



Gemmologie de laboratoire

L'OEIL DE SAINTE-LUCIE*

Thomas Cagniard¹, Jean-Pierre Gauthier², Jacques Fereire²

Abstract

THE EYE OF SAINT-LUCIA - Highlighted by popular belief, the eye of Saint-Lucia is a biomineral, which is of undoubted gemological interest by its nature and through its use. As gastropod operculum of the species *Bolma rugosa*, its name is not protected and may have been used for other gastropod species. Calcareous opercula are showcased in jewelry on both their outer and inner sides. The latter features a logarithmic spiral pattern that can be found on opercula of various *Turbininae* species, and whose opening parameter seems constant for a given species**.

Résumé

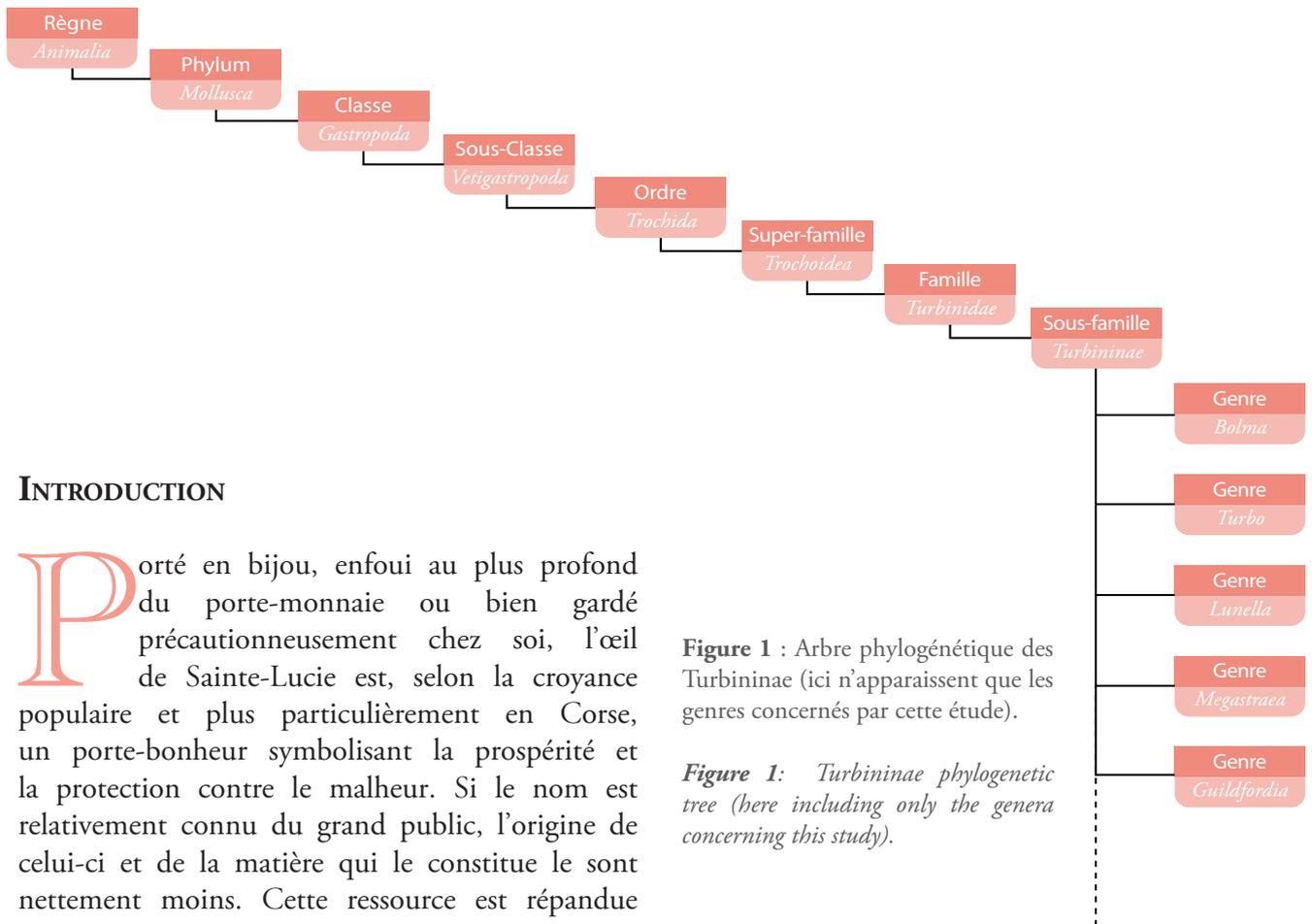
Mis en exergue par la croyance populaire, l'œil de Sainte-Lucie est un biominéral qui, à ce titre ainsi que par son utilisation, a un intérêt gemmologique certain. Opercule d'un gastéropode de l'espèce *Bolma rugosa*, son nom n'est pas protégé et il a pu être utilisé pour d'autres espèces de gastéropodes. Les opercules calcaires sont mis en valeur en bijouterie aussi bien par leur face externe que par leur face interne. Cette dernière montre une spirale logarithmique que l'on retrouve dans les opercules de diverses espèces de *Turbininae*, et dont le paramètre d'ouverture paraît constant pour une espèce donnée.

¹ Gemmologue et serti-seur : thomas.cagniard@gmail.com

² Centre de Recherches Gemmologiques, Nantes, France : jpk.gauthier@gmail.com ; jacques.fereire@hotmail.fr

* Cet article fait suite à la présentation d'un mémoire soutenu par Thomas CAGNIARD le 1er juin 2023, dans le cadre du Brevet Professionnel de Gemmologue délivré par l'Institut de Bijouterie de Saumur.

** An English version is available from jpk.gauthier@gmail.com



INTRODUCTION

Porté en bijou, enfoui au plus profond du porte-monnaie ou bien gardé précautionneusement chez soi, l'œil de Sainte-Lucie est, selon la croyance populaire et plus particulièrement en Corse, un porte-bonheur symbolisant la prospérité et la protection contre le malheur. Si le nom est relativement connu du grand public, l'origine de celui-ci et de la matière qui le constitue le sont nettement moins. Cette ressource est répandue essentiellement autour de la Méditerranée et c'est dans cette région que sont nées les légendes qui lui sont associées. Nous nous proposons, après rappel de son origine et de sa légende, d'étudier quelques-unes de ses caractéristiques ainsi que d'autres objets de provenance similaire.

La légende

La légende la plus connue raconte l'histoire de "Lucie, jeune fille de la noblesse de Syracuse, qui obtint la guérison miraculeuse de sa mère atteinte d'une maladie incurable à force de prières répétées à la Vierge Marie. Vouant un culte et une dévotion sans limite à cette dernière, elle s'arracha les yeux et les jeta à la mer pour ne pas être détournée de sa foi et éloigner les prétendants. Toute entière tournée vers la prière, elle réalisa bon nombre de miracles. En réponse à cette dévotion, La Sainte Vierge lui rendit la vue et lui donna des yeux plus beaux et plus lumineux", que la tradition populaire identifie sous la forme d'opercules d'un coquillage marin : l'astrée rugueuse (ou *Bolma rugosa*).

Figure 1 : Arbre phylogénétique des Turbininae (ici n'apparaissent que les genres concernés par cette étude).

Figure 1: Turbininae phylogenetic tree (here including only the genera concerning this study).

Une légende bien plus complète retraçant en partie la vie de Sainte Lucie est lisible dans "La Légende Dorée" de Jacques De Voragine (De Wyzewa, 1910). D'autres versions existent et sont facilement accessibles sur la toile.

Origine de l'œil de Sainte-Lucie

De nombreux gastéropodes marins possèdent un opercule corné ou calcaire situé sur la base du pied et destiné à clore l'orifice de la coquille lorsque l'animal s'y est retiré, le protégeant ainsi des prédateurs et assurant la présence d'eau dans la coquille lors des marées basses.

L'œil de Sainte-Lucie (parfois appelé œil de Vénus ou œil de la Vierge) est l'opercule calcaire d'un mollusque gastéropode du genre *Bolma* de la sous-famille des *Turbininae* (Rafinesque, 1815), *Bolma rugosa* (Linné, 1767), dont l'arbre phylogénétique est représenté ci-dessus (Figure 1).

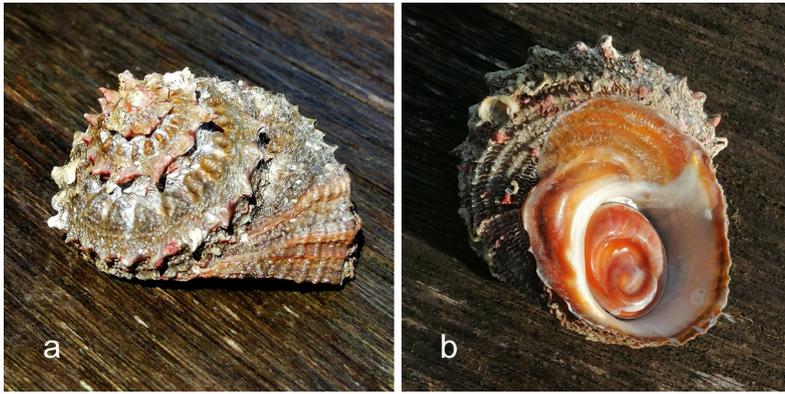


Figure 2 : Coquille de *Bolma rugosa* : a) Vue de dessus ; b) Vue de l'ouverture avec son opercule. Dimensions : hauteur 4 cm, largeur 5 cm. Don de Jean-François Raffini. Photos : J.P. Gauthier.

