



C@C, 2017, 9 :36-47

MOULAGE ET EXPLORATION DE L'ANATOMIE VISCERALE D'UN POISSON-LUNE (*Mola mola*, L. 1758) [Tetraodontiformes, Molidés]

LEDRAPIER Paul ⁽¹⁾, BOISGARD Thierry ⁽²⁾, CHANET Bruno ⁽³⁾, GUINTARD Claude ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes - ONIRIS, Unité d'Anatomie Comparée, route de Gachet, CS 40706, 44307 NANTES Cedex 03, FRANCE [paul.ledrapier@oniris-nantes.fr, claude.guintard@vet-nantes.fr]

⁽²⁾ Laboratoire de restauration et de préparation des collections, Muséum d'Histoire Naturelle de Nantes, 12, Rue Voltaire 44000 NANTES, FRANCE. [thierry.boisgard@mairie-nantes.fr]

⁽³⁾ Département Systématique et Evolution, USM 603 MNHN, UMR 7138, CP26, Muséum National d'Histoire Naturelle, 57 rue Cuvier 75005 PARIS, FRANCE [chanet@mnhn.fr]

English title:

Moulding and exploration of visceral anatomy of an Ocean Sunfish (Mola mola, L. 1758)

Mots-clés : Anatomie, *Mola mola*, Moulage, Poisson-Lune.

Keywords: Anatomy, *Mola mola*, Moulding, Ocean Sunfish.

Systematics - Systématique (Latin)

Vertebrates - *Vertébrés* (Vertebrata)
Gnathostomes - *Gnathostomes* (Gnathostomata)
Osteichthyes - *Osteichthyens* (Osteichthyes)
Actinoptériens - *Actinopterygians* (Actinopterygii)
Téléostéens - *Teleosteans* (Teleostei)
Acantomorphes - *Acanthomorphs* (Acanthomorpha)
Tetraodontiformes - *Tetraodontiformes* (Tetraodontiformi)
Moles - *Molidés* (Molidae)
Poisson Lune - *Ocean Sunfish (Mola mola, L. 1758)*

Un poisson-lune (également appelé mole en français) (Fig. 1) a été pêché en septembre 2011 à proximité de Granville (50, France) par le chalutier « *Le Monaco du Nord* ». Ce spécimen rare a été envoyé et conservé au congélateur du Laboratoire d'Anatomie Comparée à Oniris (Nantes, France), afin d'étudier son anatomie. Les travaux menés sur cette espèce sont relativement anciens ou alors se focalisent sur une partie précise de l'animal (Cleland, 1862 ; Vignal 1881 ; Gregory & Raven, 1934). De plus, si l'ostéologie des animaux de ce groupe a été bien étudiée (Tyler, 1980), les caractéristiques des organes internes l'ont peu été. Dans les travaux classiques, les organes sont souvent retirés de la cavité abdominale et étudiés séparément (Chanet *et al.*, 2012). L'ensemble des études anatomiques menées sur ce spécimen, dont la description est l'objectif de l'article, a permis d'obtenir une vue d'ensemble détaillée de l'anatomie viscérale du poisson-lune. Ainsi, il a fait l'objet d'un moulage réalisé par Thierry Boisgard du Muséum d'Histoire Naturelle de Nantes. Cela a été suivi d'examens d'imagerie, réalisés à l'Unité d'Imagerie Médicale d'Oniris pour l'IRM et à Images ET (Mordelles, 35, France) pour la tomодensitométrie. A ensuite été réalisée une dissection par l'équipe de l'Unité d'Anatomie Comparée d'Oniris, menée par le Docteur Claude Guintard, en collaboration avec le Docteur Bruno Chanet du Département Systématique et Evolution, Muséum National d'Histoire Naturelle (Paris, 75). Bruno Chanet du Département Systématique et Evolution, Muséum National d'Histoire Naturelle (Paris, 75).

