

# MORPHOLOGICAL, BATHYMETRIC AND MOLECULAR STUDY OF *RHIZOCONUS PERTUSUS ELODIEALLARYAE* COSSIGNANI, 2013

## DISCUSSION ON THE VALIDITY OF THIS SUBSPECIES AND EXTENSION OF THE GEOGRAPHICAL AREA

DAVID TOUITOU (DAVID.TOUTOU83@GMAIL.COM)

### Introduction

Les collectionneurs, les plongeurs, les amateurs et les spécialistes ont remarqué depuis longtemps que les spécimens appartenant à l'espèce vermicole *Rhizoconus pertusus* (Hwass, 1792) de Polynésie française semblent morphologiquement différents de ceux collectés dans les autres localités de l'aire Indo-Pacifique.

En 2013, la sous-espèce *elodieallaryae* a été décrite par M. Cossignani. L'holotype est détenu au MNHN sous le n° MNHN-IM-2000-27498 avec la mention « Coll. Cossignani T. ex A. Allary ». Le lieu de collecte dans l'archipel des Tuamotu n'est pas précisé « Arcipelago delle Isole Tuamotu, -10/20 m, sabbia e rocce » (<https://science.mnhn.fr/>). L'holotype n'a pas été séquencé.

Des spécimens possédant des caractéristiques morphologiques semblables aux spécimens polynésiens ont été collectés en Nouvelle-Calédonie, à des profondeurs importantes (60 à 80 mètres) ; alors que des spécimens de *Rhizoconus pertusus pertusus* (Hwass, 1792) de morphologie classique sont également collectés à des profondeurs plus faibles autour de cette même île.

Cette étude tente de déterminer la validité de la sous-espèce *elodieallaryae* et de proposer l'extension de l'aire de répartition de la variation *elodieallaryae*.

### I. Pourquoi cette étude ?

Je suis très attentif à la littérature qui traite des espèces de CONIDAE de Polynésie Française. Plusieurs discussions entre amateurs, collectionneurs et spécialistes ont eu lieu dernièrement sur les réseaux sociaux à propos de la validité de cette sous-espèce.

Certains estiment qu'il n'y a pas de sous-espèce polynésienne et d'autres pensent qu'il faudrait traiter les spécimens polynésiens au rang spécifique. J'avais alors annoncé que des spécimens morphologiquement proches de ceux collectés en Polynésie avaient été récoltés en Nouvelle-Calédonie. Il était donc temps d'essayer de clarifier la situation.

### II. *Rhizoconus pertusus elodieallaryae* en Polynésie Française

Lors de notre étude sur les cônes des Marquises (Touitou & Balleton, 2022), nous n'avons pas validé la présence de cette espèce au sein de cet archipel.

Actuellement, elle est n'est confirmée qu'aux Tuamotu et dans l'archipel de la Société (Boutet & al., 2020).

*R. pertusus elodieallaryae* est un cône peu fréquent que l'on rencontre vivant dès une quinzaine de mètres de profondeur. Il peut être observé en déplacement la nuit. Le jour il semble affectionner les anfractuosités du corail et n'est

### Introduction

Collectors, divers, amateurs and specialists have long noticed that specimens belonging to the worm-eating species *Rhizoconus pertusus* (Hwass, 1792) from French Polynesia appear morphologically different from those collected in other localities of the Indo-Pacific area.

In 2013, the subspecies *elodieallaryae* was described by M. Cossignani. The holotype is held at the MNHN under number MNHN-IM-2000-27498 with the notation "Coll. Cossignani T. ex A. Allary". The collection location in the Tuamotu archipelago is not specified "Arcipelago delle Isole Tuamotu, -10/20 m, sabbia e rocce" (<https://science.mnhn.fr/>). The holotype has not been sequenced.

