individus sur toute la durée de vie a permis de nombreuses avancées dans la compréhension de la biologie et de l'écologie des poissons. Cependant l'utilisation des otolithes comme marqueurs du régime alimentaire et du niveau trophique était jusqu'à présent limitée par plusieurs verrous technologiques. De récentes avancées dans ce domaine ont débouché sur la mise au point d'un protocole fiable permettant l'extraction et la séparation des protéines solubles et insolubles de la matrice protéique de l'otolithe et ainsi leur analyse isotopique. Les teneurs en isotopes stables du carbone (d<sup>13</sup>C) et de l'azote (d<sup>15</sup>N) des protéines solubles de l'otolithe reflèteraient directement celles du bol alimentaire moyen pour certaines espèces. Les diverses étapes du protocole d'extraction et de séparation des protéines de l'otolithe sont présentées ici, ainsi que les difficultés rencontrées et les limitations actuelles de ces nouvelles techniques, à partir de l'exemple d'un poisson tropical de la lagune de Terminos au Mexique (*Bairdiella chrysoura*, *Sciaenidae*). Les signatures en d<sup>13</sup>C et d<sup>15</sup>N des protéines solubles des otolithes de 95 adultes échantillonnés durant 3 périodes, l'une ancienne en 1980-81 (n = 35), l'autre relativement récente 1997-98 (n= 13) et enfin une actuelle en 2006-2011 (n = 47), sont comparées entre elles et reliées aux modifications environnementales observées dans la lagune depuis une trentaine d'années. La validité de l'utilisation de ces signatures isotopiques comme marqueur de l'alimentation est également testée par comparaison aux signatures isotopiques obtenues dans le muscle de plusieurs poissons adultes capturés en 2011 dans la lagune. Les comparaisons sont également effectuées avec des estimations issues de modélisations de réseaux trophiques présents et passés. Ces étapes de mise au point technologique et de validation, entreprises par ailleurs sur d'autres espèces tempérées et tropicales, sont indispensables avant la généralisation de l'utilisation de ces nouveaux marqueurs issus des otolithes en écologie trophique et halieutique.

**Mots-clés :** Otolithes, Poisson, Isotopes stables delta C13 Delta N15, Réseaux trophiques, Ecologie

# Distinction des grandes zones de nourriceries sur le Rhône chez les juvéniles d'*Alosa fallax rhodanensis* par la microchimie des otolithes. Dispersion en Méditerranée et dynamique de reproduction.

Sola Elise<sup>1</sup>, Feunteun Eric<sup>1</sup>, Réveillac Elodie<sup>2</sup>, Bareilles Gilles<sup>3</sup>, Pécheyran Christophe<sup>3</sup> et Bérail Sylvain<sup>3</sup>

1 : MNHN – Service des stations marines, UMR 7208 BOREA MNHN, CNRS, UMPC, IRD, 38 rue du Port Blanc 35800 Dinard, France

2 : UMR 0985 ESE Agrocampus-Ouest – INRA, Ecologie Halieutique, Agrocampus-Ouest, 65 rue de Saint Brieuc, 35000 Rennes, France

3 : Laboratoire de Chimie Analytique Bio-Inorganique et Environnement, UMR 5254 CNRS-UPPA, IPREM, Pau, France

**Type de communication :** Poster

**Session :** Thème 5 « Caractérisation du cycle biologique et des conditions de milieu des individus »

Chez les poissons amphihalins, de nombreuses études ont démontré que les concentrations en Sr et Ba ainsi que les rapports isotopiques  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  analysés dans les otolithes étaient corrélés avec celles du milieu aquatique. Ces études ont permis de distinguer les origines géographiques des poissons et de statuer sur la connectivité entre les habitats ou de définir les origines des habitats essentiels (croissance, nourricerie, frayère). Parmi les espèces anadromes, l'écologie des aloses feintes du Rhône (*Alosa fallax rhodanensis*), la connectivité entre les habitats essentiels et les différents bassins versants restent relativement mal connues. Nous avons abordé cette problématique au travers de deux approches complémentaires comparant les profils microchimiques des otolithes avec celle de l'eau des habitats potentiels de nourricerie. Les concentrations en Sr environnemental dépendent de la salinité et baissent des estuaires vers l'amont des fleuves. Les ratios  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  quant à eux dépendent du socle géologique des habitats. En suivant un transect linéaire sur l'otolithe, partant du nucléus jusqu'à la marge du bord postérieur, les analyses micro structurales permettent d'identifier les différentes phases vitales du juvénile de l'éclosion à la capture tandis que les variations en Sr:Ca et Ba:Ca et  $^{87}\text{Sr}:^{86}\text{Sr}$  permettent de caractériser des changements d'habitats caractérisés par les analyses de l'eau.