An Ocean Sunfish (Fig. 1) was fished in September 2011 near Granville (50, France) by the trawler "Le Monaco du Nord". This rare specimen was sent to the freezer of the Laboratoire d'Anatomie Comparée à Oniris (Nantes, France), in order to study its anatomy. Indeed, the work carried out on this species is relatively old or focuses on a specific part of the animal (Cleland, 1862 ; Vignal 1881 ; Gregory & Raven, 1934). Moreover, if the skeletal anatomy of the species of these groups has been well described (Tyler, 1980), the characteristics of their internal organs have not been studied in details. In ancient works, organs were often removed from the abdominal cavity and studied separately (Chanet et al., 2012). All the anatomical studies carried out on this specimen, the description of which is the objective of the article, gave a detailed overview of the visceral anatomy of the Sunfish. So it was moulded by Thierry Boisgard of the Muséum d'Histoire Naturelle de Nantes. This was followed by imaging examinations, carried out at the Unité d'Imagerie Médicale d'Oniris for MRI and at Images ET (Mordelles, 35, France) for computed tomography. Then a dissection has been performed by the team of the Unité d'Anatomie Comparée d'Oniris, led by Dr Claude Guintard, in collaboration with Dr Bruno Chanet of the Département Systématique et Evolution, Muséum National d'Histoire Naturelle (Paris, 75).

Figure 1. Aspect du Poisson-lune avant moulage. Vue latérale droite.
Longueur 142 cm, largeur 165cm.
[Ocean Sunfish's aspect before moulding. Right lateral view.
Total length 142 cm, body depth 165 cm].



Le moulage de ce spécimen a été réalisé par estampage (Boisgard *et al.*, 2012), comme suit :

- **Préparation du moulage :** le spécimen a été nettoyé puis séché. Pour plus de réalisme, la nageoire pectorale a été sectionnée pour être moulée à part. Afin de délimiter la matrice et d'éviter des fuites importantes de silicone, un muret de plastiline de 20 mm de haut disposé autour du spécimen a été réalisé.
- **Application de l'élastomère :** l'élastomère de silicone a été appliqué par gravité, afin de recouvrir progressivement et totalement la surface de l'animal (Fig. 2). Cette première couche est primordiale car elle prend les détails de la surface du poisson. Avant la fin de la polymérisation, la première membrane d'élastomère a été renforcée en coulant une deuxième couche de silicone. Cette fois-ci, des bandes de tissu ont été imbibées de silicone puis appliquées sur la première couche. Cette technique permet de limiter l'étirement excessif et les déchirements de l'élastomère lors du démoulage.

- **Polymérisation de l'élastomère** : afin que le spécimen se détériore le moins possible, le temps de polymérisation a été assez court. Un catalyseur "rapide" a été utilisé afin de réduire ce temps à environ deux heures.
- **Fabrication de la chape** : disposition d'un film étirable sur la poche de silicone avant la réalisation de la chape en résine afin d'éviter les adhérences et de faciliter le démoulage. La chape a été réalisée en résine (Résine Polyuréthane F23/Axson). La rigidité de cette coque a permis au moule en silicone de ne pas se déformer et de conserver l'empreinte fidèle du spécimen dans sa globalité (**Fig. 3**).
- **Démoulage (Fig. 4)** : une fois la chape désolidarisée de la poche silicone, cette dernière a été délicatement retirée du spécimen, et enfin replacée dans sa chape.
- **Réalisation du tirage** : le tirage a été réalisé en résine Polyuréthane (F23/Axson) par stratification. Deux couches de résine ont été appliquées dans le moule. La première au pinceau, la deuxième couche a été armée de tissu de verre. Après démoulage, a ainsi été obtenue une pièce creuse, légère et robuste.
- **Mise en teinte du tirage** : la mise en teinte a été réalisée avec des peintures acryliques appliquées au pinceau et à l'aérographe.

Figure 2. Application de l'élastomère de silicone.
[Application of the silicone elastomer].



Figure 3. Elaboration de la chape en résine.
[Elaboration of the resin screed].



Figure 4. Démoulage : retrait du moule silicone et de la chape en résine.
[Unmolding: removal of the silicone mold and the resin screed].



The moulding of this specimen was carried out by stamping (Boisgard et al., 2012), as follows:

- **Preparation of the moulding:** *the specimen was cleaned and then dried. For more realism, the pectoral fin has been cut to be moulded separately. To delimit the matrix and avoid significant leakage of silicone, a 20-mm high plastiline wall was placed around the specimen.*