Specimens with morphological characteristics similar to Polynesian specimens have been collected in New Caledonia, at significant depths (60 to 80 meters); while specimens of *Rhizoconus pertusus pertusus* (Hwass, 1792) of classic morphology are also collected at shallower depths around the same island. Similarly, two variations are observed in Hawaii, one of which belongs to the *elodieallaryae* variation.

This study attempts to determine the validity of the subspecies *elodieallaryae* and to propose the extension of the range of the *elodieallaryae* variation.

### I. Why this study?

I am very attentive to the literature that deals with CONIDAE species from French Polynesia. Several discussions between amateurs, collectors and specialists have taken place recently on social networks about the validity of this subspecies.

Some believe that there is no Polynesian subspecies and others think that Polynesian specimens should be treated at specific rank. I then announced that specimens morphologically close to those collected in Polynesia had been collected (at least) in New Caledonia. So it was time to try to clarify the situation.

### II. *Rhizoconus pertusus elodieallaryae* in French Polynesia

During our study on the cones of the Marquesas (Touitou & Balleton, 2022), we did not validate the presence of this species within this archipelago.

Currently, it is only confirmed in the Tuamotu and the Society Archipelago (Boutet & al., 2020).

*R. pertusus elodieallaryae* is an uncommon cone that is found living at depths of around fifteen meters. It can be observed moving at night. During the day it seems to like the crevices of the coral and is only exceptionally hidden under pieces of dead coral. He lives ubiquitously. It can therefore be found living around large coral pinnacles located in the middle of the passes or inside the deep parts of the lagoon ; but also

qu'exceptionnellement caché sous les morceaux de corail mort. Il vit de façon ubiquiste. Ainsi on peut le rencontrer vivant autour des grandes formations corallines (« pinnacles » ou « patates de lagon ») situées au milieu des passes ou à l'intérieur du lagon profond mais également le long de la pente externe. J'ai personnellement collecté entre 2002 et 2006 plusieurs spécimens morts en excellent état, de jour, sur la pente externe, entre quinze et dix-huit mètres, au large de l'île de Moorea ainsi que deux spécimens vivants, la nuit, sur de grandes formations corallines (une dans un lagon et l'autre au milieu d'une passe) à Tahiti par quinze et seize mètres.

Il semblerait que *R. pertusus elodieallaryae* soit plus fréquent à des profondeurs plus importantes : « pour moi son biotope de prédilection se situe entre 50 et 60 mètres car c'est à cette profondeur que j'ai trouvé les seuls exemplaires vivants. A cette profondeur le biotope est constitué plutôt de gorgones et le corail se fait rare » (Luciani, Comm. Pers., 2023).

### III. *Rhizoconus pertusus elodieallaryae* dans l'aire Pacifique

*R. pertusus pertusus* n'est pas répertorié aux Marquises mais est présent, plus au nord, à Hawaï (Severns, 2011) : l'unique spécimen illustré par l'auteur n'appartient pas à la sous-espèce *elodieallaryae*. Cependant, deux variations coexistent à Hawaï : la première, plus fréquente, de petite taille et assez trapue (pl. 9, 2) ; la deuxième correspondant à *R. pertusus elodieallaryae* (pl. 9, 1). Les deux variations semblent s'être rarifiées voire avoir disparu à Hawaii. « Je n'en ai pas observé de nuit en plongée au moins depuis 5 ans. Ils étaient courants il y a 10 ans ». (Hank Lynch, Comm. pers., 2023).

Plusieurs spécimens vivants de morphologie proche des *R. pertusus elodieallaryae* polynésiens ont été collectés en Nouvelle-Calédonie à des profondeurs assez importantes : entre 60 et 80 mètres sur des fonds détritiques.

On peut noter que *R. pertusus pertusus* a été collecté entre 5 et 120 mètres (Röckel et al., 1995), cette donnée a été reprise par Monnier et al. en 2018. A Hawaï, *R. pertusus pertusus* évolue entre 16 et 70 mètres (Severns, 2011).

