MYCTOPHIDAE

Voyage en eau profonde

L'océan ?

Une immensité, une richesse et une des clés du fonctionnement de la vie sur notre planète. Et pourtant les mystères sont encore nombreux ! Dans ce monde océanique très partiellement connu, **les poissons lanternes, nommés plus scientifiquement les *myctophidae***, sont très abondants de la surface jusqu'à plusieurs centaines de mètres de profondeur, dans tous les océans, depuis l'équateur jusqu'aux zones les plus froides. A l'image d'une plongée profonde dans la pénombre de l'océan hauturier, suivre les poissons lanternes dans leurs pérégrinations apporte un petit éclairage.

Qui sont-ils ? Que font-ils ? À quoi ressemblent-ils ? Qu'en sait-on ?

Pourquoi jumeler Arts et Sciences ?

Les profondeurs océaniques sont impossibles à observer avec nos yeux et uniquement concevables par la pensée ou l'approche scientifique. La connaissance nourrit ainsi la création et la vision artistique vient compléter la vision rationnelle des chercheurs et faciliter la diffusion des connaissances.

Cette exposition...

... est le fruit d'une collaboration entre des scientifiques* et des élèves d'une classe de terminale en « Arts appliqués »**. Les jeunes artistes ont tout d'abord appréhendé les myctophidés par les récits et explications des scientifiques avant de développer leurs approches personnelles et de mettre en lumière et en couleur ce monde mystérieux. Trois mois de recherche et de pratique des arts visuels ont abouti à une revue, « La Lanterne ». Cette production a ensuite été mise en forme à l'Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM) pour constituer cette exposition. Celle-ci est inaugurée dans le cadre du Festival "Ressac" organisé par l'Université de Bretagne Occidentale (UBO) en 2019.

Bonne lecture !

* L'équipe de scientifiques de l'IRD (Institut de Recherche pour le Développement), du CNRS (Centre National pour la Recherche Scientifique), du MNHN (Muséum National d'Histoire Naturelle) et de la CPS (Communauté du Pacifique)
** La classe de terminale en « Sciences et Technique du Design et des Arts Appliqués » (STD2A) du Lycée Vauban à Brest, et leurs enseignants.

Rédaction et relecture : Gildas Roudaut, Jérémie Habasque, Anne Lebourges-Dhaussy, Cindy Dupoux, Élodie Vourey, Anna Conchon, Cédric Cotté, Antoine Choplin, Yves Cherel, Sébastien Hervé
Graphisme et mise en page : Sébastien Hervé assisté de Fred Grunchec et Pauline Ferrec
Remerciements : La Mission culture scientifique et technologique de l'IRD, Christine Paillard et Emmanuelle Dilasser

Illustration : Orianne Caroff

Institut de Recherche pour le Développement FRANCE · Lycée Vauban Brest · Muséum National d'Histoire Naturelle Service du Patrimoine Naturel · Pacific Community Communauté du Pacifique · cnrs · iuem Institut Universitaire Européen de la Mer · UBO Université de Bretagne Occidentale

PORTRAIT DE FAMILLE

Une famille nombreuse...

Les myctophidés sont classés dans le grand groupe du micronecton, l'ensemble des organismes de 2 à 20 centimètres capables de nager contre un courant. La famille comprend environ 250 espèces, ce qui n'est pas très impressionnant, mais l'étonnement vient de leur nombre et de l'importance de leur rôle dans les océans.

Les individus de la famille des myctophidés, les myctos pour les intimes, ne pèsent pas lourd, à peine quelques grammes. **Mais leur force c'est le nombre. Ils sont présents dans tous les océans du globe et selon certains scientifiques, la famille des myctophidés pèserait 660 millions de tonnes !** Ils seraient alors équivalents en poids à un convoi de camions poids-lourds de 1000 km de long !

Illustration : Lilian Hervet

Nom scientifique de la famille : Myctophidae

Nom commun : Myctophidés

Nom d'usage : Poissons lanternes

Petit nom : Myctos

Lieu de résidence : tous les océans

Profondeur d'habitat : de 50 à 1000m

Taille : de 5 à 15 cm selon les espèces

Signe particulier : bioluminescence

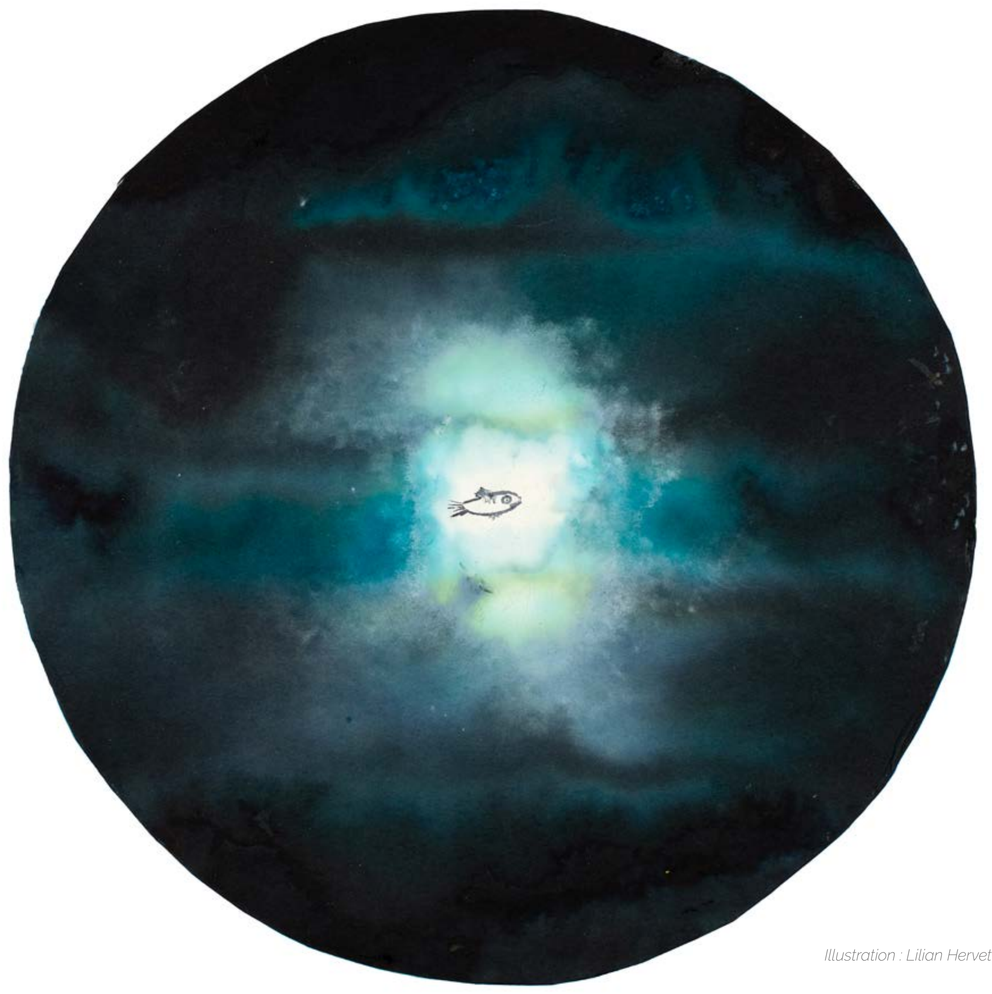


Illustration : Lilian Hervet

... et noctambule

Ils vivent en plein océan, parfois à plusieurs centaines de mètres de profondeur, dans un noir quasi-absolu. Ce sont des champions de la vision nocturne.