- **Application of the elastomer:** the silicone elastomer was applied by gravity in order to gradually and completely covers the surface of the animal (Fig. 2). This first layer is primordial because it takes the details of the surface of the fish. Before the end of the polymerization, the first elastomeric membrane was reinforced by casting a second layer of silicone. This time, strips of fabric were impregnated with silicone and then applied to the first layer. This technique makes it possible to limit the excessive stretching and tearing of the elastomer during unmoulding.
- **Polymerization of the elastomer:** so that the specimen deteriorates as little as possible, the polymerization time has been quite short. A fast catalyst was used to reduce this time to about two hours.
- **Production of the Screed:** provision of a stretch film on the silicone pocket before the resin screed is made in order to avoid adhesions and to facilitate unmoulding. The screed was made of resin (F23 / Axson Polyurethane Resin). The rigidity of this shell made it possible for the silicone mould not to deform and to preserve the faithful imprint of the specimen as a whole (Fig. 3).
- **Unmoulding (Fig. 4):** once the screed is disconnected from the silicone bag, the silicone bag has been gently removed from the specimen and finally replaced in its screed.
- **Production of the print:** the print was made of Polyurethane resin (F23 / Axson) by lamination. Two layers of resin were applied in the mould. The first brush, the second layer was armed with glass cloth. After unmoulding, a hollow, light and robust part was obtained.
- **Tinting of the print:** the colouring was done with acrylic paints applied by brush and airbrush.

En considérant la rareté du Poisson-lune, qui explique le peu d'études réalisées sur cette espèce, la réalisation d'un moulage du spécimen pêché est un choix parfaitement adapté pour son étude. En effet, le moulage offre plusieurs avantages que d'autres techniques ne pourraient permettre, comme la réutilisation possible du spécimen à d'autres fins, de multiples tirages possibles, ou encore l'obtention d'un support pédagogique en 3D (Boisgard *et al.*, 2012). Dans le cas présent, le moulage (Fig. 5) est exposé à l'aquarium de Granville (50, France).

Considering the rarity of the Ocean Sunfish, which explains the few studies conducted on this species, the realization of the moulding of the specimen fished is a convenient choice for its study. Indeed, moulding offers several advantages that other techniques do not permit, such as the possible re-use of the specimen for other purposes, multiple possible prints, or obtaining a 3D pedagogical support (Boisgard et al., 2012). In this case, the moulding (Fig. 5) is exposed in the aquarium of Granville (50, France).

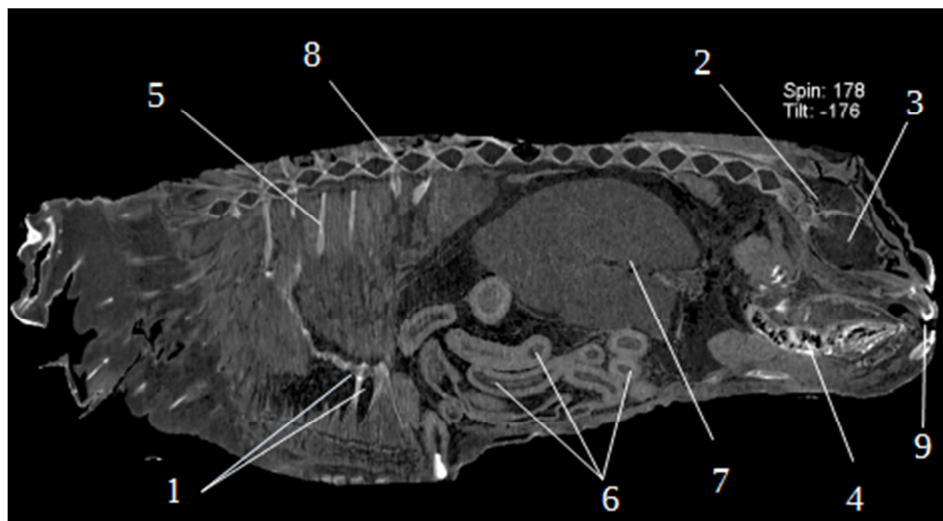
Figure 5. Moulage du Poisson-lune exposé à l'aquarium de Granville (50, France).
[Molding of the Ocean Sunfish exposed in the aquarium of Granville (50, France)].



Suite au moulage, le spécimen a été étudié par deux techniques d'imagerie : réalisation d'un scanner (Fig. 6), réalisé par Images Et (Mordelles, 35, France), et d'un IRM (Fig. 7 et 8) à l'Unité d'Imagerie Médicale d'ONIRIS (Nantes, 44, France). Ces deux méthodes d'imagerie non invasive ont permis la mise en évidence de l'organisation interne du Poisson-lune. Les paramètres techniques de l'IRM sont détaillés dans Chanet *et al.* (2012).

After the moulding, the specimen by imaging techniques were conducted: a CT examination (Fig. 6), performed by Image-Et (Mordelles, 35, France), and a MRI (Fig. 7 and 8) conducted in the Unité d'Imagerie Médicale of ONIRIS (Nantes, 44, France). Those two non-invasive imaging techniques allow the identification of Ocean Sunfish's internal organization. The RMI technical parameters conducted in the Unité d'Imagerie Médicale of ONIRIS (Nantes, 44, France) are exposed in Chanet et al., (2012). Those two non-invasive imaging techniques allow the identification of Ocean Sunfish's internal organization.