Ces individus possèdent la silhouette et les motifs propres à *R. pertusus elodieallaryae*. L'habitat plus profond corrobore les propos de Michel Luciani. Les spécimens sont généralement de taille modérée (une trentaine de millimètres) à l'instar des cônes polynésiens. On peut noter que les spécimens possèdent une densité en ponctuations blanches plus faible que chez les exemplaires polynésiens.

En Nouvelle-Calédonie, l'espèce *R. pertusus pertusus* (sans points blancs), est également collectée. La taille des spécimens prélevés est plus importante, leur silhouette est plus large, plus épaulée et certains exemplaires dépassent parfois les 70 mm. Un spécimen de grande taille (63,4 mm, pl. 1, 1) vous est ainsi présenté pour une comparaison morphologique.

D'autres localités du Pacifique pourraient également héberger cette variation. Ainsi un exemplaire vivant, qui semble subadulte, orné de points blancs est illustré dans son habitat aux îles Marshall (Atoll Kwajalein) sur le site <http://www.underwaterkwaj.com> (image n°1). Le spécimen pl.6, 2 (îles Marshall) ressemble énormément à ceux de Polynésie par sa silhouette, ses motifs et la présence

along the outer slope. I personally collected between 2002 and 2006 several dead specimens in excellent condition, by day, on the external slope, between fifteen and eighteen meters, off the island of Moorea as well as two live specimens, at night, on large pinnacles in Tahiti by fifteen and sixteen meters (one in a lagoon and the other in the middle of a pass).

It seems that *R. pertusus elodieallaryae* is more common at greater depths: "for me its preferred biotope is between 50 and 60 meters because it is at this depth that I found the only living specimens. At this depth the biotope is made up mostly of gorgonians and coral is rare" (Luciani, Comm. Pers., 2023).

### III. *Rhizoconus pertusus elodieallaryae* in the Pacific Area

*R. pertusus pertusus* is not listed in the Marquesas but is present further north in Hawaii (Severns, 2011), the only specimen illustrated by the author does not belong to the subspecies *elodieallaryae*. However, two variations coexist in Hawaii: the first, more common, small and quite stocky (pl. 9, 2); the second corresponding to *R. pertusus elodieallaryae* (pl. 9, 1). Both variations seem to become rare and may have disappeared from Hawaii. "I have not seen any during night diving since at least 5 years. 10 years ago they were common." (Hank Lynch, Pers. comm, 2023).

Several living specimens with a morphology close to the Polynesian *R. pertusus elodieallaryae* were collected in New Caledonia at fairly significant depths: between 60 and 80 meters on detrital bottoms.

It can be noted that *R. pertusus pertusus* was collected between 5 and 120 meters (Röckel et al., 1995), this data was taken up by Monnier et al. In 2018. In Hawaii, *R. pertusus pertusus* grows between 16 and 70 meters (Severns, 2011).

These specimens have the silhouette and patterns specific to *R. pertusus elodieallaryae*. The deeper habitat corroborates the words of Michel Luciani. The specimens usually are of moderate size (around thirty millimeters) like Polynesian cones. It can be noted that the specimens have a lower density of white punctuations than the Polynesian examples.

In New Caledonia, the species *R. pertusus pertusus* (without white spots) is also collected. The size of the specimens collected is larger, their silhouette is wider, more shouldered and some specimens sometimes exceed 70 mm. A large specimen (63.4 mm, pl. 1, 1) is presented to you for morphological comparison.

Other localities in the Pacific could also host this variation. Thus a living specimen, which appears sub-adult, decorated with white dots is illustrated in its habitat in the Marshall Islands (Kwajalein Atoll) on the site <http://www.underwaterkwaj.com> (image no. 1).

Specimen Pl.6, 2 (Marshall Islands) closely resembles those of Polynesia in its silhouette, its patterns and the presence of white punctuation of less density, this specimen is close to specimen Pl. 2,3 (Moorea, French Polynesia).