Figure 2: *Bolma rugosa* shell: a) Top view; b) Opening and its operculum. Dimensions: height 4 cm, width 5 cm. Gift of Jean-François Raffini. Photos by J.P. Gauthier.

La coquille de *Bolma rugosa* (Figure 2) est enroulée en une spire aplatie à sept tours convexes et de forme variable. Elle est brun-gris à verdâtre, rugueuse et recouverte d'algues brunes et autres petits organismes marins (nombreux petits vers et micro-crustacés visibles au microscope) ce qui rend son observation difficile dans le milieu marin. Les jeunes mollusques sont munis d'excroissances épineuses. Lorsqu'ils grandissent, leurs coquilles perdent leurs épines et restent rugueuses. Il est plus large que haut (de 6 à 8 cm de large et 5 à 6 cm de haut à l'âge adulte). C'est un animal phytophage : il ne se nourrit que de petites algues grâce à sa *radula*, nom donné à la langue râpeuse de certains mollusques. Il a donc tendance à vivre dans les fonds rocheux riches en végétation ou les fonds vaseux des ports. On le retrouve entre 3 et 250 m de profondeur. Les coquilles vides peuvent être colonisées par les bernard-l'hermite géants *Dardanus arrosor* ou *Pagurus bernhardus* (André *et al.*, 2021). Notons que les parois internes des coquilles sont nacrées.

Bien que son appellation vernaculaire "*turbo rugueux*" (ou "*astrée rugueuse*") le suggère, il fait partie du genre *Bolma* et non du genre *Turbo*. Il prend le nom local de '*Biou*' dans la région marseillaise. Il vit en grande majorité sur tout le



Figure 3 : Œil de Sainte-Lucie retrouvé dans un carottage prélevé à Girolata (Corse) et daté de 3500 ans par le radiocarbone. L'échelle présentée est de 10 mm par intervalle de 1 mm (Crédit : Matthieu Ghilardi).

Figure 3: Eye of Saint-Lucia identified in a core drilled at Girolata (Corsica) and dated by radiocarbon ca. 3500 years. The scale is 10 mm in total, with 1 mm interval (Credit: Matthieu Ghilardi).

pourtour méditerranéen, mais on peut le retrouver sur les côtes de l'Atlantique oriental, du Golfe de Gascogne au Maroc et aux archipels des Açores et des Canaries. C'est le seul gastéropode notable à opercule calcifié dans ce périmètre, et le seul opercule de teinte orangé. L'espèce, comestible, ne semble pas encore protégée [non listée par la CITES (Convention on International Trade in Endangered Species) et non évaluée par l'INPN (Inventaire National du Patrimoine Naturel)]. Notons qu'un "*œil de Sainte-Lucie*" fossile, datant de 3500 ans (mais il ne portait pas ce nom à l'époque !) a été récemment découvert à Girolata dans la réserve de Scandola en Corse (Susini, 2020) (Figure 3).

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Plusieurs dizaines d'échantillons de *Bolma rugosa* fraîchement récoltés ont été acquis par les auteurs (TC et JPG) soit en plongée à l'île Maïre, soit auprès des pêcheurs du Vieux Port à Marseille ou en Corse. Les opercules plus anciens ont été ramassés sur les plages corses principalement (plusieurs centaines).

Les opercules minéralisés des autres gastéropodes étudiés ici proviennent essentiellement d'un site marchand spécialisé en Allemagne (Schnecken und Muscheln) au nombre d'une cinquantaine au total. Leur quantité par espèce variait de 1 à 12, en fonction de leur disponibilité et de leur taille. Enfin, quelques-uns de grande taille ont été acquis dans des bourses aux minéraux sous l'appellation d'œils de Shiva. La gamme de tous les opercules calcifiés de gastéropodes ne peut évidemment pas être réunie, ne serait-ce que par leur nombre, par leur difficulté d'acquisition ou par leur rareté, mais le lot à notre disposition permet d'avoir une idée de la diversité de ces biominéraux faisant office de clapets protecteurs pour les gastéropodes concernés. N'apparaîtrons dans les descriptions et photographies du tableau A que ces opercules en notre possession.

Les outils de gemmologie classiques ont été utilisés, à savoir : réfractomètre, balance hydrostatique, lampes pour détection de la fluorescence "Système Eickhorst" à ultra-violets longs (UVL : 366nm) et courts (UVC : 254 nm), microscope binoculaire Leica S8 APO de grossissement maximum x80, équipé de polariseurs et d'un appareil photo numérique Canon PowerShot S70, matériel de coupe et de polissage pour la réalisation de lames minces de l'ordre du dixième de mm, effectuées sur ces opercules.

ÉTUDE DE L'ŒIL DE SAINTE-LUCIE

L'œil de Sainte-Lucie est opaque, de forme ovoïde et mesure de 2 à 25 mm dans sa plus grande dimension. Sa face externe est de couleur orange vif à orange rosé (Figure 4a), s'affadissant sans doute par usure superficielle après un long séjour dans l'eau ou sur les plages de sable (Figure 4b). La nature exacte de l'origine de la couleur serait à clarifier. Cette face a une forme d'oreille ou d'œil, plutôt en dôme sur les juvéniles, mais avec un pourtour bombé et une dépression centrale à l'âge adulte, dans laquelle l'on voit ou l'on devine le centre d'une spirale. Sa face interne est foncée en raison

de la présence d'une membrane organique marron à noire à stries spiralées, résidu de l'attache du pied de l'animal (Figure 5). Légèrement convexe, elle perd sa composante organique brune lorsqu'elle est usée par le sable, en laissant apparaître une spirale colorée sur fond blanc.



Figure 4 : Opercules de *Bolma rugosa* (œils de Sainte-Lucie) : a) prélevés sur des mollusques adultes fraîchement pêchés fin 2023 au large de Marseille (poids moyen 1,9 g et longueur moyenne 20 mm, sur 15 individus) ; b) provenant d'individus juvéniles ou adultes, récoltés sur les plages de sable de la région d'Ajaccio et roulés par les vagues. Champ des images : 7,5 cm et 6,7 cm, respectivement. Photos : J.P. Gauthier.

Figure 4: Opercula of Bolma rugosa (Saint-Lucia's eyes): a) taken from adult shells freshly caught off Marseille (end of 2023) (average weight 1.9 g; average length 20 mm, from 15 individuals); b) from juvenile or adult individuals, collected on sandy beaches in the Ajaccio region and rolled by the waves. FoV: 7.5 cm and 6.7 cm, respectively. Photos by J.P. Gauthier.



Figure 5 : Membrane organique visible sur la face interne d'un opercule fraîchement récolté correspondant à l'attache de l'opercule sur le pied de l'animal. Longueur de l'opercule : 1,98 cm. Photo : J.P. Gauthier.

Figure 5: Organic membrane visible on the internal side of a freshly harvested operculum, corresponding to its attachment to the animal's foot. Operculum length: 1.98 cm. Photo by J.P. Gauthier.

Nature du matériau

Selon Adegoke (1973), la matière minérale de l'opercule est composée à 100% d'aragonite. Contrairement à la partie interne de la coquille, l'opercule n'est pas composé de couches de nacre et ne présente donc pas d'irisations. On pourrait lui attribuer le terme de "porcelainé", à l'instar de la matière aragonitique des perles de diverses conques (telles que *Melo melo* -la "volute indienne"- ou *Aliger gigas* -le "lambi"-) ou de bivalves (comme *Tridacna gigas* -le "bénitier"-). Bien entendu, l'opercule minéralisé s'est développé en même temps qu'une trame organique, qu'il sera possible de mieux observer sur des lames minces.

Indices de réfraction et densités

La non-planéité des surfaces rend malaisée la mesure d'indices de réfraction. La faible courbure de la surface interne permet cependant une mesure à distance. De plus, plusieurs opercules ont été polis sur plateau pour aplanir leur surface interne. Malgré cela, la mesure reste difficile, car l'on n'observe pas une limite nette claire-sombre au réfractomètre. En outre, cela ne permet pas de constater une variation appréciable de l'indice de réfraction lors d'une rotation de l'opercule autour d'un axe perpendiculaire à sa base.

Les tests ont été effectués sur une dizaine d'opercules à face interne aplanie et débarrassée de la couche organique brunâtre. Les mesures d'indices restent confinées dans une plage de 1,655 à 1,660. Si l'on considère les valeurs d'indices de l'aragonite (minéral biaxe) données dans la littérature (Bragg, 1924), soit $n_{\alpha}=1,530$, $n_{\beta}=1,681$, $n_{\gamma}=1,686$, les valeurs obtenues sont proches des hauts indices n_{β} et n_{γ} . Ce pourrait être lié à une orientation moyenne préférentielle des cristaux d'aragonite et la zone de mesure floue au réfractomètre proviendrait du fait que les cristaux changent progressivement d'orientation le long des lignes courbes de croissance. Une étude cristallographique plus poussée serait nécessaire.