Le jour, ils se réfugient en profondeur, et chaque soir, lorsque l'intensité lumineuse déjà très faible diminue encore, c'est le signal, ils grimpent vers la surface. Dès les premières lueurs du jour, tous ensemble, ils ne tardent pas à regagner les profondeurs noires et froides. C'est la migration verticale quotidienne, plus scientifiquement nommée le "cycle nycthéméral".

Comme beaucoup d'organismes marins vivant dans l'obscurité, les myctos ont la capacité d'émettre de la lumière. Ils possèdent des organes bioluminescents, les photophores, semblables à des diodes lumineuses réparties sur leur corps. Ces photophores permettent de distinguer les espèces de la famille. Par exemple, *Krefftichthys anderssoni* en possède 32 de chaque côté.

Se nourrir et se reproduire ne sont pas leurs seules occupations. C'est la jungle sous l'eau ! Il faut aussi qu'ils échappent à leurs prédateurs : des poissons carnivores féroces avec des dents monstrueuses ainsi que les thons, les mammifères marins, les manchots, les calamars... Un autre ennemi pourrait bien pointer son nez : l'Homme ! Comme ses besoins en protéines ne cessent de grandir, il réfléchit sérieusement à les exploiter...

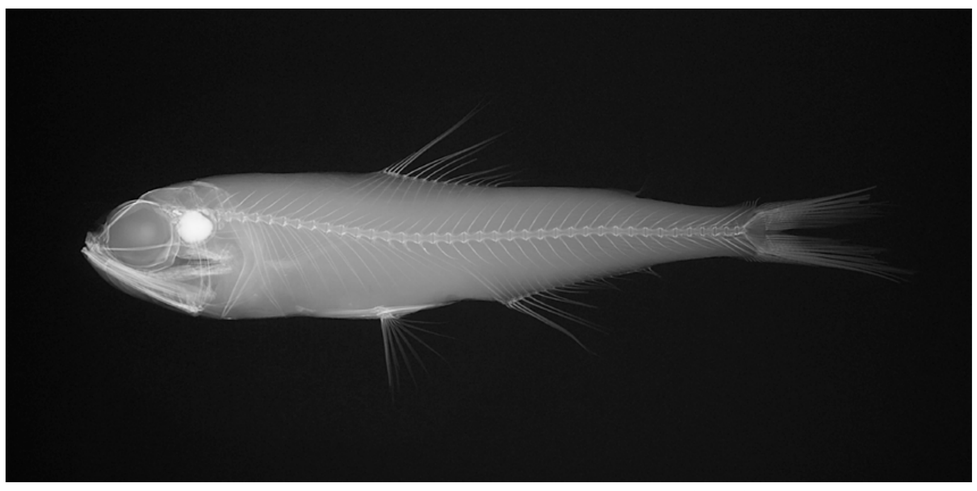
Image de fond d'après une illustration de : Jules Lemetais

MORPHOLOGIE D'UN MYCTO

Morphologie

La morphologie d'un organisme vivant, poisson ou autre, regroupe à la fois la description de sa forme, de ses aspects physiques et la description de sa structure intérieure, son anatomie. **C'est l'ensemble des caractères morphologiques d'un organisme qui permet de lui donner un nom unique : l'espèce.** Ainsi, deux organismes de la même espèce se ressemblent, se reproduisent et la génération suivante sera féconde.

Parmi les nombreuses caractéristiques à observer pour classifier un myctophidé, on retrouve : la position des nageoires ; la forme de la mâchoire, des dents ou encore des écailles ainsi que leurs nombres, la présence ou l'absence de photophores et leur agencement.



Radiographie à rayons X d'un myctophidé
Photo : Elodie Vourey

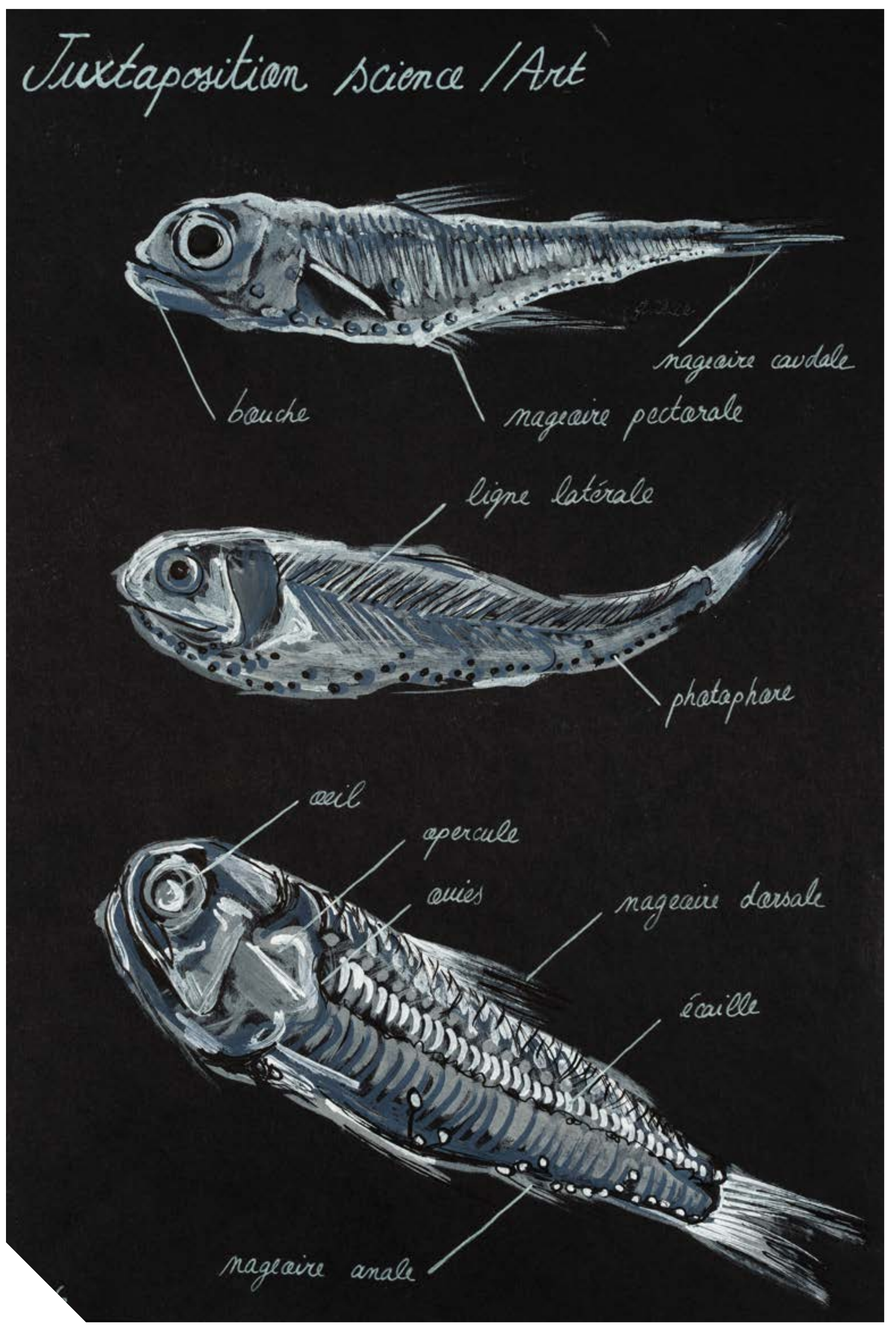
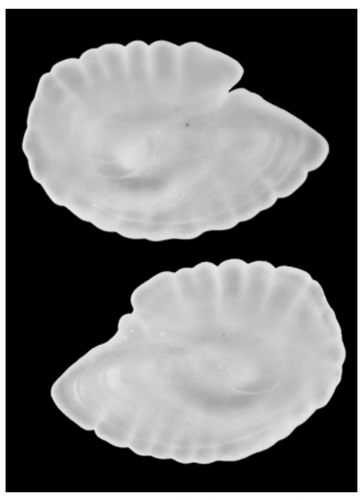