Some specimens from the Philippines sometimes have white dots without having the silhouette of *R. pertusus elodieallaryae* (pl. 6, 3). Others have both (pl 6, 4). Once again, the density of white points is much lower than the Polynesian specimens.

d'une ponctuation blanche de densité moindre. Ce spécimen est proche du spécimen pl. 2, 3 (Moorea, Polynésie française).

Certains exemplaires des Philippines possèdent parfois des points blancs sans avoir la silhouette de *R. pertusus elodieallaryae* (pl. 6, 3). D'autres possèdent les deux (pl. 6, 4). Une fois de plus, la densité en points blancs est très inférieure aux spécimens polynésiens.

#### IV. Analyse morphologique

La particularité principale et remarquable des spécimens polynésiens est la présence de multiples petits points de couleur blanche qui se détachent visuellement du fond rouge de la coquille ; l'auteur indique : « La couleur de fond est rose-orange avec des taches blanches qui présentent un développement irrégulier en forme de spirale ». La densité en points blancs est très variable, ainsi le spécimen (pl. 2, 3), collecté mort sur la pente externe de Moorea, possède une densité moindre. Les exemplaires de Polynésie ne semblent jamais cordés alors que des exemplaires de *Rhizoconus pertusus pertusus* cordés sont régulièrement collectés dans l'Océan Indien (pl. 2, 11) et dans l'Océan Pacifique (pl. 6, 1).

L'auteur de la description précise : « La sous-espèce se distingue de *Rhizoconus pertusus pertusus* (Hwass in Bruguière, 1792) par la conformation de la spire, l'absence de bande spirale blanche centrale et l'ouverture légèrement plus étroite ». La bande médiane claire n'est pas toujours présente chez *Rhizoconus pertusus pertusus*, elle est très souvent interrompue avec formation de zones claires en forme de chevrons, caractéristique que l'on retrouve également chez *R. pertusus elodieallaryae*. Cela n'est pas un caractère distinctif.

Lorsque *R. pertusus elodieallaryae* est collecté vivant puis nettoyé, la couleur de la coquille est d'un rouge intense (Pl. 7, 1). Pour preuve, je vous illustre un spécimen collecté personnellement dans les années 2000 à Tahiti dont la photo a été prise le même jour avec et sans periostracum (planche n°7). L'intensité de la coloration diminue avec le temps et tend vers le rose-rougeâtre, voire orangé. Le fait que la description ait été effectuée après étude de spécimens anciens est probablement la cause de la teinte décrite par Cossignani en 2013 : « rose-orange ».

Sur la planche n°5, je vous ai illustré sur une pleine page un spécimen typique de la variation *elodieallaryae*. Comparons maintenant les différents aspects morphologiques avec ceux d'autres localités :

Silhouette de la coquille : elle est élancée et peu épaulée. Mais ce caractère se retrouve aussi sur les spécimens d'autres localités du Pacifique (Hawaï, Nouvelle-Calédonie, îles Marshall, Philippines par exemple) et de l'Océan Indien (Maurice, Seychelles).

Couleur de la coquille : rouge vif lorsque le spécimen est collecté vivant puis pâlit avec le temps pour devenir rose-rougeâtre voire légèrement orangé. Ce caractère est commun à tous les spécimens de l'aire Indo-Pacifique.

Présence de deux à trois bandes claires : Les spécimens de la variation *elodieallaryae* portent trois alignements transversaux de tâches claires de taille variable, en forme

#### IV. Morphological analysis

The main and remarkable feature of Polynesian specimens is the presence of multiple small white dots that visually stand out from the red background of the shell; the author states: "The ground color is pink-orange with white spots that show an irregular spiral-shaped development." The density of white points is very variable, so specimen (pl. 2, 3), collected dead on the outer slope of Moorea, has a lower density. The specimens from Polynesia never seem to be corded whereas examples of corded *Rhizoconus pertusus pertusus* are regularly collected in the Indian Ocean (pl. 2, 11) and in the Pacific Ocean (pl. 6, 1).