La densité théorique de l'aragonite est de 2,93. Les mesures effectuées sur le même lot d'opercules s'échelonnent généralement entre 2,76 et 2,80,

toujours en l'absence de l'attache organique du pied du gastéropode, avec parfois des valeurs plus faibles pouvant descendre à 2,62. Il peut être intéressant de comparer ces valeurs de densité à celles obtenues sur les perles porcelainées de *Aliger gigas* -le lambi- (Fritsch & Misiorowski, 1987) et de diverses espèces du genre *Tridacna* (Singbamroong *et al.*, 2015), pour lesquelles les valeurs hautes de densité atteignent 2,84-2,87 et 2,81-2,85, respectivement. Ces valeurs, un peu plus faibles que celles généralement attribuées à l'aragonite sous sa forme minérale peuvent se concevoir si l'on considère qu'il existe dans le biominéral des éléments organiques qui non seulement sont de faible densité, mais surtout qui réduisent la compacité des cristallites composant les opercules ou les perles. Par ailleurs, il est subodoré que des valeurs plus basses allant jusqu'à 2,60-2,62, obtenues aussi bien sur les perles porcelainées que sur les opercules, rendent compte de la présence de cavités.

Fluorescence aux UV

Les opercules calcifiés de *Bolma rugosa* (Figure 6a) donnent une réponse assez vive lorsqu'ils sont soumis à un rayonnement UVL, que ce soit sur la face interne blanche ou la face externe orangée à rose pâle (Figure 6b). La Figure 6c montre, sous UVL, le détail des zones de croissance. Sous un rayonnement

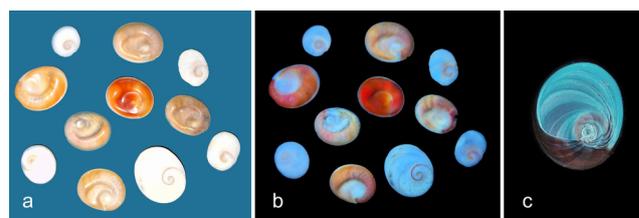
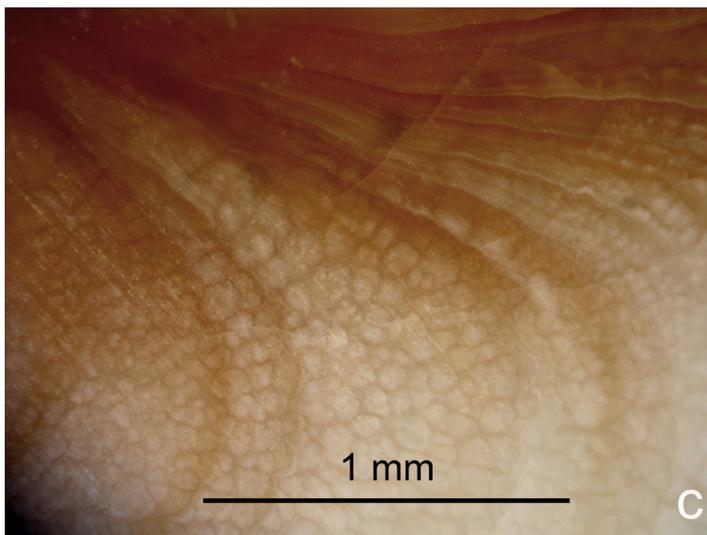
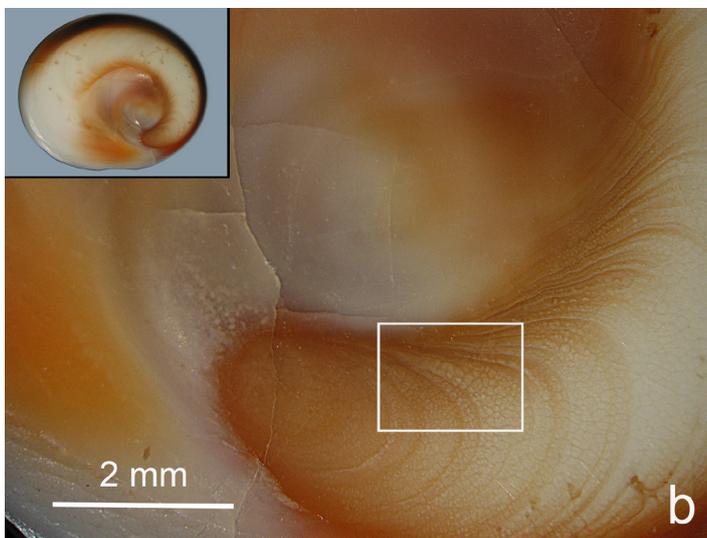


Figure 6 : Lot d'opercules de *Bolma rugosa* (faces externes ou internes) éclairés : a) en lumière incandescente ; b) par un rayonnement UVL (Champ des images 6a et 6b : 6 cm). c) Marques de croissance operculaire sur la face interne sous UVL (longueur de l'opercule : 18 mm). Photos : Th. Cagniard.

Figure 6: Set of *Bolma rugosa* opercula (external or internal sides) illuminated under a) incandescent light; b) longwave ultraviolet radiation (LWUV) (fov of Figures 6a and 6b: 6cm). c) Opercular growth curves on the internal side under shortwave ultraviolet radiation (SWUV) (operculum length: 18 mm). Photo by Photos by Th. Cagniard.



UVC, l'intensité de fluorescence est très nettement diminuée, mais toujours présente sur les deux faces. Notons que cette fluorescence se retrouve sur les opercules d'autres espèces, même s'il n'est pas utile de le montrer ici.

Répartition de la couleur

Une spirale de couleur rouge et de largeur restreinte décore la surface interne blanche de chaque opercule. Elle prend naissance non pas au centre mais à la périphérie d'une région circulaire marquant le début de la croissance de l'opercule, le noyau (Figure 7a). La surface externe est de couleur rouge orangé assez intense sur la partie périphérique en relief, et moins intense ou plus rose dans la partie centrale en dépression. La question se posait de connaître la répartition de la couleur à l'intérieur de l'opercule. Pour cela, le dôme d'un opercule a été arasé et poli sur plateau, parallèlement à la base de celui-ci. La coloration n'est plus généralisée (comme sur le dôme), ni limitée à une ligne unique (comme sur la base), mais paraît plus diffuse (Figure 7b). À plus fort grossissement, on constate une répartition de la couleur en minces filets rouges au bord des zones marquant les étapes de croissance décrites par Simone (2020) et une réticulation de la couleur autour des cristallites d'aragonite (Figure 7c).

Figure 7: a) La coloration de l'opercule est essentiellement répartie selon une spirale étroite sur la face interne de l'opercule, débutant au bord du noyau ; b) Sur une coupe parallèle à la base montrant l'intérieur de l'opercule, la coloration paraît plus diffuse ; c) Après agrandissement de la zone rectangulaire délimitée sur la Figure 7b, on constate que la coloration rougeâtre souligne les bords des lignes de croissance et le pourtour des cristallites d'aragonite. Photos en lumière réfléchie : J.P. Gauthier.

Figure 7: a) The coloration of the operculum is essentially distributed in a narrow spiral on the operculum inner side; b) on a section parallel to the base showing the operculum body, the coloration appears more diffuse; c) After enlarging the rectangular area outlined in Figure 7b, the reddish coloration highlights the edges of the growth lines and the rim of the aragonite crystallites. Reflected light photos by J.P. Gauthier.

Observations au microscope

La Figure 8a représente une photo d'une lame mince d'environ 90 microns d'épaisseur, effectuée au niveau de la face interne de l'opercule et vue en lumière transmise entre polariseurs croisés. Le centre de nucléation est constitué d'un disque circulaire, sans structure ordonnée visible (Figure 8b), au bord duquel s'amorce la spirale de la base de l'opercule, comme sur la Figure 7a. Des courbes de croissance très nombreuses viennent s'appuyer tangentiellement sur la spirale.

Une texture formée de "cônes emboîtés", selon Sire & Bonnet (1984), est observable perpendiculairement aux lignes de croissance (Figure 8c). Ce maillage complexe est largement décrit sur *Bolma setosus* par ces auteurs qui, par une expérimentation de marquage à l'aide de substances fluorescentes, déduisent l'âge du coquillage en fonction de l'observation des lignes de croissance journalière.

AUTRES OPERCULES

La sous-famille des *Turbininae*, gastéropodes à opercule calcaire (contrairement à celle des *Trochidae* à opercule corné) comporte de nombreuses espèces des genres *Bolma*, *Turbo* ou *Lunella* et bien d'autres encore (Vermeij & Williams, 2007). Ces auteurs présentent un tableau des espèces appartenant à la sous-famille des *Turbininae*, avec photographie de quelques opercules de gastéropodes appartenant à ces genres. Il n'est évidemment pas possible ici d'étudier un grand nombre d'opercules, mais il est intéressant, pour le lecteur, d'avoir une idée de la diversité des coquilles et opercules de cette sous-famille.