Illustration : Erell Mazo



Otolithes de myctophidé
Photo : Elodie Vourey

Otolithes

Les poissons possèdent une oreille interne constituée de cavités assez complexes remplies d'un liquide où flottent de petites pièces calcaires appelées otolithes (photo ci-contre). Ils sont au nombre de 6 ; soit 3 paires. Ils permettent aux poissons de s'orienter et d'entendre. On observe sur les otolithes des cernes de croissances (comme sur les arbres et les écailles) permettant de déterminer l'âge du poisson. La forme de ces otolithes est un critère très important pour classifier les myctophidés.

Nageoires

Les nageoires servent aux taxonomistes pour identifier les poissons : le nombre de rayons qui les constituent et l'emplacement sur le corps sont des indices supplémentaires pour reconnaitre les espèces.

Ecailles

Les écailles recouvrent le corps et se superposent les unes aux autres, de l'avant vers l'arrière. Ce sont des lames osseuses, minces, et insérées dans la peau. Ces écailles contribuent parfois à différencier les poissons les uns des autres et comme pour les otolithes, on peut s'en servir pour définir l'âge.

Image de fond d'après une illustration de : Lisa Lebras

DES LUMIERES DANS LA NUIT

La bioluminescence

Le phénomène naturel, produit par des organismes vivants et au cours duquel l'énergie chimique est convertie en énergie lumineuse, est appelé la bioluminescence. Elle est principalement utilisée dans les milieux extrêmes. Ainsi la plupart des animaux marins des grandes profondeurs, comme les myctophidés, sont bioluminescents. Les photophores sont des organes lumineux cutanés, situés en général sur la couche superficielle de la peau. Ces photophores stockent des cellules spécialisées dans la production et l'émission de lumière, appelées photocytes.

À quoi ça sert ?

Il est très difficile de répondre à cette question, plusieurs hypothèses peuvent être avancées. La lumière pourrait avoir un rôle d'attraction (attirer les proies ou ses semblables), ou un rôle de répulsion (éloigner les prédateurs). L'apparition soudaine d'une lumière crée un effet de surprise pouvant effrayer le prédateur ou faire diversion, laissant à l'animal le temps de s'échapper. Le camouflage est également une possibilité. En effet les photophores des myctophidés étant essentiellement ventraux, un prédateur qui serait sous un myctophidé ne verrait pas sa proie se détacher du milieu ambiant par manque de contraste puisque la lumière – si faible soit elle - vient de la surface. Et inversement, un prédateur au-dessus d'un myctophidé ne verra pas la lumière des photophores se découper sur le fond noir puisque les lueurs sont diffusées vers le bas.

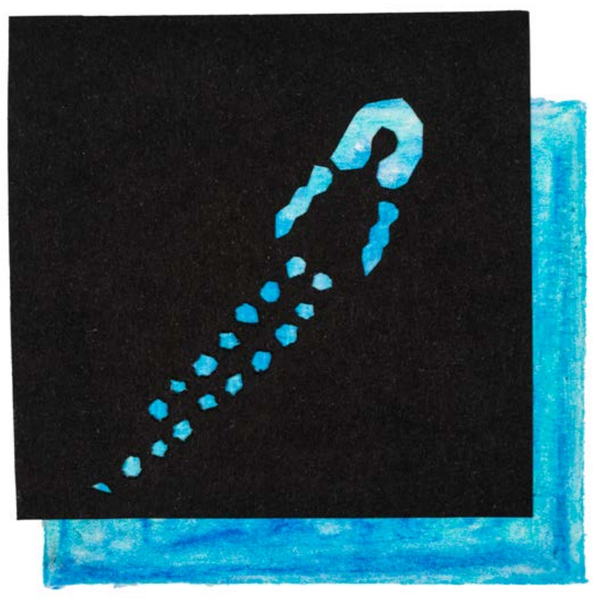


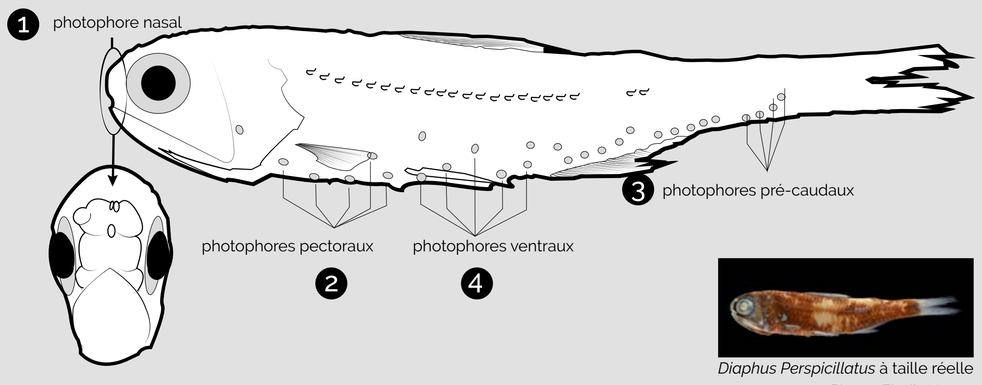
Illustration : Lucie Distin

Les photophores, une clé pour la classification des espèces

Chez les myctophidés, la disposition et la taille des photophores sont extrêmement importantes pour l'identification.

Afin de connaitre le genre, voire de déterminer l'espèce du myctophidé ci-contre, pêché au large de la Nouvelle-Calédonie, la description précise des photophores est indispensable.

La combinaison de tous ces critères permet d'affirmer que nous sommes en présence du genre *Diaphus.* Aucun autre genre de poisson lanterne ne présente ces critères rassemblés. En poursuivant l'analyse de la taille, de l'emplacement de certains photophores, les détails morphologiques des branchies et des dents, les taxonomistes peuvent identifier l'espèce. Le myctophidé présenté sur cette photo est un *Diaphus Perspicillatus.*



Diaphus Perspicillatus à taille réelle

Photo : Elodie Vourey

1. Photophore nasal présent et très développé
2. 4ème photophore pectoral plus élevé que les autres
3. Présence de 4 photophores pré-caudaux, c'est-à-dire en amont de la queue
4. 2ème et 3ème photophores ventraux sont élevés
5. Absence d'organe lumineux au-dessus et en dessous de la caudale (= la queue)

Illustration : Félix Roudaut

Image de fond : Solene Rigaud

AVALER ET ÊTRE AVALÉ

Qu'est-ce que le réseau trophique ?