A l'échelle du bassin du Rhône, nous avons cherché à identifier la diversité des habitats de nourricerie et leur contribution aux stocks de juvéniles dévalant vers la mer. Pour cela, nous avons comparé les ratios en Sr:Ca, Ba:Ca et  $^{87}\text{Sr}:^{86}\text{Sr}$  contenus dans l'eau et dans des otolithes d'Alosons capturés dans le Rhône aval lors de leur dévalaison. Les prélèvements d'eau ont été réalisés sur 10 stations du linéaire du fleuve où des frayères sont répertoriées – jusqu'à 180 km en amont de son embouchure — ainsi que sur tous les affluents recensant des frayères à aloses (le Gardon, la Cèze, l'Ardèche, la Durance). En combinant ces valeurs nous avons discriminé les origines de différents groupes de juvéniles d'une même cohorte issus de différentes nourriceries (amont, estuaire).

Afin de caractériser le comportement de homing et/ou la connectivité entre bassins versants, nous avons réalisé une double analyse de la composition élémentaire et du ratio  $^{87}\text{Sr}:^{86}\text{Sr}$  sur des otolithes d'adultes d'Aloses feintes capturées durant la période de reproduction sur le Rhône et l'Aude.

**Mots-clés :** alosons, *Alosa fallax rhodanensis*, Rhône, otolithes, microchimie, origines géographiques

# Sclérochronologie appliquée à l'archéologie : Etude de la saisonnalité de pêche des hommes préhistoriques des archipels de Patagonie, Amérique du Sud

Torres Elgueta Jimena<sup>1,2</sup>, Dufour Jean-Louis<sup>3</sup>, Mahe Kélig<sup>3</sup> et Béarez Philippe<sup>2</sup>

1 : Université Paris 1, Panthéon-Sorbonne. Laboratoire Ethnologie Préhistorique- UMR 7041-CNRS, Maison de l'Archéologie et de l'Ethnologie, 21 allée de l'Université, 92023, Nanterre - Projet FONDECYT 1085329, Chili

2 : Muséum national d'histoire naturelle, Département Ecologie et Gestion de la Biodiversité, UMR 7209 Archéozoologie, archéobotanique: sociétés, pratiques et environnement, CP 56, 55 rue Buffon, F-75005 Paris, France

3 : IFREMER, Laboratoire Ressources Halieutiques, Pôle National de Sclérochronologie, 150 quai Gambetta, BP 699, 62 321 Boulogne sur mer, France

**Type de communication :** Présentation orale

**Session :** Thème 3 « Estimation de l'âge et de la croissance »

L'archéologie a besoin de s'appuyer sur diverses disciplines pour répondre à certaines de ses problématiques. L'une d'elles est de savoir si les premiers chasseurs-cueilleurs-pêcheurs des archipels patagoniens, arrivés il y a 6000 ans, avaient un mode de vie de pêcheurs spécialisés, pratiquant cette activité toute l'année, ou s'ils étaient pêcheurs saisonniers. Pour y répondre, nous avons réalisé une étude sur l'espèce *Salilota australis* (*Moridae*) qui est la plus abondante dans les sites archéologiques plus anciens de cette région. Pour cela, la croissance actuelle de cette espèce a été suivie tout au long de l'année à partir d'une analyse numérique des otolithes et des vertèbres réalisée à l'aide du logiciel TNPC. Les vertèbres sont les pièces calcifiées les mieux représentées en nombre et les mieux conservées dans notre échantillon archéologique. A la suite de cela, toutes les pièces calcifiées archéologiques ont été numérisées. Enfin, en s'appuyant, sur le modèle de croissance actuel de l'espèce et la formation des stries de croissance observables sur les pièces calcifiées, nous avons essayé de reconstituer le modèle de croissance archéologique et donc de déduire la période de mort des poissons et ainsi connaître la saison de pêche des hommes préhistoriques des archipels de Patagonie. Nous présentons ici le protocole d'étude utilisé et les résultats préliminaires avec les avantages, les limites, et les applications au matériel archéologique.