Une mention particulière sera faite pour l'espèce *Turbo petholatus*, pour laquelle il existe une dénomination particulière de son opercule : "l'œil de Shiva". À celui-ci est aussi associée une légende

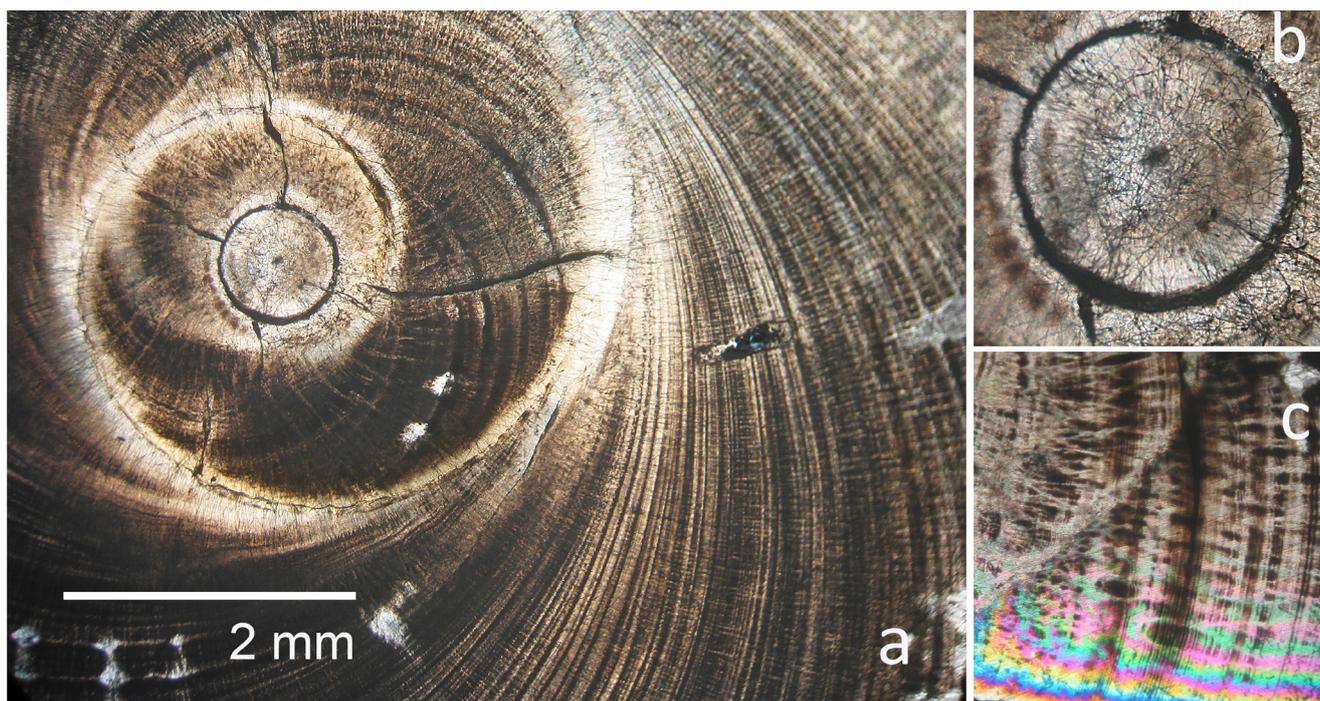


Figure 8 : a) Coupe mince, vue de dessus, réalisée au niveau de la face interne de l'opercule de *Bolma rugosa* ; b) agrandissement du centre de nucléation, de diamètre 0,8 mm ; c) texture complexe de lignes de croissance journalière et de cônes emboîtés, selon Sire & Bonnet (1984) (champ de l'image : 1,4 mm). Coupe réalisée par J. Fereire. Photos entre polariseurs croisés : J.P. Gauthier.

Figure 8 : a) Thin section, top view, from the inside of a *Bolma rugosa* operculum; b) enlarged nucleation centre (diameter: 0.8 mm); c) complex texture of daily growth lines and nested cones, according to Sire & Bonnet (1984) (fov: 1.4 mm). Cut by J. Fereire. Photos between crossed polarizers by J.P. Gauthier.

(que nous ne détaillerons pas ici), décrite dans le Shiva Purana, l'un des textes les plus sacrés de l'hindouisme, écrit par Saint Veda Vyasa, légende reprise par les Editions "Dreamland Publications", mais plus accessible sur le site "Mes Indes Galantes" (2018). Cette dénomination "œil de Shiva" est aussi attribuée à diverses pierres (notamment des agates) taillées en "œil", aux vertus multiples, qui sont l'aubaine de la lithothérapie ! D'ailleurs, les termes "œil de Sainte-Lucie" et "œil de Shiva" n'étant pas protégés sont souvent indifféremment appliqués aux opercules de *Bolma rugosa* et *Turbo petholatus*, mais

aussi à d'autres espèces à opercules calcaires spiralés. Le Tableau A présente uniquement les gastéropodes dont les auteurs ont pu acquérir les opercules calcifiés sur un site spécialisé (Schnecken und Muscheln). Il n'est pas du tout exhaustif, si l'on considère l'ensemble des espèces de la sous-famille des *Turbininae* (Williams, 2007), mais il donne un aperçu des couleurs et des formes de quelques-uns d'entre eux et des gastéropodes dont ils sont issus, la plupart du temps accessibles plus ou moins facilement dans les bourses aux minéraux et coquillages, ou sur internet.

Espèce Nom vernaculaire	Photo et description du coquillage Surface externe (S), couleur (C), hauteur (H)	Photo et description de l'opercule Plus grande dimension (L)	Localisation
<i>Lunella coronata</i> (Gmelin, 1791) Turban couronné	 S. à écailles aplaties, rangées de nodules. C : pâle à verdâtre. H : 4 cm	 Ovoïde, lisse à granuleux. Entre vert pâle, verdâtre, gris à blanc sur certaines zones. L : 15 mm en moyenne	Mer Rouge Afrique Orientale Bassin des Mascareignes Indo-Pacifique
<i>Turbo argyrostomus</i> Turbo bouche d'argent	 S. rugueuse, sillons à excroissances. C : blanc, jaune, brun (parfois bandes bleutées). H : 5 à 10 cm	 Ovoïde, mat à granuleux. Blanc, jaunâtre, marron clair, tacheté de points blancs, fines rides obliques. L : 20 à 30 mm	Mer Rouge Océan Indien Océanie Pacifique Amérique (rare)
<i>Turbo bruneus</i> (Röding, 1798) Turbo brûlé, œil de chat pour l'opercule	 S. rugueuse, sillonnée. C : hétérogène, noir/marron, jaunâtre. H : 4 cm en moyenne	 Ovoïde, granuleux. Noir au centre, brun vert ou blanc sur certaines zones. L : 5 à 30 mm	Mer rouge Océanie Madagascar Inde Pacifique Ouest
<i>Turbo chryostomus</i> (Linné, 1758) Turban bouche d'or	 S. rugueuse, sillonnée et petites excroissances. C : hétérogène marron, verdâtre/jaune. H : 3,5 à 8 cm	 Ovoïde, lisse à granuleux. Face externe bleu-vert à brun, rainures obliques, parfois blanc en pourtour. L : 18 mm en moyenne	Océan Indien Philippines Pacifique Ouest
<i>Turbo fluctuosus</i> (Wood, 1828) Turban ondulé, turban mexicain	 Coquille épaisse. C : vert-brun ou grisâtre, tessellé de blanc. H : 4 à 8 cm	 Ovoïde, boyau spiralé en face externe. Blanc et brun à verdâtre. L : 13 mm à 25 mm	Mexique Pacifique Est

Tableau A : Présentation non exhaustive de divers gastéropodes de la sous-famille des Turbininae et de leurs opercules calcifiés. Créé par Th. Cagniard (voir note bibliographique).

Table A: Non-exhaustive presentation of various gastropods from the Turbininae subfamily and their calcareous opercula. Created by Th. Cagniard.

<p><i>Turbo imperialis</i> (Gmelin 1791)</p> <p>Turbo vert, Burgo</p>		<p>S. doublement striée. C : nuance turquoise, stries marron.</p> <p>H : de 5 à 12 cm</p>		<p>Ovoïde, granuleux. Blanc, ou zonage marron, rouge, orangé avec courbe grisâtre.</p> <p>L : 45 mm en moyenne</p>	<p>Afrique de l'Est Madagascar Île Maurice Île de la Réunion</p>
<p><i>Turbo intercostalis</i> (Menke, 1846)</p> <p>Turban côtelé</p>		<p>S. rugueuse sillonnée, dentelée. C : blanc, jaune, brun par bande.</p> <p>H : 7 à 10 cm</p>		<p>Ovoïde, lisse. Vert ou olivacé ou marron au centre, jaunâtre à blanc sur les bords.</p> <p>L : 12 mm en moyenne</p>	<p>Île de la Réunion Océan Indien Océanie Hawaï</p>
<p><i>Turbo marmoratus</i> (Linné, 1758)</p> <p>Burgau ou maoa, turban vert</p>		<p>Surface rugueuse, aussi haut que large. C : nacré si poli, sinon marron ou vert.</p> <p>H : 10 à 27 cm (adulte).</p>		<p>Ovoïde, lisse à granuleux. Blanc.</p> <p>L : de 5 à 10 cm</p>	<p>Afrique Sud-Est Océan Indien Océanie Pacifique</p> <p>Introduit en Polynésie Française</p>
<p><i>Turbo petholatus</i> (Linné, 1758)</p> <p>T. œil-de-chat, turbo tapisserie, maua rouge (Tahiti)</p>		<p>S. lisse, brillante. C : fond brun, rouge orange ou vert, motifs et couleurs variables.</p> <p>H : 3 à 10 cm</p>		<p>Œil-de-Shiva Ovoïde, lisse. Bleu, vert puis orange à blanc sur les extrémités.</p> <p>L : 20 à 30 mm</p>	<p>Océanie Océan Indien Océan Pacifique Côte Est de l'Afrique</p>
<p><i>Turbo reevii</i> (R.A. Philippi 1847)</p> <p>Turbo de Reeve</p>		<p>S. lisse, brillante. C : marbrée, brun foncé ou rougeâtre, mouchetée de blanc.</p> <p>H : 3 à 10 cm</p>		<p>Ovoïde, blanc ou blanc en pourtour et dôme sombre.</p> <p>L : 15-20 mm environ</p>	<p>Bassin des Mascareignes Philippines Indonésie Vietnam et Japon Chine méridionale</p>
<p><i>Turbo sarmaticus</i> (Linné, 1758)</p> <p>Turban géant, turban sud-africain</p>		<p>S. rugueuse. C : brunâtre terne, sous-couche rouge orangé, nacrée et strate noir intense.</p> <p>H : 4 à 12 cm</p>		<p>Ovoïde. Blanc. Nombreuses pustules calcaires côté externe.</p> <p>L : autour de 40 mm</p>	<p>Cap Sud-Ouest de l'Afrique du Sud</p>
<p><i>Turbo setosus</i> (Gmelin 1791)</p> <p>Turbo soyeux, turbo poilu</p>		<p>S. spires en cordon. C : hétérogène noir/ marron, brun, jaune et tacheté.</p> <p>H : 3 à 4,5 cm</p>		<p>Ovoïde, granuleux. Blanc, beige, jaunâtre.</p> <p>L : 17mm en moyenne</p>	<p>Océan Pacifique, Océanie, Océan Indien (Réglementé à la Réunion)</p>
<p><i>Turbo sparverius</i> (Gmelin, 1791)</p> <p>Turban cordé</p>		<p>S. rugueuse à lisse, sillonné. C : blanc sale à verdâtre, tâche marron, noir</p> <p>H : 75 mm maximum</p>		<p>Ovoïde. Mat, légèrement granuleux. Assemblage de couleurs, blanc, brun, verdâtre.</p> <p>L : 10 à 25 mm</p>	<p>Pacifique Sud- Ouest Philippines</p>