Les organismes présents dans un même milieu interagissent les uns avec les autres pour se nourrir. La représentation la plus simple de ces liens est la chaine alimentaire, c'est-à-dire une suite d'êtres vivants se consommant les uns les autres. Les algues sont consommées par des animaux herbivores eux-mêmes consommés par des petits carnivores, etc… Ça paraît simple, linéaire, mais ça n'est pas la réalité

Tout cela est beaucoup plus complexe, plus désordonné. Les organismes se nourrissent d'un panel de proies et sont eux-mêmes source de nourriture pour plusieurs prédateurs. Si les liens entre les prédateurs et les proies étaient des fils, alors le schéma pour les représenter serait une toile d'araignée, parfois difficile à démêler ! Ainsi, les scientifiques utilisent le terme de « réseau trophique » pour nommer le schéma faisant apparaitre toutes ces relations alimentaires entre les individus d'un même milieu.

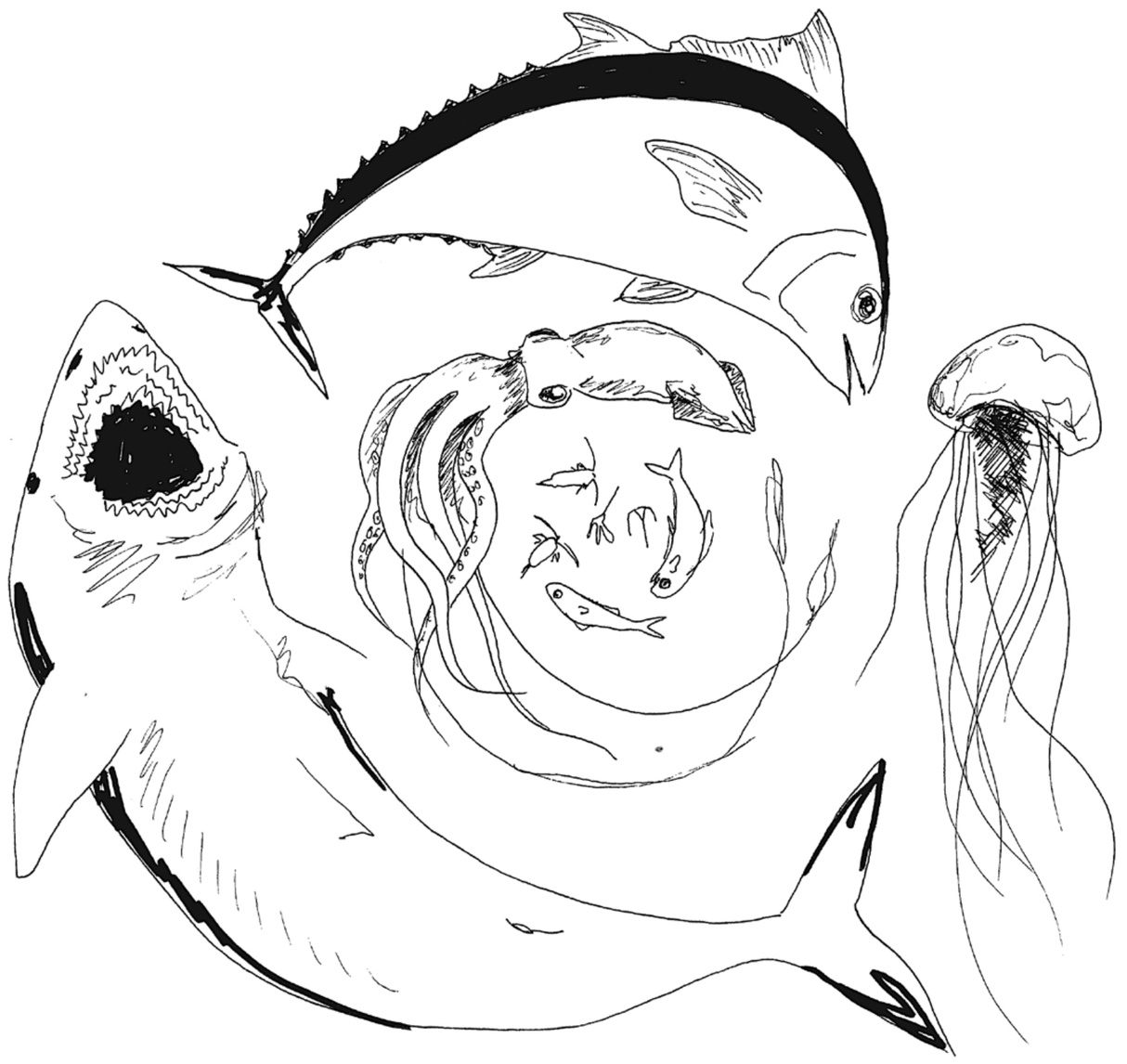


Illustration : Elisa Le Vaillant

Illustration : Justine Bourhis

Les relations entre proies et prédateurs

Le phytoplancton est à la base de la quasi-totalité de la vie dans les océans. Il est composé essentiellement d'algues unicellulaires (une seule cellule) qui effectuent la photosynthèse. On le trouve dans la partie supérieure de l'océan, celle qui reçoit suffisamment de lumière.

Le plancton animal, ou zooplancton, regroupe des organismes unicellulaires et pluricellulaires. Ils mesurent moins d'un millimètre à plusieurs millimètres, sont capables de se déplacer verticalement mais n'ont pas la capacité de nager contre un courant. Certains se nourrissent de phytoplancton, d'autres de zooplancton. Leur diversité et leur quantité est extraordinaire. Les copépodes, par exemple, de petits crustacés zooplanctoniques, sont des organismes qui vivent dans tous les océans du globe et qui sont consommés par le micronecton. Les myctophidés en font de véritables festins.

Le micronecton est composé d'organismes dont la taille varie entre 2 et 20 centimètres. Ils ont la capacité de nager contre le courant sur de faibles distances malgré leurs petites tailles. Parmi ces organismes se trouve une très grande diversité biologique comme la plupart des juvéniles de poissons, ainsi que le krill, ces petites crevettes très abondantes, les céphalopodes et bien sûr les myctophidés !

Les prédateurs supérieurs sont les organismes qui se positionnent à l'extrémité haute de ce réseau : ils consomment le micronecton. Citons par exemple les thons, les oiseaux, les mammifères marins… et l'Homme.

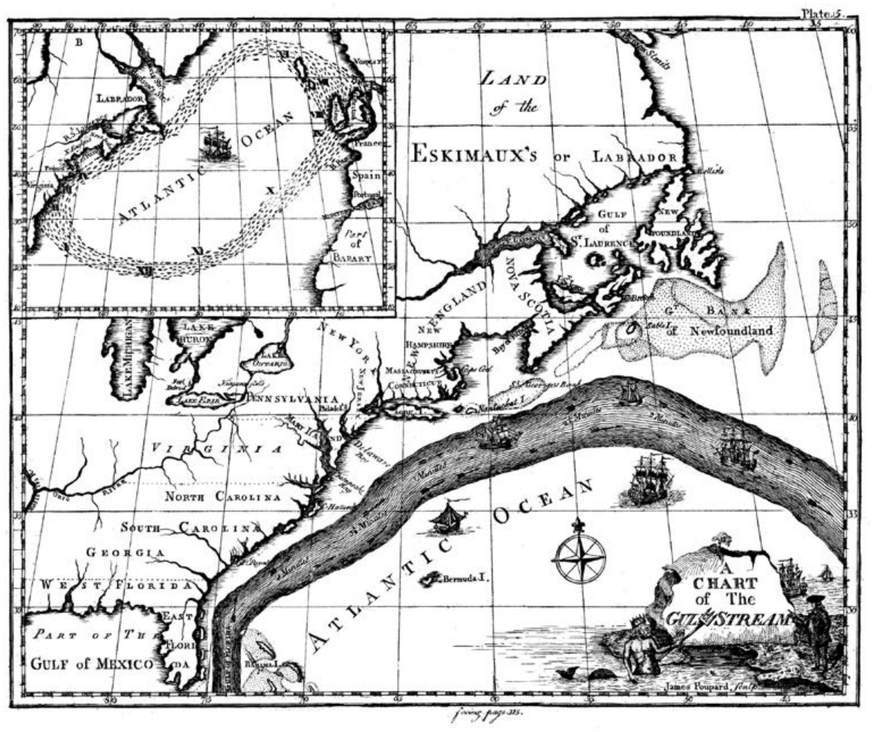
Image de fond composée d'après des illustrations de Justine Bourhis