The author of the description states: "The subspecies is distinguished from *Rhizoconus pertusus pertusus* (Hwass in bruguière, 1792) by the conformation of the whorl, the absence of a central white spiral band and the slightly narrower opening." The light median band is not always present in *Rhizoconus pertusus pertusus*, it is very often interrupted with the formation of light areas in the shape of chevrons, a characteristic that is also found in *R. pertusus elodieallaryae*. This is not a distinctive character.

When *R. pertusus elodieallaryae* is collected alive and then cleaned, the shell color is an intense red (Pl. 7, 1). As proof, I am showing you a specimen personally collected in the 2000s in Tahiti, the photo of which was taken on the same day with and without periostracum (plate no. 7). The intensity of the coloring decreases over time and tends towards reddish-pink, or even orange. The fact that the description was made after studying ancient specimens is probably the cause of the color described by Cossignani in 2013: "pink-orange".

On plate n°5, I have illustrated for you on a full page a typical specimen of the variation *elodieallaryae*. Let us now compare the different morphological aspects with those other localities:

Silhouette of the shell: it is slender and short-shouldered. But this character is also found on specimens from other localities in the Pacific (Hawaï, New Caledonia, Marshall Islands, Philippines for example) and the Indian Ocean (Mauritius, Seychelles).

Shell color: bright red when the specimen is collected alive then pales over time to become reddish-pink or even slightly orange. This character is common to all specimens from the Indo-Pacific Area.

Presence of two to three light bands: specimens of the *elodieallaryae* variation bear three transverse alignments of light spots of variable size, in the shape of chevrons. One near the shoulder, one on the lower third and one at the base of the shell. The sub-median band may be uninterrupted. These characters are also found in *R. pertusus pertusus* even if some can sometimes display a continuous band of uniform thickness (which is not the case in Polynesian specimens). The continuous and uniform median strip is not a constant character like other species such as *Strategoconus litoglyphus* Hwass in Bruguière, 1792.

Presence of more colored areas: specimens of the *elodieallaryae* variation sometimes have areas of more intense red color, particularly around the median area, thus alternating with the light chevrons. This character is also present in *R. pertusus*

de chevrons. Un près de l'épaule, un sur le tiers inférieur et un à la base de la coquille. La bande sub-médiane peut être ininterrompue. Ces caractères se retrouvent aussi chez *R. pertusus pertusus* même si certains peuvent arborer parfois une bande continue d'épaisseur homogène (ce qui n'est pas le cas chez les spécimens polynésiens). La bande médiane continue et uniforme n'est pas un caractère constant à l'instar d'autres espèces comme *Strategoconus litoglyphus* Hwass in Bruguière, 1792.

Présence de zones plus colorées : les spécimens de la variation *elodieallaryae* possèdent parfois des zones de couleur rouge plus soutenue, notamment autour de la zone médiane, alternant ainsi avec les chevrons clairs. Ce caractère est également présent chez *R. pertusus pertusus* de façon parfois plus marquée.

Présence de ponctuations rouge-orangé : chez *elodieallaryae*, la coquille possède sur toute sa surface un alignement de points et tirets de couleur rouge-orangé qui sont surtout visibles sur les spécimens clairs et/ou sur les zones de teinte claire. Les points et tirets sont disposés en lignes spirales. Ils ne semblent pas se poursuivre sur la spire. Les spécimens hawaïens et calédoniens possèdent cette particularité également. Ce caractère est habituellement présent mais moins marqué chez *R. pertusus pertusus*. On retrouve également ce caractère sur le spécimen de Madagascar (pl. 3, 5) dont les ponctuations sont visibles à travers le periostracum.