Figure 6. Scanner du Poisson-lune en vue latérale droite.
 [CT imaging of the Ocean Sunfish, right lateral view].



Légendes

- 1. Ptérygiophores anaux
- 2. Cavité crâniale
- 3. Orbite
- 4. Branchies
- 5. Epine hémale
- 6. Intestin
- 7. Foie
- 8. Colonne vertébrale
- 9. Bouche

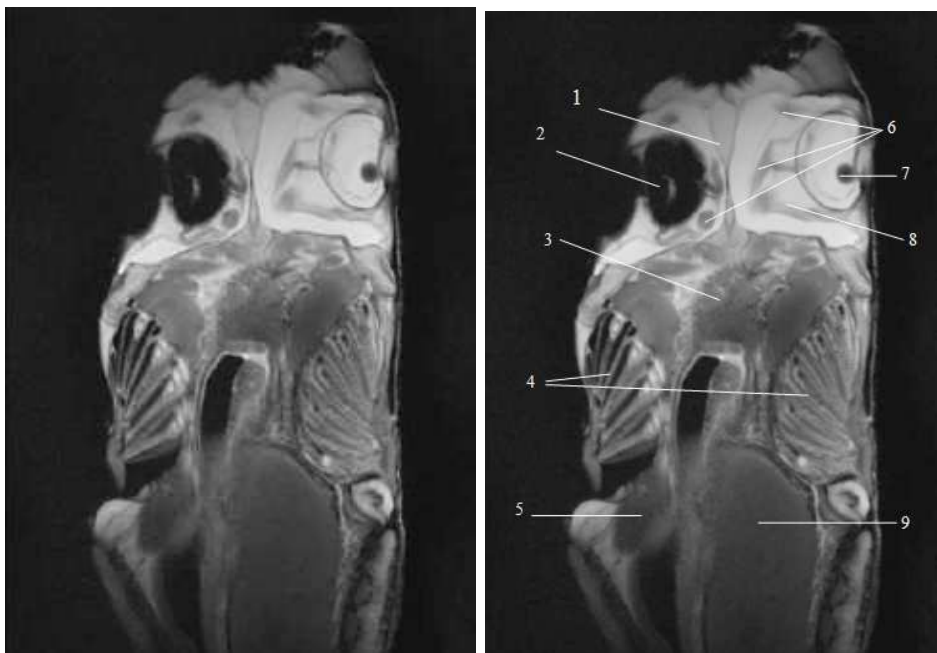
Legends

- 1. Anal pterygiophores
- 2. Cranial cavity
- 3. Eye cavity
- 4. Gills
- 5. Haemal spine
- 6. Intestine
- 7. Liver
- 8. Vertebral column
- 9. Mouth

Figure 7 : Préparation de l'IRM du poisson-lune.
[Preparation of the Ocean Sunfish's RMI].



Figure 8. IRM du poisson-lune, vue horizontale.
[Horizontal image MRI of ocean Sunfish].



Légendes

- 1. Parasphénoïde
- 2. Œil droit (crevé)
- 3. Estomac
- 4. Branchies
- 5. Lobe hépatique droit
- 6. Muscles oculaires
- 7. Lentille de l'œil gauche
- 8. Cavité oculaire gauche
- 9. Lobe hépatique droit

Legends

- 1. *Parasphenoid*
- 2. *Right eye (punctured)*
- 3. *Stomach*
- 4. *Gills*
- 5. *Right lobe of the liver*
- 6. *Ocular muscles*
- 7. *Lens of the left eye*
- 8. *Left ocular cavity*
- 9. *Left lobe of the liver*

L'exploration de l'anatomie viscérale du Poisson-lune s'est terminée par une dissection avec pour voie d'abord la face droite du corps de l'animal (Fig.9).

The exploration of visceral anatomy of this Ocean Sunfish ended in a dissection by the right side of the animal (Fig.9).

Figure 9. Vue vue crâniale de la dissection par le flanc droit.
[*Cranial view of the dissection by the right side*].



Conclusion

La pêche peu fréquente de ce spécimen sur les côtes françaises a été à l'opportunité de mener des études anatomiques poussées sur cette espèce peu connue. Les réalisations du moulage, du scanner et de l'IRM, trois techniques non invasives, ont permis d'investiguer, mesurer et situer les différents organes des viscères de l'animal avant d'entamer une dissection anatomique. Ce protocole d'études, lorsque les équipements sont disponibles, permettent une exploration anatomique poussée avant la dissection classique.