TOURBILLONS DE VIE

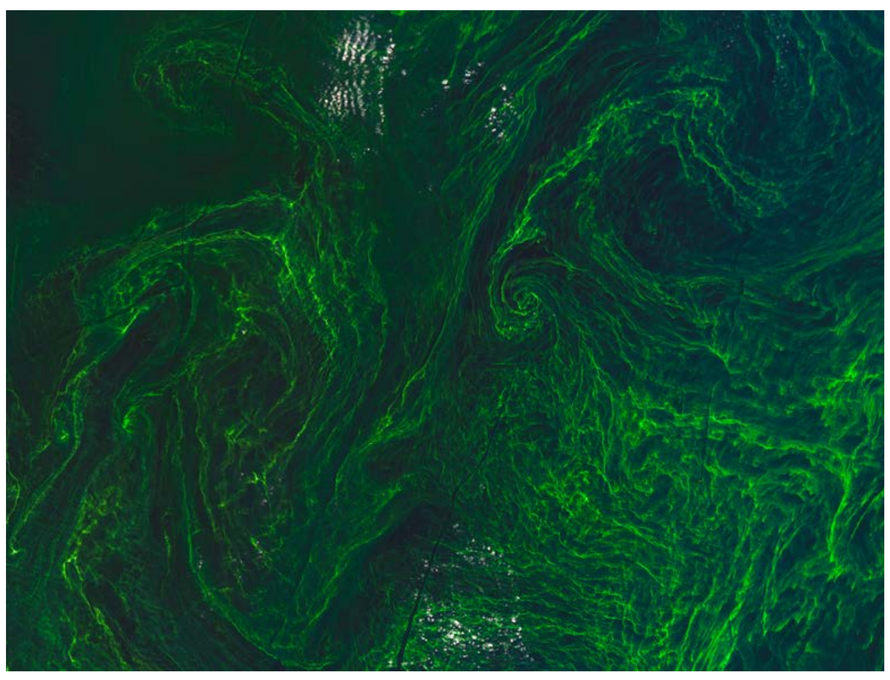
La circulation océanique engendre un véritable ballet artistique dans lequel la vie s'organise en tourbillons.

L'Homme sait depuis des siècles que les mers sont parcourues par de grands courants, mais ils sont loin d'être les longs fleuves tranquilles que l'on a longtemps imaginé. Ainsi, Benjamin Franklin et Timothy Folger représentaient le Gulf Stream comme un grand fleuve effectuant une boucle dans l'Océan Atlantique.

En lieu et place de ces flux de courants continus et rectilignes, les satellites nous ont montré que les courants des océans se révèlent être turbulents, dynamiques, parcourus de méandres, de tourbillons et de filaments de toutes tailles et de toutes formes. Ces tourbillons sont présents sur toute la planète. Ils jouent un rôle très important dans le brassage des eaux et créent de l'hétérogénéité (en température de l'eau ou en accumulation de nutriments par exemple), si bien qu'il y a des zones plus propices que d'autres au développement du phytoplancton (microalgues).



Carte de l'Atlantique Nord Ouest de Benjamin Franklin (1769) représentant le courant du Gulf Stream en gris. Au XVIIIe siècle cette énorme boucle de courant était vue comme un fleuve au milieu de l'océan.



Cette image issue du satellite Européen Sentinel 2, montre une efflorescence (bloom) de phytoplancton et les méandres du courant en mer Baltique. (C) ESA.

En étudiant la couleur de l'eau sur les images satellites, les physiciens ont remarqué qu'il était possible de détecter la présence de phytoplancton à la surface des océans. Ils ont ainsi pu cartographier les zones riches et pauvres : **des oasis de vie marine en forme de tourbillons et filaments !**

Des chercheurs ont montré que dans le sud de l'Océan Indien des éléphants de mer, équipés de balises, suivent certaines veines de courants tumultueux très abondants en phytoplancton. Ces informations leur indiquent ainsi où se trouvent les myctophidés. En effet, les éléphants de mer suivent les tourbillons riches en phytoplancton, car au sein du réseau trophique les myctophidés sont à la fois les proies des éléphants de mer et des consommateurs du zooplancton, lui-même consommateur de phytoplancton.

Image de fond : Jules Lemetais

VOYAGEURS NOCTAMBULES

En surface : le grenier de l'Océan

La vie de nombreux organismes est rythmée par le cycle du soleil. Sur terre bien sûr, mais les profondeurs océaniques présentent également des particularités étranges qui conservent encore bien des secrets.

En mer, le réseau trophique repose d'abord sur la production primaire : les microalgues marines utilisent, comme les végétaux terrestres, la photosynthèse et donc la lumière. Le phytoplancton ne pouvant se déplacer, ne vit que dans la partie supérieure de l'océan qui lui fournit suffisamment de lumière, soit les 100 ou 150 premiers mètres selon les régions du globe.

Tout comme de nombreux organismes marins, les poissons lanternes effectuent des migrations verticales quotidiennes. Á la tombée de la nuit, ils quittent les profondeurs et remontent s'alimenter en surface où ils trouvent une nourriture plus abondante : le zooplancton qui, lui, se nourrit des microalgues. Les organismes migrants s'exposent alors à une prédation accrue et choisissent de redescendre en profondeur dès que le soleil pointe son nez. Cette formidable danse verticale de la vie océanique est une clé essentielle dans le fonctionnement de ces écosystèmes hauturiers.