Ponctuations blanches : chez *R. pertusus elodieallaryae*, le test est orné d'une multitude de points blancs aussi bien sur les zones rougeâtres que sur les zones claires. La densité et la taille des points sont variables d'un individu à l'autre. La ponctuation peut se prolonger sur la spire. On retrouve cette ponctuation sur des spécimens de l'aire Pacifique mais avec une densité moindre. Chez certains spécimens polynésiens, ce caractère s'exprime moins (pl. 2, 3). Ce n'est donc pas un critère constant.

La spire : L'aspect et la hauteur de la spire sont assez variables chez les spécimens de l'aire Indo-Pacifique. L'apex est de couleur jaunâtre.

L'ouverture : l'auteur de la description précise : « l'ouverture légèrement plus étroite » ; de nombreux spécimens de l'aire Indo-Pacifique possèdent également cette particularité. La base de certains spécimens forme un angle (un décroché) qui se voit très bien sur la face ventrale (pl. 2, 2) mais ce caractère est également présent sur des spécimens d'autres localités comme le cône des Philippines. (pl. 6, 4)

Le periostracum : il est fin, transparent, jaunâtre et velu dans les deux variations.

L'étude morphologique ne permet pas de déterminer un caractère précis chez *R. p. elodieallaryae* qui serait toujours absent dans les populations de *R. pertusus pertusus* de l'aire Indo-Pacifique et vice-versa mise à part l'absence de bande sub-médiane mais qui n'est pas constante chez *R. pertusus pertusus*. Seule la forte densité en points blancs permet de séparer les populations polynésiennes de celles des autres localités, mais ce n'est pas un caractère suffisant permettant de dépasser le stade de variation ou de forme.

*pertusus*, sometimes more markedly.

Presence of red-orange punctuations: in *elodieallaryae*, the shell has over its entire surface an alignment of red-orange dots and dashes which are especially visible on light specimens and/or on areas of light color. The dots and dashes are arranged in spiral lines. They do not seem to continue on the spire. The Hawaian and Caledonian specimens also have this particularity. This character is usually present but less marked in *R. pertusus pertusus*. We also find this character on the specimen from Madagascar (pl. 3, 5) whose punctuations are visible through the periostracum.

White dots: in *R. pertusus elodieallaryae*, the shell is decorated with a multitude of white dots both on reddish areas and on light areas. The density and size of the dots vary from one individual to another. The punctuation can continue on the spire. We find this punctuation on specimens from the Pacific Area but with a lower density. In certain Polynesian specimens, this character is expressed less (pl. 2, 3). It is therefore not a constant criterion.

The whorl: The appearance and height of the spire are quite variable in specimens from the Indo-Pacific area. It has a yellowish colored apex.

The aperture: the author of the description specifies: "slightly narrower opening"; many specimens from the Indo-Pacific Area also have this characteristic. The base of certain specimens forms an angle (an offset) which is very clearly seen on the ventral side (pl. 2, 2) but this character is also present on specimens from other localities such as the Philippines. (pl. 6, 4)

The periostracum: it is thin, transparent, yellowish and hairy in both variations.

The morphological study does not make it possible to determine a precise character in *R. pertusus elodieallaryae* which would always be absent in the populations of *R. pertusus pertusus* from the Indo-Pacific area and vice versa apart from the absence of a sub-median band but which does not exist in *R. pertusus pertusus*. Only the high density of white points makes it possible to separate Polynesian populations from those of other localities, but this is not a sufficient character allowing us to go beyond the stage of variation or form.

## V. Molecular study

In such a delicate case, it seems interesting to me to complement the morphological study with a molecular analysis because several specimens have been sequenced.

It must be clarified from the outset that "although it is not currently demonstrated, the pattern structure of molluscs is determined by nuclear genes. To my knowledge, I do not have a documented example of alteration of the structure of the decoration based on environmental pressures in cones. Mitochondrial DNA is of no help in confirming color differentiation" (Limpalaë, Pers. Comm., 2023). The interest of the molecular study in this article is to compare *R. pertusus* to other species of the genus *Rhizoconus* and to determine whether the *elodieallaryae* variation would form a clade apart from *R. pertusus*.