**Mots-clés :** ostéométrie, otolithométrie, allongement marginal, préhistoire, croissance, *Salilota australis*

# **Influence du choix de la technique d'analyse microchimique des otolithes (SB-ICPMS vs. LA-ICPMS) sur le succès d'identification des habitats de vie.**

Tournois Jennifer, Ferraton Franck, McKenzie David, Aliaume Catherine et Darnaude Audrey

*Ecologie des systèmes marins côtiers, UMR5119, Université Montpellier 2 – CNRS – IRD – Ifremer - Université Montpellier 1, Université Montpellier 2, CC 093, 34095 Montpellier, France*

**Type de communication :** Poster

**Session :** Thème 5 « Caractérisation du cycle biologique et des conditions de milieu des individus »

La signature multi-élémentaire des otolithes est de plus en plus utilisée comme marqueur naturel pour identifier l'origine des poissons et comprendre les patterns de connectivité entre populations, surtout chez les espèces ayant des habitats distincts aux stades juvénile et adulte. L'utilisation de cette technique requiert une validation préalable de la stabilité spatiale et temporelle des signatures des différents habitats colonisés, notamment par les juvéniles. Pour cela, la composition chimique de leurs otolithes est le plus souvent déterminée pour chaque nourricerie par analyse *in toto*, après dissolution (SB-ICPMS). Cependant, cette technique ne permet pas d'accéder aux variations spatio-temporelles fines des signatures de chaque habitat et reste potentiellement biaisée par l'inclusion de la vie larvaire des juvéniles dans les signatures utilisées pour décrire les nourriceries. L'analyse par ablation laser (LA-ICPMS) permet de résoudre ces problèmes et est d'autant plus adaptée qu'elle permet ensuite de cibler sur les otolithes adultes que les stries de croissance correspondant à cette période. Dans ce contexte, nous avons voulu évaluer l'influence des différences analytiques existant entre ces deux techniques sur, (i) le succès de discrimination entre habitats (variabilité spatio-temporelle) et (ii) ses conséquences pour l'identification de l'habitat d'origine des adultes. Pour cela, les deux otolithes de 144 juvéniles de daurade royale (*Sparus aurata*), pêchés au cours de trois années différentes et dans quatre nourriceries lagunaires contrastées du Golfe du Lion (Méditerranée NO), ont été analysés séparément par SB-ICPMS (otolithes droits) et par LA-ICPMS (otolithes gauches). Pour les deux jeux de signatures de la première année de vie obtenus (par individu, 1 mesure *in toto* pour SB-ICPMS ou ~20 signatures détaillées pour LA-ICPMS), les concentrations moyennes en B, Mg, Mn, Sr et Ba ont été comparées entre habitats et entre années pour préciser les différences de signatures mesurées par les deux méthodes. Une méthode de classification avec validation croisée (Random Forest) a ensuite été appliquée sur chaque jeu de données pour déterminer, dans chaque cas, le pourcentage de ré-assignement correct des juvéniles à leur habitat d'origine et les éléments contribuant le plus à la discrimination inter-habitats. Ceci nous a permis d'estimer les conséquences, sur l'identification de l'origine des adultes, du choix de la méthode d'analyse des otolithes pour la construction de la base de données multi-élémentaire et multi-annuelle de chaque habitat.

**Mots-clés :** Spectrométrie de masse, éléments traces, *Sparus aurata*, cycle de vie

# Démêler et quantifier les sources de variation des otolithes à multiples échelles : Nouvelle méthode de partition de la variabilité morphologique à l'aide d'arbres de classification et de régression

Vignon Matthias

UMR ECOBIOP INRA-UPPA "Ecologie Comportementale et Biologie des Populations de Poissons"  
(1) Pôle d'Hydrobiologie de Saint Pée sur Nivelle, INRA 64310 Saint Pée sur Nivelle, France et (2) UPPA, UFR Sciences & Techniques de la Côte Basque 1 Allée du parc Montaury, 64600 Anglet, France

**Type de communication :** Présentation orale

**Session :** Thème 4 « Reconnaissance et classification inter- et/ou intraspécifique »

Les otolithes sagittaux sont connus pour présenter une plasticité phénotypique extrême, aussi bien au niveau inter/intra-spécifique qu'inter/intra-populationnel. Cette propriété a très souvent été reprise dans la discrimination de poissons ayant évolué dans des conditions environnementales variées (en relation avec la température, la profondeur, le substrat, etc) ou plus généralement dans la définition de stocks phénotypiques. Dans un contexte spécifiquement discriminant, les paramètres environnementaux d'intérêt sont généralement testés, en prenant parfois en compte d'éventuelles variables confondantes (paramètres intrinsèques tels que le sexe, la taille, etc) mais sans pour autant que leur influence relative soit quantifiée. Il est donc très regrettable de constater que très peu d'études exploratoires aient quantifié l'importance relative des différents paramètres environnementaux et intrinsèques sur la variabilité morphologique des otolithes. Ceci limite fortement l'utilisation morphologique des otolithes comme un outil de discrimination des stocks phénotypiques puisque les causes de cette discrimination demeurent le plus souvent inconnues.