Tableau A : Présentation non exhaustive de divers gastéropodes de la sous-famille des Turbininae et de leurs opercules calcifiés. Créé par Th. Cagniard (voir note bibliographique).

Table A: Non-exhaustive presentation of various gastropods from the Turbininae subfamily and their calcareous opercula. Created by Th. Cagniard.

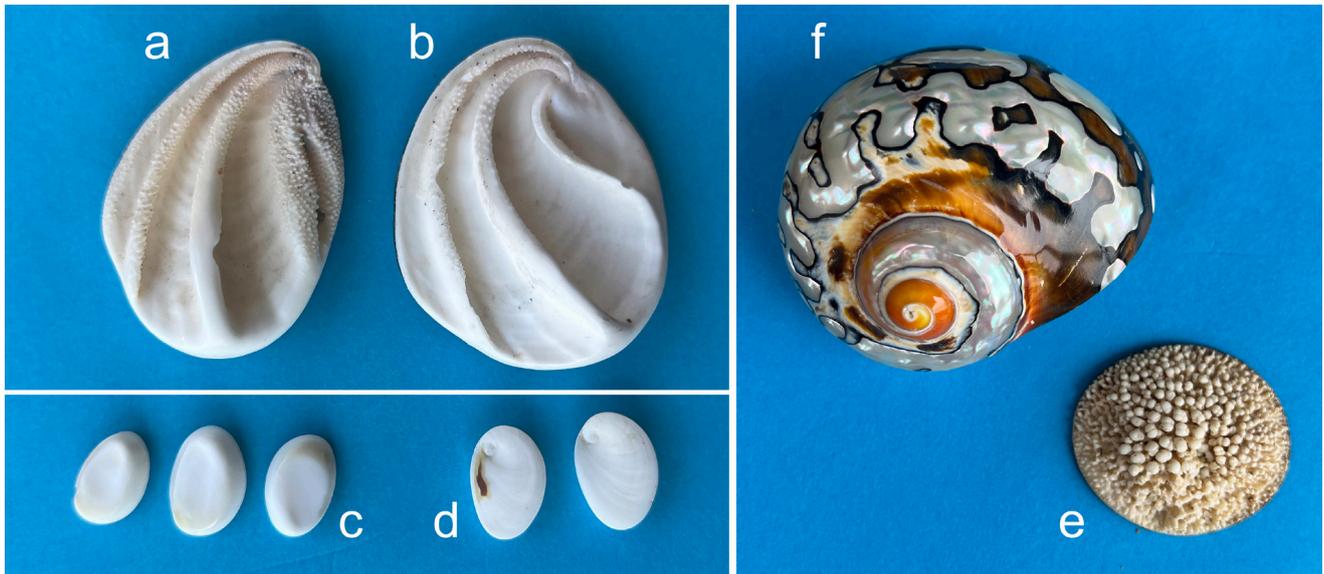


Figure 9 : Opercules de : a) *Megastraea undosa*, 43 mm, 10,8 g ; b) *Megastraea turbanica*, 44 mm, 13,7 g ; c) *Guildfordia yoka* - face externe et d) *Guildfordia yoka* - face interne (13 à 15 mm ; 0,66, 1,03 et 0,84 g) ; e) *Turbo sarmaticus* dont la face externe est surmontée de très nombreuses excroissances, 45 mm, 13,2 g. f) Coquille nacrée de *T. sarmaticus* après élimination de la surface externe et polissage ; hauteur : 53 mm, largeur : 71 mm, masse : 41,6 g. Photos : J.P. Gauthier.

Figure 9: Opercula of: a) *Megastraea undosa*, 43 mm, 10.8 g; b) *Megastraea turbanica*, 44 mm, 13.7 g; c) *Guildfordia yoka* - external face and d) *Guildfordia yoka* - internal face (13 to 15 mm; 0.66, 1.03 and 0.84 g); e) *Turbo sarmaticus* with numerous outgrowths on the external face, 45 mm. f) Nacreous shell of *T. sarmaticus* after removing the outer surface and polishing; height: 53 mm, width: 71 mm; weight: 41.6 g. Photos: J.P. Gauthier.

Ces opercules sont le plus souvent de forme cabochon à base ovoïde, avec une spirale marquée sur la face interne de couleur généralement blanche. La face externe, selon les espèces, est plus diversifiée, en dôme lisse (ex : *T. reevii*) ou granuleuse (ex : *T. impérialis*, *T. chrystomus*), en forme d'oreille (*B. rugosa*), avec des colorations pouvant varier dans la même espèce.

Anecdotiquement, nous citerons quelques caractères plus exotiques présentés par des opercules calcaires moins connus, tels que ceux du genre *Megastraea* comme *Lipothoma (Megastraea) undosum* (Wood, 1828) (Figure 9a) et *Megastraea turbanica* (Dall, 1910) (Figure 9b), de relativement grande longueur (43 mm) et présentant de fortes côtes proéminentes et granuleuses en face externe. Plus discrets sont les opercules de *Guildfordia yoka* (12 à 15 mm, genre *Guildfordia*) avec une face externe presque plane (Figure 9c) et une spirale en face interne peu marquée, à noyau de début de croissance excentré

(flèches, Figure 9d). Celui du *Turbo sarmaticus* est particulièrement tourmenté, couvert de pustules calcaires (Figure 9e). Comme de nombreux "escargots de mer", sa coquille, débarrassée de la couche superficielle, est nacrée ; parsemée de plages de teinte marron à noir (Figure 9f), elle est particulièrement appréciée des collectionneurs et montée sur socle dans les cabinets de curiosités.

La surface externe des opercules

Les deux opercules les plus prisés, objets de croyance populaire, sont ceux de *Bolma rugosa* (Œil de Sainte-Lucie) et de *Turbo petholatus* (Œil de Shiva). Ces deux types d'opercules sont lisses et brillants en surface. Remarquons que ceux de *Turbo reevii*, également lisses et brillants, s'apparentent à l'œil de Shiva lorsqu'ils ne sont pas tout blancs (voir la photo du Tableau A).

Nous avons photographié la surface de quelques-uns des opercules à notre disposition, pour montrer les similitudes et les différences d'aspect.