## V. Étude moléculaire

Dans un cas aussi délicat, il me semble intéressant de compléter l'étude morphologique par une analyse moléculaire car plusieurs spécimens ont été séquencés.

Il faut d'emblée préciser que « bien que ce ne soit pas démontré actuellement, la structure du dessin des mollusques est déterminée par des gènes nucléaires. A ma connaissance, je n'ai pas d'exemple documenté d'altération de la structure du décor sur la base de pressions environnementales chez les cônes. L'ADN mitochondrial n'est d'aucune aide pour confirmer une différenciation de coloration » (Limpalaë, Comm. Pers., 2023). L'intérêt de l'étude moléculaire dans cet article est de confronter *R. pertusus* aux autres espèces du genre *Rhizoconus* et de déterminer si la variation *elodieallaryae* formerait un clade à part de *R. pertusus*.

L'étude moléculaire, effectuée en partenariat avec le Muséum National d'Histoire Naturelle, dont l'arbre a été établi par Nicolas Puillandre nous permet d'étudier sept spécimens provenant de localités différentes :

MNHN-IM-2007-38354 : Madagascar (Océan Indien), collecté entre 58 et 87 mètres.

MNHN-IM-2013-66074 : Nouvelle-Calédonie (Océan Pacifique), collecté entre 90 et 100 mètres.

MNHN-IM-2013-55803 : Papouasie Nouvelle-Guinée (Océan Pacifique), collecté entre 3 et 57 mètres.

MNHN-IM-2013-55810 : Papouasie Nouvelle-Guinée (Océan Pacifique), collecté à 20 mètres.

MNHN-IM-2013-54393 : Papouasie Nouvelle-Guinée (Océan Pacifique), collecté entre 6 et 21 mètres.

KJ549973 : Rangiroa, Tuamotu (Océan Pacifique), profondeur de collecte inconnue.

KJ549757 : Localité et profondeur non renseignées (potentiellement Philippines).

Nous avons un spécimen issu de l'Océan Indien. Génétiquement, on observe parfois une dichotomie entre les populations des deux Océans. Ce n'est pas le cas pour *R. pertusus*.

Le spécimen KJ549973 collecté aux Tuamotu, possède la ponctuation blanche caractéristique et représente donc *R. pertusus elodieallaryae*.

Sur les cinq spécimens dont la localité est précisée et qui ne proviennent pas de Polynésie, nous avons deux spécimens collectés entre 6 et 21 mètres et deux spécimens prélevés entre 58 et 100 mètres (la profondeur de prélèvement de MNHN-IM-2013-55803 le place dans les deux catégories). Cet échantillonnage permet d'étudier génétiquement les populations des deux étages bathymétriques mentionnés dans les chapitres II et III.

L'étude de l'arbre « montre bien que la diversité au sein de *pertusus* est équivalente au sein des autres espèces » (Puillandre, Comm. Pers., 2023). L'étude moléculaire suggère donc que les cinq spécimens collectés puis séquencés appartiennent à une seule et même espèce ; comme pour les six autres espèces présentes sur l'arbre phylogénétique qui vous est présenté.

The molecular study, carried out in partnership with the National Museum of Natural History, whose tree was established by Nicolas Puillandre, allows us to study seven specimens from different localities:

MNHN-IM-2007-38354: Madagascar (Indian Ocean), collected between 58 and 87 meters.

MNHN-IM-2013-66074: New Caledonia (Pacific Ocean), collected between 90 and 100 meters.

MNHN-IM-2013-55803: Papua New Guinea (Pacific Ocean), collected between 3 and 57 meters.

MNHN-IM-2013-55810: Papua New Guinea (Pacific Ocean), collected at 20 meters.