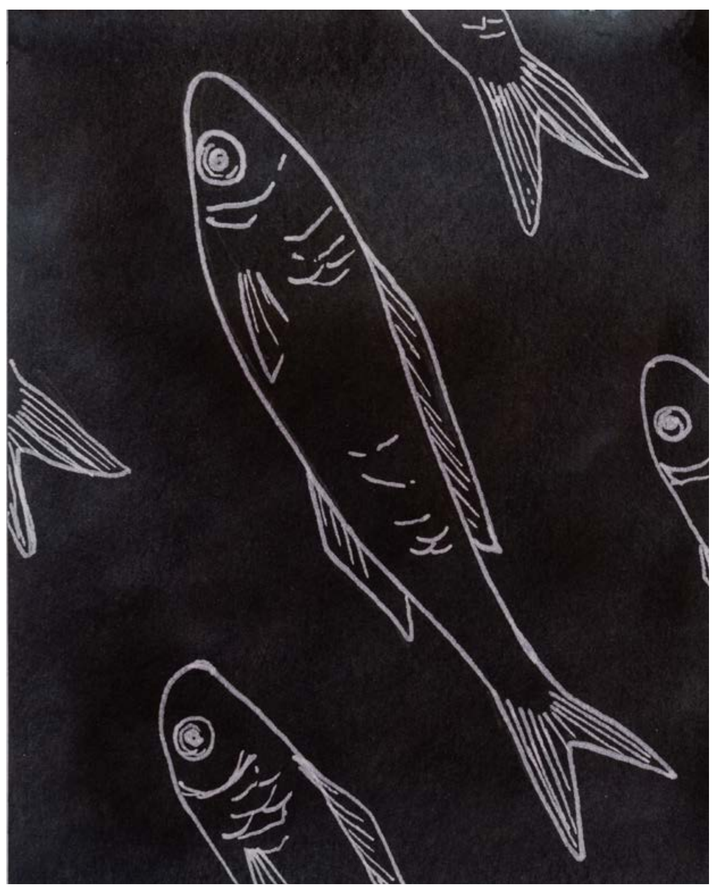


Illustration : Elisa Le Vaillant

A chacun son style

Cependant les myctophidés n'ont pas tous le même comportement. Certains préfèrent la sédentarité et restent à la même profondeur, d'autres migrent par intermittence pour des raisons encore inconnues. Enfin, certains migrent chaque jour et se dissocient en deux catégories : ceux qui ne remontent qu'à mi-hauteur et ceux qui ne rateraient pour rien au monde un repas quotidien en surface. Ce manège quotidien a également quelques originalités. Les myctophidés ont un comportement grégaire mais peuvent s'agréger de différentes façons : les observations des scientifiques montrent que certains se regroupent en bancs dès qu'il commence à faire jour alors que d'autres formeront des couches à certaines profondeurs.

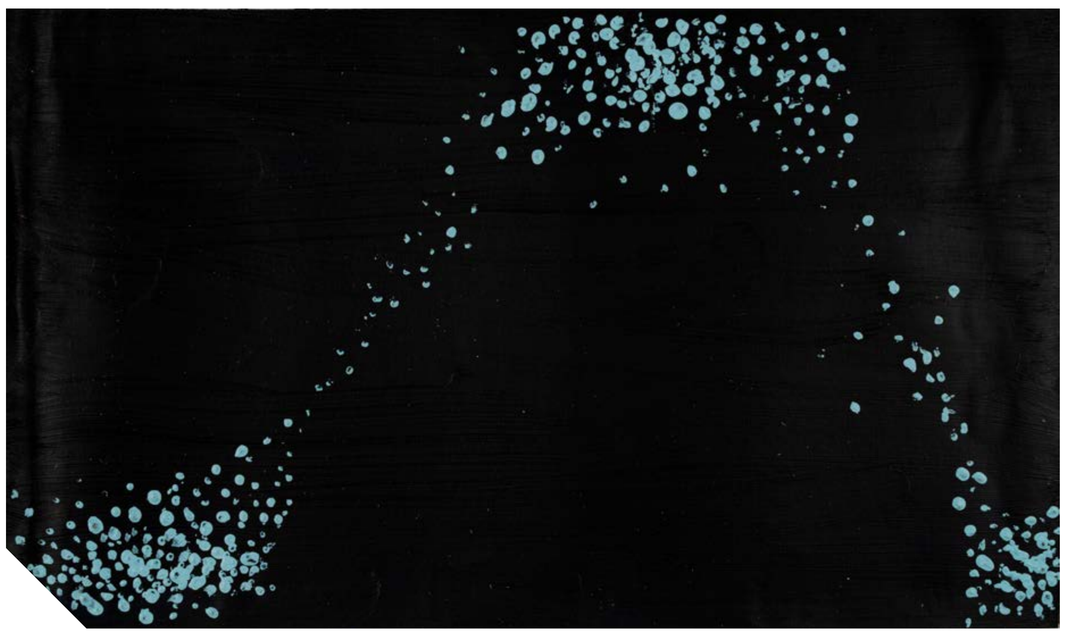


Illustration :Aouregan Floch

Taillés pour le voyage

Qu'un petit poisson de 5 centimètres monte et descende tous les jours sur plus de 500 mètres constitue un bel exploit rendu possible par une petite astuce anatomique. Certains d'entre eux possèdent un petit réservoir, appelé vessie natatoire, rempli d'air ou d'huile. En la « gonflant » ou « dégonflant », ils font varier leur flottabilité et limitent ainsi les efforts. Malin, non ? Leurs performances ne s'arrêtent pas à la nage. Ils détectent également les changements de luminosité à des profondeurs où la lumière est extrêmement faible. Au-delà de 150 à 200 mètres, moins de 1% de la lumière de la surface y parvient. Mais à 600 mètres, la lumière y est 100 000 fois moins intense qu'en surface. C'est la nuit la plus totale pour nos yeux humains ! Continuons la liste de leurs prouesses : ils supportent également le froid des profondeurs (l'eau n'y est qu'à quelques degrés), la pression ainsi que le manque d'oxygène !

Image de fond : Lucie Distin

ENJEUX FUTURS

Vers de nouveaux territoires de pêche ?

Les pêches industrielles et artisanales constituent un fort enjeu économique pour l'Homme. Elles se déroulent essentiellement en milieu côtier ou par moins de 200 m de profondeur. Bien qu'importantes économiquement, pour le thon par exemple, les pêches hauturières (au large) sont secondaires en termes de tonnage. Qu'en sera-t-il demain ? Pour anticiper une éventuelle exploitation des ressources du grand large, il est nécessaire d'approfondir nos connaissances sur ce milieu.

Infographie composée avec des illustrations de Solène Rigaud

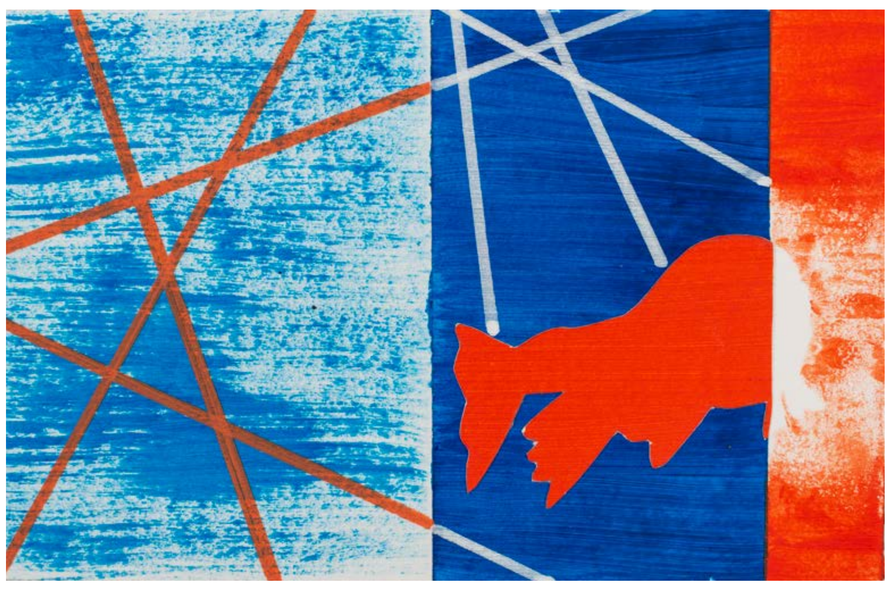


Illustration : Lucie Distin

Illustration : Jules Lemetais

Coups de filets sur les Myctos ?

Entre 1977 et 1992, des navires russes ont pêché des myctophidés dans un objectif commercial : 50 000 tonnes la dernière année, soit 3 fois le tonnage des sardines vendues en France en 2017 ! Ce n'est pas rien. D'autres essais de pêche industrielle ont été réalisés en Afrique du Sud au milieu des années 1980, mais l'activité a été stoppée en raison de la trop grande concentration en huile dans la chair de ces poissons.