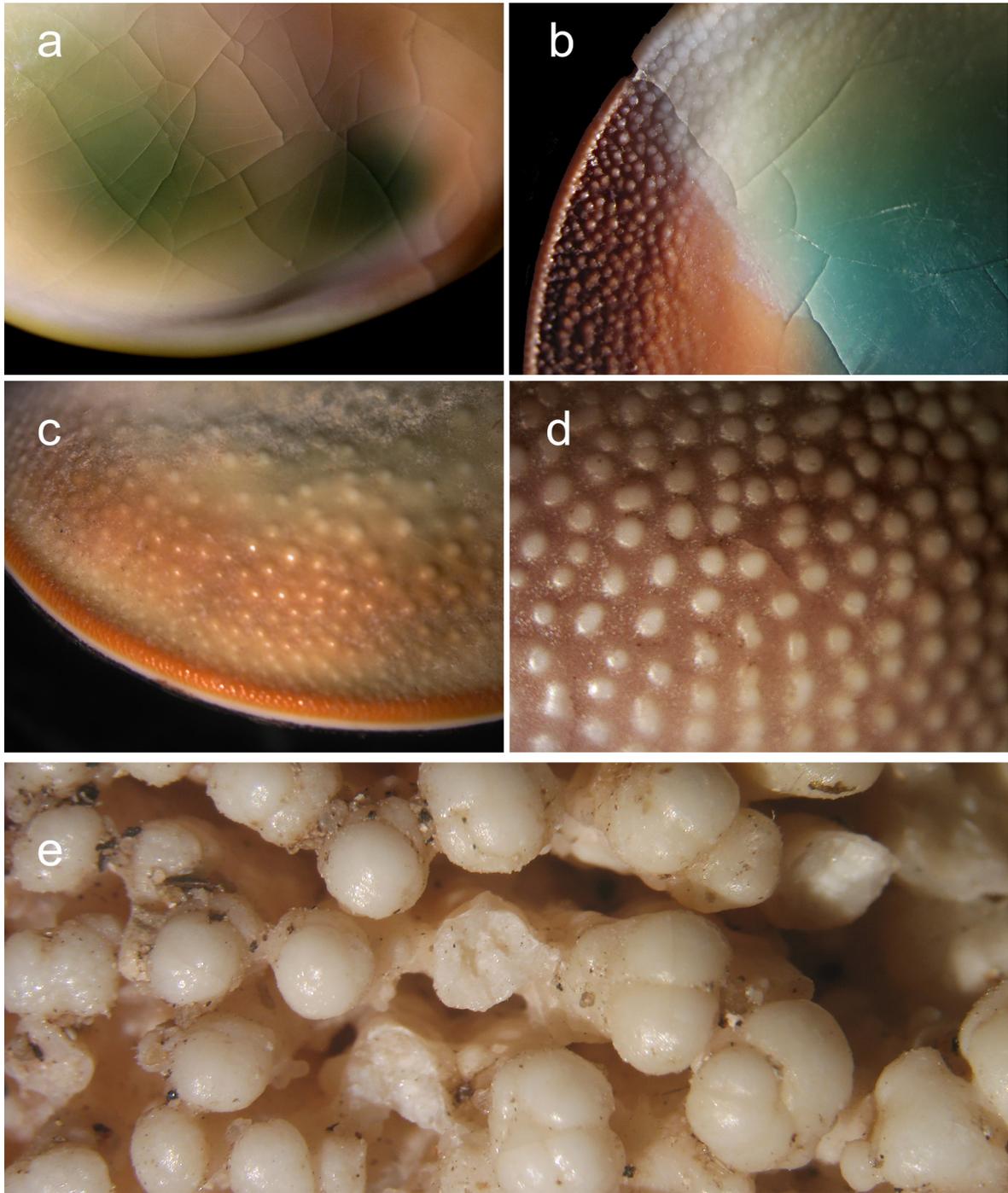


Figure 10 : Aspect de la surface de divers opercules. a) Surface lisse et brillante chez *Turbo reevii*, craquelée par dessiccation ; b) Bords granuleux chez *Turbo petholatus* ; c) Granules sur tout le dôme chez *Turbo argyrostomus* ; d) Mamelons chez *Turbo imperialis*, entourés d'une texture plus fine ; e) Colonnes séparées à terminaison hémisphérique chez *Turbo sarmaticus*. Largeur de toutes les images : 13 mm. Photos : J.P. Gauthier.

Figure 10: Surface appearance of various opercula. a) Smooth, shiny surface in *Turbo reevii*, cracked by desiccation; b) Granular edges in *Turbo petholatus*; c) Granules over entire dome in *Turbo argyrostomus*; d) Botryoidal outgrowth in *Turbo imperialis*, surrounded by finer texture; e) Hemispherically terminated columns in *Turbo sarmaticus*. Fov of all images: 13 mm. Photos J.P. Gauthier.

Sur la Figure 10a, la surface lisse et brillante de l'opercule de *Turbo reevii* est altérée par dessiccation, entraînant des craquelures. L'opercule de *Turbo petholatus*, est généralement granuleux sur les bords, ce qui se remarque lorsque la couche brillante présente sur tout le dôme est en partie absente de la surface (Figure 10b). L'opercule de *Turbo argyrostomus* est rugueux sur toute sa surface, du fait de la présence de granules analogues à ceux de *Turbo petholatus* (Figure 10c). Chez *Turbo imperialis*, dont l'opercule est de grande taille, la surface est parsemée de mamelons émergeant d'un milieu à texture beaucoup plus fine (Figure 10d). Enfin, sur l'opercule de *Turbo sarmaticus*, également de taille importante et déjà signalé par son étrange aspect, des mamelons hémisphériques terminent la croissance de colonnettes isolées, sans liant interstitiel (Figure 10e). Ce pourraient être des monocristaux, comme semble le montrer la section polygonale de colonnettes cassées (au centre de la figure par exemple). L'étude des granules de ces divers opercules serait intéressante, mais dépasse le cadre du présent article.

UTILISATION EN BIJOUTERIE

Du fait de sa disponibilité en assez grande quantité, l'œil de Sainte-Lucie est très utilisé, surtout en bijouterie fantaisie, mais aussi en bijouterie traditionnelle.

Ramassé sur les plages, il est la plupart du temps de petite taille, appartenant sans doute à des individus juvéniles, difficiles à trouver vivants. La partie cornée n'existe plus, usée par le flux et le reflux des vagues sur les plages de sable. Les opercules sont généralement polis, mais on en trouve aussi de très altérés en surface. La couleur du dôme est souvent pâle, défraîchie et ne peut être régénérée par polissage ou autre traitement. C'est pourquoi, la plupart du temps, c'est la base spiralée qui est mise en valeur. Si nécessaire, un polissage sur plateau lui redonne sa brillance. Il est monté en bracelets (Figure 11a, b), bagues, boucles



Figure 11 : a) Œils de Sainte-Lucie monté en bracelets a) à l'unité (Natacha Leca, LATITUDE 42.02) ou b) en buisson (Bracelet "Outremer"- Anne Bourat).

Figure 11: a) Saint-Lucia's eyes mounted in bracelets a) individually (Natacha Leca, LATITUDE 42.02) or b) in bushes (Bracelet "Outremer"- Anne Bourat).

d'oreille, pendentifs, et est parfois inclus dans de la résine. L'appellation "œil de Sainte-Lucie", n'étant pas protégée, ni d'ailleurs celle d'"œil de Shiva", beaucoup d'opercules provenant d'autres régions et d'autres espèces sont utilisés sous ces dénominations.

Lorsqu'il est fraîchement obtenu, à partir de l'animal vivant, auprès des pêcheurs la plupart du temps, l'œil de Sainte-Lucie possède encore sa partie basale cornée sombre et sa couleur extérieure



Figure 12 : Amulette en œil de Sainte-Lucie cerclé d'or, portée en pendentif porte-bonheur. Longueur de l'opercule seul : 24 mm. Photo : J.P. Gauthier.

Figure 12: Amulet made from a gold-ringed Saint-Lucia eye, worn as a good-luck pendant. Operculum length: 24 mm. Photos by J.P. Gauthier.

de teinte orangée à rouge. Il est très souvent porté, notamment en Corse, en amulette, pendentif porte-bonheur cerclé d'or (Figure 12). Plus rarement, on peut trouver un montage en collier d'opercules d'œils de Sainte-Lucie (Figure 13a).

Pour l'œil de Shiva, outre son utilisation concurrentielle à celle de l'œil de Sainte-Lucie en bijouterie fantaisie, on peut signaler l'existence de bijoux de l'époque victorienne ou édouardienne avec des opercules montés en boutons de manchette, en broche ou en collier, comme celui de la Figure 13b.

LES SPIRALES DES OPERCULES : UN PEU DE MATHÉMATIQUE

Parmi les divers types de spirales, les deux plus connues sont la spirale d'Archimède, pour laquelle la distance entre deux spires est constante, et la spirale logarithmique qui s'évase au fur et à mesure de son développement. C'est apparemment le cas de la spirale de l'œil de Sainte-Lucie.



Figure 13 : a) Collier d'œils de Sainte-Lucie, 1988 (Collection Catherine Gauthier) ; b) Collier d'époque édouardienne, comportant treize œils de Shiva cerclés d'or à 9 carats (avec l'aimable autorisation de Margaret Jackson, navettejewellery.org.). (Les sujets ont été détournés et mis sur fond gris dans le cadre de cette revue).

Figure 13: a) Saint-Lucia eye necklace, 1988 (Catherine Gauthier collection); b) Antique operculum necklace (Edwardian era), with thirteen graduated opercula in closed settings on a 9ct gold chain (courtesy Margaret Jackson, navettejewellery.org.). (Subject was cut out and placed on a gray background for the purposes of this article).

Spirale logarithmique définie en coordonnées polaires r, θ	
M	Point courant sur la spirale
M₀	Point de départ de la spirale
r	Distance $OM=r$
θ	Angle $XOM= \theta$ avec $\theta_0=XOM_0=0$
β	Paramètre de contraction ou dilatation (évasement)
exp	Symbole de la fonction exponentielle
formule	$r=r_0 \cdot \exp(\beta\theta)$ ou $r=r_0 \cdot e^{\beta\theta}$

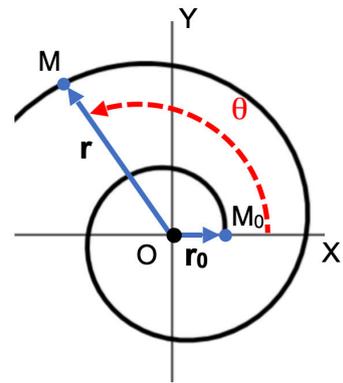


Tableau B : Construction d'une spirale logarithmique à partir d'un vecteur variable tournant autour de l'origine des axes et dont l'extrémité M est définie par les coordonnées polaires instantanées r, θ .

Table B: Construction of a logarithmic spiral from a variable vector rotating around the origin of the axes and whose end M is defined by the instantaneous polar coordinates r, θ .

Une spirale logarithmique a pour expression mathématique : $r=r_0 \cdot \exp(\beta \cdot \theta)$ (cf. Rousseau, 2008) où un point quelconque M de cette spirale est défini par ses coordonnées polaires r, θ (Tableau B).