Dans cette étude, la variabilité morphologique des otolithes de plusieurs centaines de poissons tropicaux (*Lutjanidae* et *Serranidae*) provenant de plusieurs localités/habitats dans l'Océan Pacifique a été quantifiée et mis en relation avec 1) La famille 2), l'espèce, 3) l'île échantillonnée, 4) l'année d'échantillonnage, 5) l'habitat utilisé, 6) la taille des poissons, 7) leur sexe, 8) leur origine génétique, 9) les individus et 10) l'asymétrie entre des deux otolithes sagittaux. Les nombreuses interactions entre ces facteurs ont également été déterminées. Pour cela, une nouvelle méthode de partition de la variabilité morphologique basée sur une approche de morphométrie géométrique et utilisant les arbres de classification et de régression est présentée. Il en résulte une quantification précise de l'influence relative de ces différents paramètres à plusieurs échelles. L'un des principaux résultats souligne que les paramètres locaux contribuent autant à la variabilité morphologique que les paramètres à plus grande échelle (différences entre îles). Les paramètres locaux peuvent agir comme variables confondantes et, de ce fait, ne doivent en aucun être négligées à plus grande échelle. Mais la méthode proposée va bien au-delà de cette simple quantification et devrait permettre une meilleure compréhension du déterminisme de la forme des otolithes.

**Mots-clés :** Otolithe, morphométrie géométrique, variation morphologique, multi-échelle, partition de la variance

# Potentiel d'utilisation de *Trochus niloticus* comme enregistreur des températures du milieu dans le Pacifique sud : croissance, reconstruction de température et période de calcification.

Wardana Adhitya<sup>1</sup>, Labonne Maylis<sup>1</sup>, Thebault Julien<sup>1</sup>, Clavier Jacques<sup>1</sup>, Shone Bernd<sup>2</sup>, Dumas Pascal<sup>3</sup> et Lorrain Anne<sup>4</sup>

1 : UMR 6539 IRD-UBO-CNRS LEMAR, IUEM, Place Copernic, Plouzané, France

2 : Institute of Geosciences, University of Mainz, 55128 Mainz, Germany

3 : IRD, UR 227 CoReus2, Fisheries Department of Vanuatu, Private Bag 9045, Port-Vila, Vanuatu

4 : IRD Lemar, Nouméa, BP A5, 98848 Nouméa cedex, nouvelle-calédonie

**Type de communication :** Poster

**Session :** Thème 3 : « Estimation de l'âge et de la croissance »

Le troca *Trochus niloticus* répandu dans tout l'Indo-Pacifique, est d'importance économique forte car sa nacre est utilisée dans la fabrication des boutons. Cependant peu de choses sont connues sur sa croissance et son écologie. Nous proposons d'y répondre par une étude de sclérochimie en analysant de façon régulière les isotopes stables de l'oxygène le long de la coquille. Les reconstructions de température issues des isotopes de l'oxygène sont comparées aux températures réelles mesurées permettant à la fois d'estimer un âge en comptant les cycles saisonniers, un taux de croissance et une calibration de cette espèce en tant qu'enregistreur de la température. Une étude complémentaire a porté sur le métabolisme et la période de calcification du Troca.

Les échantillons proviennent d'un site en Nouvelle Calédonie et de 2 sites aux Vanuatu caractérisés par des températures. Des échantillons de coquilles ont été prélevés au dremel au pas de 0.6 cm dans la couche nacrée, de la marge vers l'apex, puis analysés en isotopes stables. Des trocas ont également été maintenus en enceinte en Nouvelle Calédonie et leur respiration et calcification mesurée.

On observe que le troca de Nouvelle Calédonie malgré un diamètre et une longueur spirale plus faible est le plus âgé des 3. Les cycles saisonniers sont également plus rapprochés du côté de la marge indiquant une croissance plus lente pour ce troca et que les températures froides sont moins favorables à la croissance du troca. Les résultats du métabolisme montrent que la calcification a lieu majoritairement la nuit en été, et que des calcifications très faibles ont lieu en hiver avec perte du rythme jour/nuit. Enfin, la comparaison des températures reconstruites et mesurées montre une très bonne adéquation entre les deux, permettant d'utiliser le troca comme archive pour reconstruire des températures et paléotempératures.

**Mots-clés :** croissance, troca