Les myctophidés sont très abondants en mer d'Oman et la tentation de la pêche industrielle y est forte. D'ailleurs la recette des myctophidés en surimi est déjà prête : un chercheur Iranien (A. R. Shaviklo) l'a mise au point ! Résultat : des boulettes, « façon acras de morues ». Comparé à du surimi de carpes, celui de myctophidés a une odeur et un goût de poisson plus forts et une texture moins juteuse.

Bien que les myctophidés soient très abondants ils ne sont pas faciles à capturer, ce qui n'est pas toujours économiquement rentable. Cependant l'Homme sait ruser, il saura sans doute un jour développer des techniques qui pourraient améliorer le rendement des captures. Mais quel impact sur le fonctionnement des écosystèmes pélagiques cela pourrait-il avoir ? Nous ne pouvons y répondre aujourd'hui, car les connaissances sont insuffisantes. Nous devons d'abord continuer les recherches pour mieux connaître ces myctophidés, et plus généralement le micronecton, pour comprendre leur rôle dans le réseau trophique et l'impact qu'aurait une pêche industrielle.

Images de fond : Jules Lemetais

LES MYCTOS À LA LOUPE

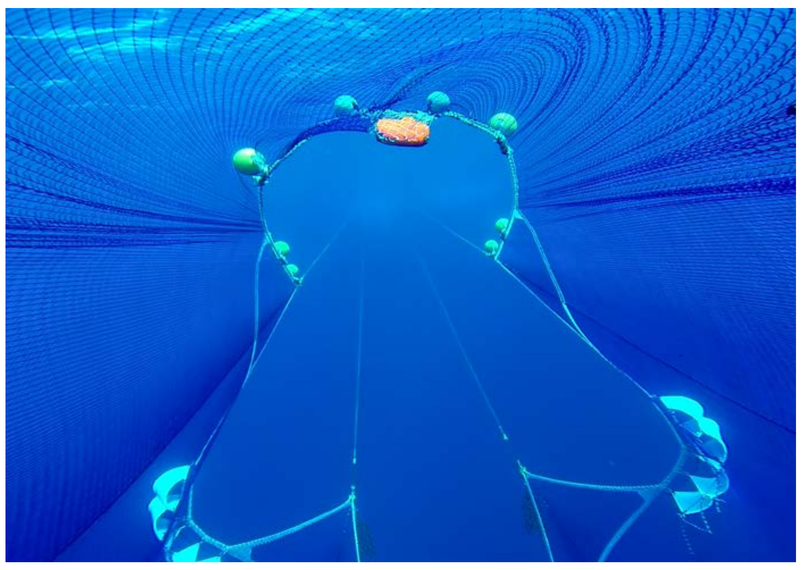
De quels outils disposent les scientifiques qui étudient les myctophidés ?

LES BIOLOGISTES racontent...

Pour percevoir l'invisible, un moyen simple consiste à prélever les organismes en profondeur et à les remonter à la surface.

Les myctophidés ne mordent pas à l'hameçon, ou alors il en faudrait des minuscules. L'Homme utilise alors un chalut, un filet tracté par un bateau. Ce chalut a une forme conique et filtre l'eau à la profondeur où il se trouve. Les poissons dont la taille est supérieure à la maille du filet (espace entre les nœuds) restent prisonniers et sont remontés à la surface pour être comptés, pesés, mesurés, identifiés. Leurs estomacs sont étudiés afin de déterminer leur régime alimentaire.

Cette méthode a l'avantage de rapporter à la surface des spécimens de poissons pour les étudier mais présente aussi des inconvénients. Les poissons plus petits que la maille du filet ou qui nagent plus vite que le chalut ne sont pas capturés. Par ailleurs, cette méthode ponctuelle n'apporte pas une vision continue. Enfin, elle est destructive puisque les poissons capturés meurent.

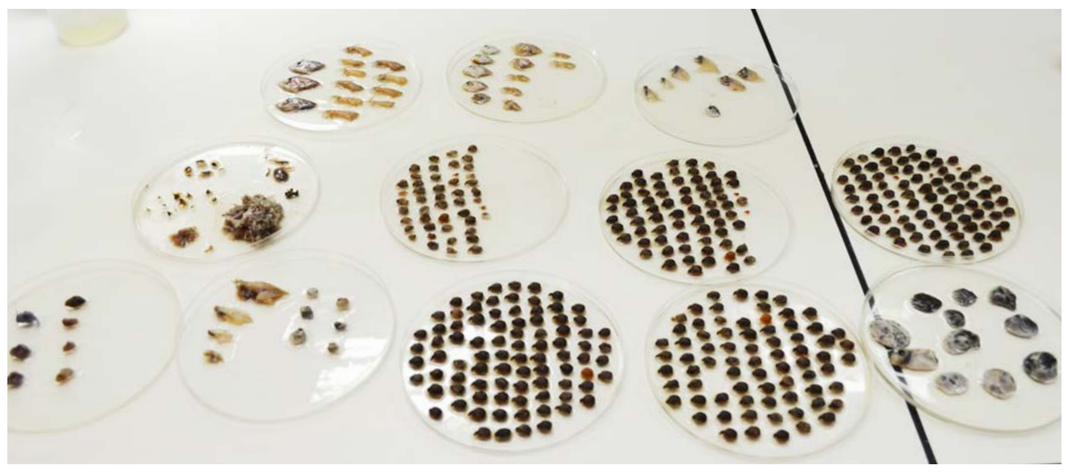


Vue de l'intérieur d'un chalut tracté par un navire pour la pêche des myctophidés. © Gildas Roudaut | IRD

Les prédateurs peuvent être considérés comme des outils de prélèvement, leurs estomacs jouant le rôle d'éprouvette.

Une autre façon d'étudier les myctophidés est d'analyser les contenus des estomacs de ceux qui les mangent. Ainsi, les scientifiques déterminent si les myctophidés font partie du régime alimentaire des prédateurs tels que les thons, les oiseaux et les mammifères marins. Pour des oiseaux comme les manchots il est possible de les faire régurgiter. En revanche pour les thons, il faut les pêcher, les identifier, puis prélever leurs estomacs ! Chaque estomac est ouvert, les proies sont triées et identifiées à l'œil nu ou sous une loupe binoculaire. Nez sensibles, s'abstenir ! Les restes de nourriture trouvés y sont à divers stades de digestion...

L'analyse de ces contenus stomacaux devient alors une véritable quête où l'on regroupe un maximum d'indices (mâchoires, vertèbres, otolithes, écailles...) afin de déterminer si des myctos ont été ingérés. Ces analyses renseignent sur la présence ou l'absence des myctos dans la zone de chasse du prédateur et donc potentiellement à proximité de la zone de pêche du bateau. Cette méthode indirecte n'est pas parfaite car les prédateurs mangent ce qui est plus nourrissant ou ce qui est plus facile à capturer. L'absence de myctophidés dans les estomacs peut signifier qu'il n'y en a pas dans la zone ou bien qu'ils se sont échappés.