Quant au paramètre β , qui va nous intéresser plus particulièrement, c'est le coefficient de contraction ou de dilatation de la spirale. Il influe sur l'ouverture (l'évasement) plus ou moins rapide de la spirale. Lorsque ce paramètre atteint la valeur $\beta_0=2 \cdot \ln \phi / \pi=0,30635$, on est dans le cas de la fameuse spirale d'or (Figure 14, courbe verte), associée au nombre d'or $\phi=(1+\sqrt{5})/2$ ($\ln \phi$ est le logarithme népérien de ϕ). La courbe rouge a été tracée pour un paramètre environ deux fois plus petit ($\beta=0,15 \approx \beta_0/2$).

Nous nous sommes proposés d'étudier ce paramètre sur un lot d'opercules de *Bolma rugosa*. La méthode employée tient compte d'une propriété de la spirale logarithmique : on peut toujours superposer deux spirales de même paramètre β de taille et de position quelconque à l'aide d'une rotation ou d'une transformation homothétique. Ce que Bernoulli

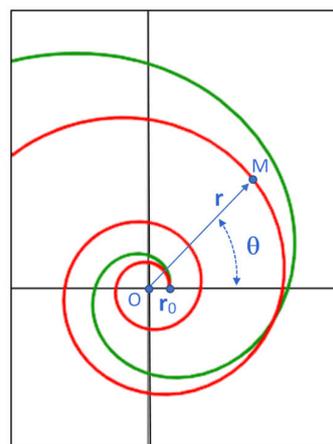


Figure 14 : Deux spirales logarithmiques : La verte correspond à la spirale d'or, pour le paramètre "d'évasement" $\beta_0=0,30635$; la rouge correspond à $\beta_1 \approx \beta_0/2$.

Figure 14: Two logarithmic spirals: the green corresponds to the golden spiral, for the opening parameter $\beta_0=0.30635$; the red corresponds to $\beta_1 \approx \beta_0/2$.

(1654-1705) décrit en ces termes : "*eadem mutata resurgo*" (déplacée, je réapparaissais à l'identique). Il s'agit donc, par une méthode dite "*d'essais-erreurs*", de tester différentes spirales de paramètres $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$, en les projetant sur les photos des faces internes des opercules et en les agrandissant ou en les rétrécissant, au besoin en les faisant tourner, jusqu'à obtenir, pour la bonne valeur de β , un ajustement de la spirale mathématique avec la spirale de l'opercule.



Figure 15 : La spirale rouge de la Figure 14, correspondant à un paramètre d'évasement $\beta=0,15$, s'ajuste de façon très étroite sur les spirales des onze opercules de *Bolma rugosa* présents sur cette image. Photo : J.P. Gauthier.

*Figure 15: The red spiral in Figure 14, corresponding to a flare parameter $\beta=0.15$, fits very closely to the spirals of the eleven *Bolma rugosa* opercula. Photo by J.P. Gauthier.*

La Figure 15 présente onze échantillons d'opercules de *Bolma rugosa* récoltés sur une plage. Nous les avons placés sur du sable et délicatement enfoncés à l'aide d'une plaquette afin de positionner les spirales dans un même plan. Tous les individus ont montré une très bonne coïncidence de la spirale graphique de paramètre $\beta=0,15$ superposée à l'image des spirales d'opercules de cette espèce. Il semble donc, d'ores et déjà, que pour cette espèce donnée, le paramètre β soit une constante. Ceci avait été démontré sur une autre espèce, par simple superposition des images de 16 opercules de *Turbo setosus*, sans détermination du facteur β (Sire & Bonnet, 1984).

Il était alors tentant de déterminer ce paramètre β sur les opercules de diverses espèces, autres que ceux de *Bolma rugosa*. Le nombre d'échantillons à notre disposition était variable : il est indiqué entre crochets sur la Figure 16, qui présente cependant un seul individu par espèce. Le paramètre d'évasement est indiqué pour chaque échantillon. Il s'est avéré remarquablement constant pour une espèce donnée. En revanche, il n'a pas été possible de définir un

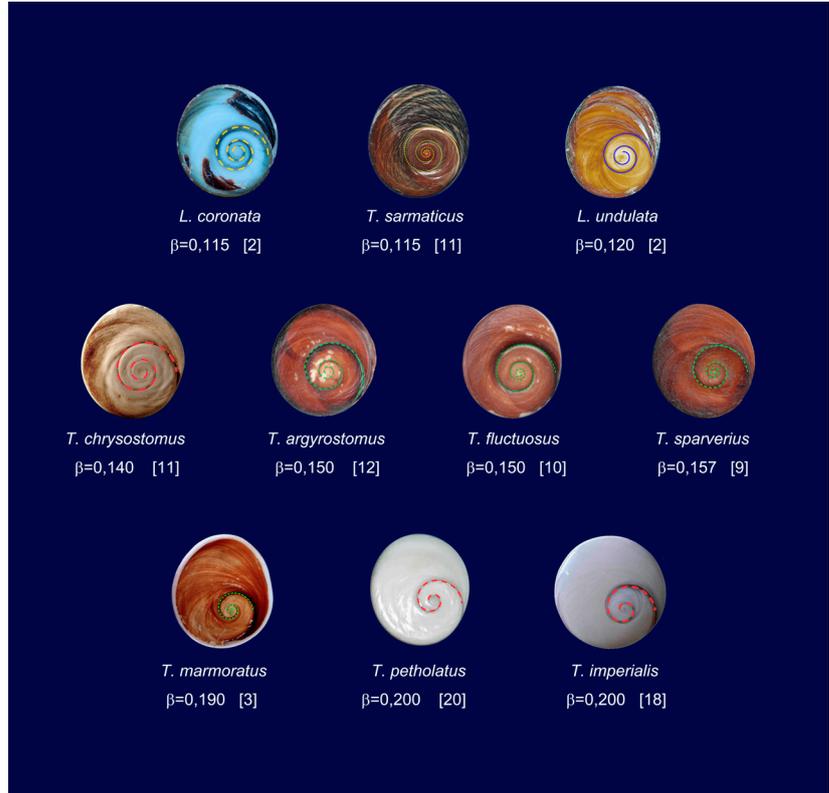


Figure 16 : Détermination des coefficients d'évasement pour des opercules de différentes espèces. Le nombre d'individus testés pour chaque espèce est mentionné entre crochets. Photomontage : J.P. Gauthier.

Figure 16: Determination of flaring coefficients for opercula of different species. The number of individuals tested is shown in square brackets for each species. Photomontage by J.P. Gauthier.

paramètre β commun pour les opercules de *Turbo reevii*. La face interne blanche ne présente pas de spirale colorée. La texture de cette face s'observe plus facilement en lumière rasante (Figure 17a) et encore mieux après un traitement sur Photoshop avec un filtre passe-haut, éliminant les dégradés doux et mettant en exergue les profils abrupts de la texture (Figure 17b).

On constate l'imbrication de plusieurs spirales partant du noyau central circulaire, dont les paramètres d'ouverture β augmentent progressivement en s'éloignant du centre. Par exemple, si l'on considère les deux spirales les plus marquées sur cette photo, les paramètres sont, pour la spirale interne $\beta \approx 0,19$ (en rouge) et, pour la spirale externe $\beta = 0,20$ (en vert). Cette texture spiralée différente de celle des autres opercules n'est pas attendue.

En fait, elle n'est que le relief de surface, au contact de l'attache organique du pied du gastéropode, et ne se retrouve pas à l'intérieur de l'opercule. En effet, sur la Figure 18a, obtenue sur une lame mince de 0,25 mm d'épaisseur en éclairage arrière entre polariseurs croisés, l'on retrouve une spirale colorée, assez pâle. Le paramètre d'évasement a été estimé à $\beta \approx 0,25$, mais c'est une mesure unique. Un agrandissement partiel (Figure 18b) montre une texture similaire à celle de *Bolma rugosa* (Figure 8c), avec ici une grande régularité des courbes de croissance.

CONCLUSION

Les opercules de *Bolma rugosa* (l'œil de Sainte-Lucie) et de *Turbo petholatus* (l'œil de Shiva) apparaissent en gemmologie dans la catégorie des biominéraux, sécrétés par certains gastéropodes, au moins dans une finalité de protection contre les prédateurs. Les légendes associées à ces deux opercules justifient leur utilisation non seulement dans la bijouterie fantaisie, mais aussi en joaillerie. Plus généralement, d'autres opercules minéralisés apparaissent, souvent sous les mêmes noms,

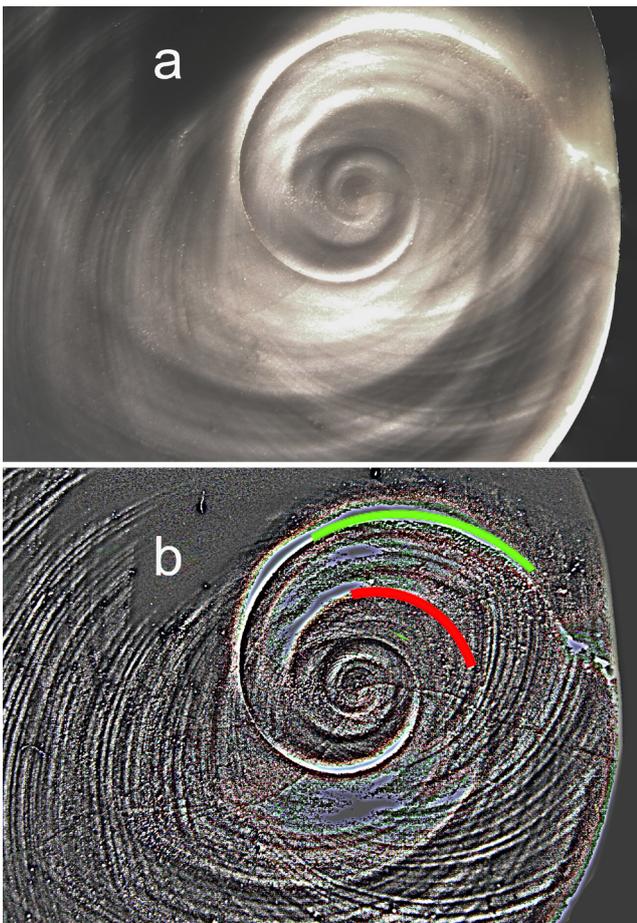


Figure 17 : Face interne d'un opercule de *Turbo reevii*, ne présentant pas de spirale colorée. a) éclairée en lumière rasante ; b) Traitement de l'image par filtre passe-haut, montrant l'imbrication de diverses spirales de paramètres d'ouverture différente ($\beta \approx 0,19$ en rouge ; $\beta = 0,20$ en vert). Champ de l'image : 16 mm. Photos : J.P. Gauthier.