The uncommon fishing of this specimen on the French coast has been an opportunity to carry out extensive anatomical studies on this little-known species. The realization of the moulding, the scanner and the MRI, three non-invasive techniques, allowed to investigate, to measure and to situate the viscera of the animal before beginning an anatomical dissection. This protocol, when the equipment is available, allows an anatomical exploration before the classical dissection.

Remerciements : Nous tenons à remercier ici M. Hersent (qui a pêché le spécimen le 21 septembre 2011 à bord du chalutier « *Le Monaco du Nord* »), le Dr. A. Grenouilloux (Rennes, France), le Pr. J.-C. Desfontis (Oniris, Nantes, France) et C. Lenglin (Aquarium, Granville, France) pour leur soutien. A. Borvon (Université Paris Ouest Nanterre La Défense, France), M. Comte, P. Bugnon, C. Costes, C. Picard, F. Lebatard and K. Harfoush (Oniris, Nantes, France) et C. Cauchie (Douai, France) pour leur aide technique, I. Nicholson (Oniris, Nantes, France) pour ses améliorations du manuscrit initial. Ce projet a reçu une aide partielle de la Fondation TOTAL (project "Classification des poissons marins: les téléostéens acanthomorphes").

Orientations bibliographiques :

BOISGARD T., BETTI E., LIOUX M., GIRONDIN G., & GUINTARD C. (2012). Moulage d'un lionceau nouveau-né : mise en évidence des viscères superficiels des cavités thoraciques et abdominale, *Cahier d'Anatomie Comparée*, 2012(4) :1-10.

CHANET B. & C. GUINTARD (2012). Proposition for a protocol for anatomical studies on collection specimens by magnetic resonance imaging, *C. R. Biologies*, 335: 77-79.

CHANET B., GUINTARD C., BOISGARD T., FUSELLIER M., TAVERNIER C., BETTI E., MADEC S., RICHAUDEAU Y., RAPHAEL C., DETTAÏ A. & G. LECOINTRE (2012). Visceral anatomy of ocean sunfish (*Mola mola* (L., 1758), Molidae, Tetraodontiformes) and angler (*Lophius piscatorius* (L., 1758), Lophiidae, Lophiiformes) investigated by non-invasive imaging techniques. *C. R. Biologies*, 335:744–752.

CHANET B., GUINTARD C., BETTI E., GALLUT C., DETTAÏ A. & LECOINTRE G. (2013). Evidence for a close phylogenetic relationship between the teleost orders Tetraodontiformes and Lophiiformes based on an analysis of soft anatomy. *Cybium*, 37(3):179-198.

CHANET B. & MEUNIER F.J. (2014). The anatomy of the thyroid gland among “fishes”: phylogenetic implications for the Vertebrata, *Cybium*, 38(2):89-116.

CLELAND J. (1862). On the anatomy of the short sunfish (*Orthogoriscus mola*), *Nat. Hist. Rev.*,:170–185.

GREGORY W.K. & H.C. RAVEN (1934). Notes on the anatomy and relationships of the ocean sunfish (*Mola mola*), *Copeia*, 4:145–151.

POPE, E. C., HAYS, G. C., THYS, T. M., DOYLE, T. K., SIMS, D. W., QUEIROZ, N., KUBICEK L. & J.D.R. HOUGHTON (2010). The biology and ecology of the ocean sunfish *Mola mola*: A review of current knowledge and future research perspectives. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 20(4), 471–487.

VIGNAL W.(1881). Note sur l'anatomie des centres nerveux du mole, *Orthogoriscus mola*, *Arch. Zool. Exp. Gen.* 9 (1881) 370–386.

TYLER, J.C. 1958°. Osteology, phylogeny and higher classification of the fishes of the order Plectognathi (Tetraodontiformes), NOAA Tech. Rep. NMFS Circ. 434/1–422

Pour citer cet article : Ledrapier P. *et al.* (2017). Moulage et exploration de l'anatomie viscérale d'un Poisson-lune (*Mola Mola*, Linnaeus, 1758). *Cahier d'Anatomie Comparée*, 2017(9) :36-47. C@C All rights reserved.

To cite this article : Ledrapier P. *et al.* (2017). Moulage et exploration de l'anatomie viscérale d'un Poisson-lune (*Mola Mola*, Linnaeus, 1758). *Cahier d'Anatomie Comparée*, 2017(9) :36-47. C@C All rights reserved.