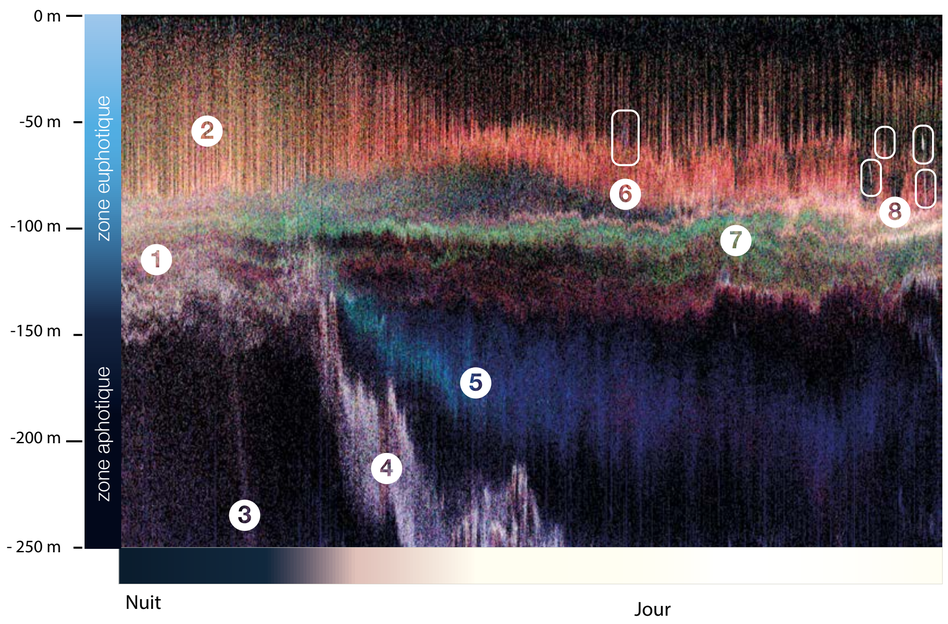
Sous la loupe binoculaire, les scientifiques trient les contenus stomacaux. Ceux-ci sont ensuite triés pour être identifés. Photos : Elodie Vourey (IRD)

LES MYCTOS À LA LOUPE

De quels outils disposent les scientifiques qui étudient les myctophidés ?

LES ACOUSTICIENS racontent...

En profondeur, là où la lumière ne peut pénétrer, les ondes acoustiques permettent de "voir" avec les oreilles.



Cet échogramme est issu des données d'un sondeur. Au cours du temps (axe horizontal) et selon la profondeur (axe vertical), la répartition et le comportement des cibles composées d'organismes vivants peuvent être décrits. Cette image aide à décrire les mouvements d'organismes "migrants" ou "non-migrants" entre la surface et les profondeurs, au lever du jour :

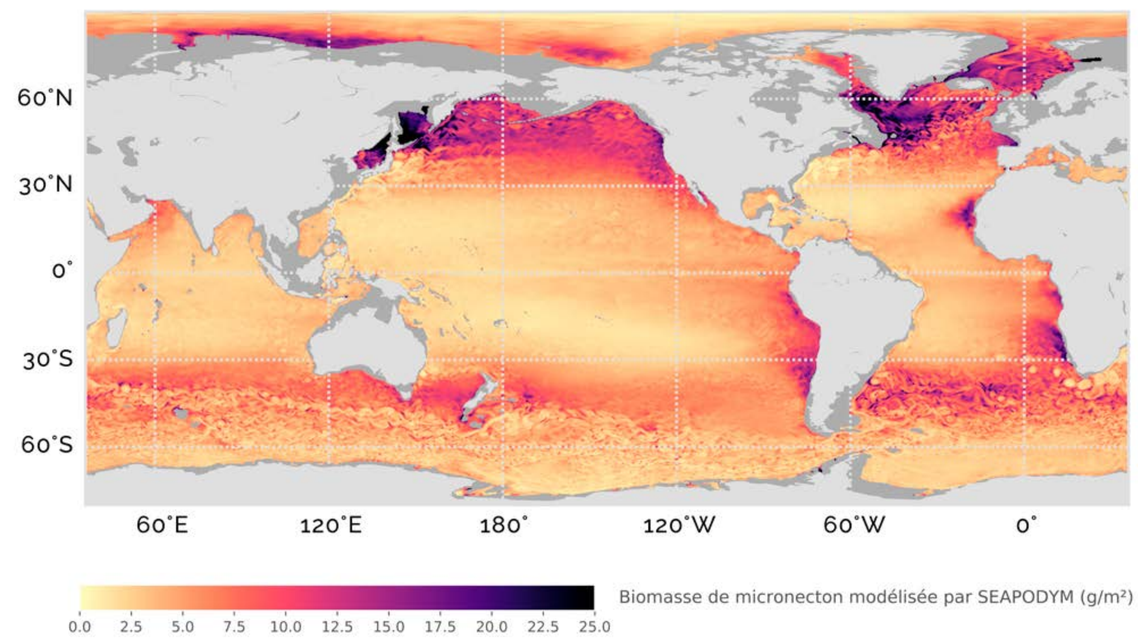
❶ Mélange nocturne des organismes migrants et non-migrants. ❷ Résidents non migrants gélatineux (en rouge). ❸ Cette couche de micronecton est la première à migrer vers les profondeurs. Ces organismes, probablement des myctophidés, descendront jusqu'à -600m. ❹ 2ème couche de migration tardive de micronecton (autres organismes). ❺ Couche de zooplancton, petits crustacés, euphausiacés. ❻ Bancs de zooplancton (trainées bleues). ❼ Non-migrants inconnus (en vert) : larves pélagiques, micro-bulles dans le phytoplancton... ❽ Bancs de poissons (trainées blanches)

Pour étudier la vie des poissons, dont les myctos, les scientifiques embarquent sur des navires équipés de sondeurs qui détectent, tout au long de leur déplacement, les organismes présents sous la coque jusqu'à plusieurs centaines de mètres de profondeur. Ils utilisent pour cela l'acoustique dite « active » car elle est basée sur l'émission d'un son : les dauphins et les baleines utilisent cette méthode pour détecter leurs proies. Elle a l'avantage d'être non intrusive (pas de prélèvements ni de perturbation) et continue (sans interruption).

Les sondeurs qui équipent les navires émettent des ondes ultrasonores qui, contrairement à la lumière, se propagent très bien dans l'eau. Une onde émise est réfléchie lorsqu'elle touche une cible (un poisson, le fond de l'océan...). Le temps d'arrivée du signal réfléchi, appelé écho, indique la profondeur de la cible et l'intensité de l'écho renseigne à la fois sur le type et la quantité de cibles. Les signaux reçus forment une image appelée « échogramme » sur laquelle les acousticiens distinguent différents types d'échos, mais pour connaitre les espèces détectées par le sondeur il est nécessaire de les pêcher au chalut. L'estimation des densités de poissons, dont les myctophidés, requière donc l'analyse des données acoustiques complétée par celle des chalutages scientifiques.

LES MODÉLISATEURS racontent...

Les mathémathiques permettent de décrire la répartition globale du micronecton.

Pour étudier les myctophidés, il est aussi possible d'utiliser le calcul numérique associé à des donneés issues de l'observation. Des données instantanées nous renseignent sur l'environnement des myctophidés : la température de l'océan, la profondeur à laquelle la lumière pénètre, la quantité de micro-algues, l'intensité des courants. D'autres informations sont plutôt centrées sur les myctophidés et leur cycle de vie : leur longévité ou leur passage de l'adolescence à l'âge adulte.

Le modèle est alors l'ensemble des équations qui, à partir de ces données, permet de calculer la présence et le développement des myctos. Un ordinateur mélange ensuite toutes ses informations et crée des cartes de biomasse du micronecton dans les océans (carte ci-contre).