Figure 17: Inner face of an operculum of *Turbo reevii*, showing no colored spiral. a) Illuminated with grazing light; b) High-pass filter image processing, showing the nesting of various spirals with different aperture parameters ($\beta \approx 0.19$ in red; $\beta = 0.20$ in green). Fov: 16 mm. Photos by J.P. Gauthier.

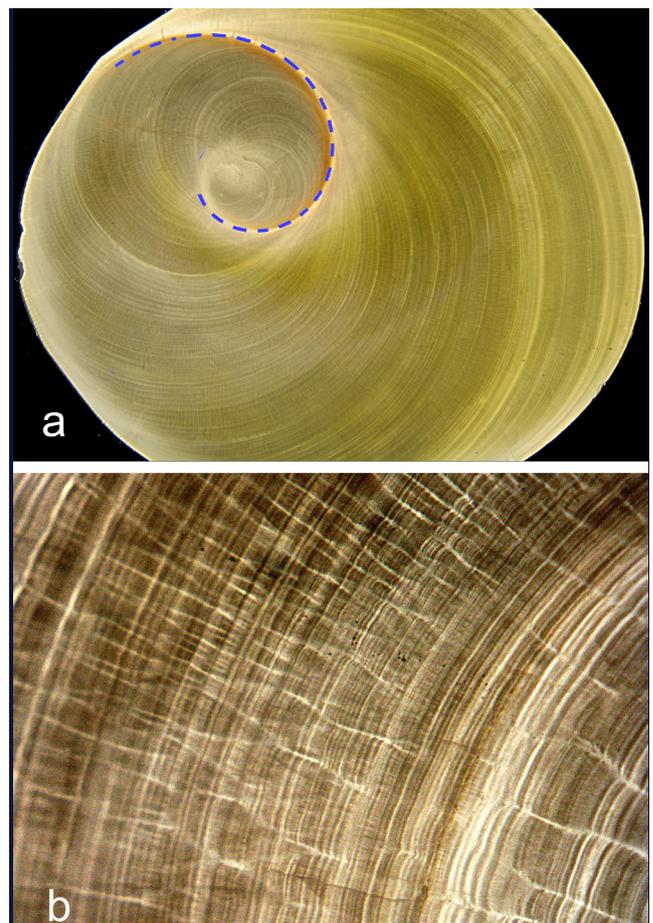


Figure 18 : Lame mince effectuée sur la face interne d'un opercule de *Turbo reevii* : a) vue d'ensemble (largeur de champ : 17,5 mm) ; b) lignes de croissance et texture fine (largeur de champ : 1,5 mm). Coupe : J. Fereire. Photos : J.-P. Gauthier.

Figure 18: Thin slice on the inside of a *Turbo reevii* operculum: a) Overview (fov: 17.5 mm); b) growth lines and fine texture (fov: 1.5 mm). Cut by J. Fereire. Photos by J.-P. Gauthier.

dans les salons de minéraux, de conchyliologie et les forums de malacologie. Il était intéressant d'étendre le propos sur l'œil de Sainte-Lucie, le plus accessible dans notre monde méditerranéen, à d'autres spécimens des océans plus lointains, tout aussi attrayants et souvent de plus grande taille. Cela permet de constater qu'il existe un nombre important de gastéropodes à opercules méconnus, de couleurs variables et de formes parfois curieuses.

La texture visible sur la base des opercules (réduite à une lame mince et observée en lumière transmise), est complexe mais rend compte, par l'observation des anneaux de croissance, de l'âge des gastéropodes dont ils sont issus, peut-être plus facilement que par l'étude de la coquille elle-même (Cupul-Magaña & Torres-Moye, 1996).

Il apparaît que les spirales colorées visibles sur la face interne des opercules sont des spirales logarithmiques. Leur paramètre d'évasement est le même pour les individus d'une même espèce, et peut varier d'une espèce à l'autre. L'étude de ce paramètre est amusante, bien que sérieuse dans son déroulement ! Cela n'en fait cependant pas un nouveau critère d'identification gemmologique, non seulement parce que sa mise en œuvre n'est pas aisée, mais parce que les caractéristiques plus évidentes de forme et de couleur rendent cet outil de moindre intérêt.

Le monde de la bijouterie met en exergue une supposée propriété bénéfique des opercules. Il aurait été plus attrayant (et certainement plus profitable pour les lithothérapeutes !) de trouver une spirale d'opercule liée au fascinant nombre d'or, appelé encore "*divine proportion*". Déjà porte-bonheur selon la croyance populaire, l'œil de Sainte-Lucie eut alors été le comble de la félicité, le talisman absolu protégeant de tous les maux et donc ... du mauvais œil !

BIBLIOGRAPHIE

Adegoke O.S. (1973) Mineralogy and biochemistry of calcareous operculi and shells of some gastropods. *Proceedings of the 4th European Malacological Congress* (Geneva, 7-11 september,

1971) *Malacologia*, 14, 39–46.

André F., Roche C., Pean M. (2021) *Bolma rugosa* (Linnaeus, 1767), <https://doris.ffessm.fr/ref/specie/67>, consulté le 9 décembre 2023.

Bragg F.R.S. (1924) The refractive indices of calcite and aragonite. *Proceedings of the Royal Society of London, Series A*, 105(732) 370–386, doi [10.1098/rspa.1924.0026](https://doi.org/10.1098/rspa.1924.0026).

Cantou M. (10/09/2016) Méditerranée : l'escargot qui vous fait de l'œil. <https://www.midilibre.fr/2016/09/10/>.

Cupul-Magaña F.G., Torres-Moye G. (1996) Age and growth of *Astraea undosa* wood (mollusca: gastropoda) in Baja California, Mexico. *Bulletin of Marine Science*, 59(3) 490-497.

De Wyzewa T. (1910) Traduction du latin de "*La Légende dorée*", de Jacques de Voragine. *Perrin et Cie*, libraires-éditeurs, Paris, pp. 27–30.

Fritsch E., Misiorowski E.B. (1987) The history and gemology of queen conch "*pearls*". *Gems & Gemology*, 23(4) 208-221.

Mes Indes Galantes (2018) Œil de Shiva, <https://blog.mesindesgalantes.com/oeil-de-shiva/>, consulté le 13 février 2024.

Rousseau C. (2008) Nautile, nombre d'or et spirale dorée, *Acromath*, 3(2), <https://accromath.uqam.ca/2008/07/nautile-nombre-dor-et-spirale-doree/>.

Simone L.R. (2020) The gastropod operculum. *Malacopedia*, 3(7) 40-51.

Singbamroong S., Ahmed N., Ahmed A.R., Karam M., Hassan G., Mohammed S., Al Muhairi N. (2015) Observations on natural non-nacreous pearls reportedly from *Tridacna* (clam) species. *Proceedings of the 34th International Gemmological Conference*, Vilnius, Lithuania (26-29 august 2015), 125-127.

Sire J.Y., Bonnet P. (1984) Croissance et structure de l'opercule calcifié du gastéropode polynésien *Turbo setosus* (*Prosobranchia: Turbinidae*): détermination de l'âge individuel. *Marine Biology*, 79, 75–87, doi: [10.1007/BF00404987](https://doi.org/10.1007/BF00404987).

Susini J. (26 novembre 2020) <https://www.francebleu.fr/culture/patrimoine/corse-un-oeil-de-ste-lucie-datant-de-4000-ans-a-girolata-dans-la-reserve-de-scandola-1606386296>, consulté le 13 février 2024.

Vermeij G.J., Williams T. (2007) Predation and the geography of opercular thickness in *Turbinid* gastropods. *Journal of Molluscan Studies*, 73(1) 67–73, doi: [10.1093/mollus/eyl032](https://doi.org/10.1093/mollus/eyl032).

Williams S.T. (2007) Origins and diversification of Indo-West Pacific marine fauna: evolutionary history and biogeography of turban shells (*Gastropoda, Turbinidae*). *Biological Journal of the Linnean Society*, 92, 573–592, doi: [10.1111/j.1095-8312.2007.00854.x](https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2007.00854.x).

Note bibliographique : La description et la nomenclature des gastéropodes provient de nombreux sites scientifiques et malacologiques, dont : <https://www.marinespecies.org> ; <http://www.femorale.com/shellphotos/thumbpage.asp?family=turbinidae> ; <https://www.forumcoquillages.com/t19413-turbinidae-la-famille-et-sous-familles-prisogasterinae-turbininae> ; <https://www.schnecken-und-muscheln.de/> ; <https://conchology.be/?t=262&family=TURBINIDAE>.