MNHN-IM-2013-54393: Papua New Guinea (Pacific Ocean), collected between 6 and 21 meters.

KJ549973: Rangiroa, Tuamotu (Pacific Ocean), collecting depth unknown.

KJ549757: Location and depth not specified (potentially Philippines).

We have a specimen from the Indian Ocean. Genetically, we sometimes observe a dichotomy between the populations of the two Oceans. This is not the case for *R. pertusus*.

Specimen KJ549973 collected in the Tuamotus has the characteristic white punctuation and therefore represents *R. pertusus elodieallaryae*.

Of the five specimens whose locality is specified and which do not come from Polynesia, we have two specimens collected between 6 and 21 meters and two specimens collected between 58 and 100 meters (the sampling depth of MNHN-IM-2013-55803 on place in both categories). This sampling makes it possible to genetically study the populations of the two bathymetric levels mentioned in chapters II and III.

The study of the tree "clearly shows that the diversity within *pertusus* is equivalent within other species" (Puillandre, Comm. Pers., 2023). The molecular study therefore suggests that the five specimens collected and then sequenced belong to one and the same species; as for the six other species present on the phylogenetic tree presented to you.

The sequenced specimens are illustrated on plate no. 3. The shells have not been cleaned, I decided to assign them by default to *R. pertusus pertusus* (except KJ549973 which represents the Polynesian variation).

## VI. Discussion

Molecular study and morphological study suggest that the *elodieallaryae* variation is a form of *R. pertusus*.

The species is vermivorous. Depending on the environment and the depth at which it evolves, it may feed on different species or species whose color could vary. This could induce certain modifications in the pattern of its shell in *R. pertusus*, such as the density of white or orange dots. The relative variability of the patterns could therefore be linked to an environmental factor due to their diet.

We find this phenomenon in a species from the Caribbean area that I studied extensively when I lived in Martinique: *Stephanoconus regius* (Gmelin, 1791). Indeed, *S. regius* is also a vermivorous species. I was able to observe in the 2000s

Les spécimens séquencés sont illustrés sur la planche n°3. Les coquilles n'ont pas été nettoyées, j'ai décidé de les rattacher par défaut à *R. pertusus pertusus* (sauf KJ549973 qui représente la variation polynésienne).

## VI. Discussion

L'étude moléculaire et l'étude morphologique suggèrent que la variation *elodieallaryae* est une forme de *R. pertusus*.

L'espèce est vermivore. Suivant le milieu et la profondeur à laquelle elle évolue, il se peut qu'elle se nourrisse d'espèces différentes ou d'espèces dont la couleur pourrait-être variable. Cela pourrait induire chez *R. pertusus* certaines modifications du dessin de sa coquille, comme la densité en points blancs ou oranges. La variabilité relative des motifs pourrait donc être liée à un facteur environnemental dû à leur alimentation.

On retrouve ce phénomène chez une espèce de l'aire Caraïbe que j'ai énormément étudiée lorsque je vivais à la Martinique : *Stephanoconus regius* (Gmelin, 1791). En effet, *S. regius* est également une espèce vermivore. J'ai pu observer dans les années 2000 que cette espèce se nourrissait de vers de feu dont la couleur était variable. La consommation des différentes variations de vers de feu pourrait avoir une incidence sur la pigmentation de la coquille. Ceci pourrait expliquer l'incroyable diversité graphique de cette espèce. Les spécimens de couleur jaune ayant été décrit en tant que *Stephanoconus citrinus* (Gmelin, 1791) puis mis en synonymie (Röckel et al., 1995). Les analyses moléculaires suggéreront plus tard que les spécimens jaunes ou non appartiennent bien à la même espèce (Touitou & Clovel, 2020). A la Martinique, certains exemplaires possèdent également une ponctuation sombre plus ou moins dense.

## Conclusion

La variation *elodieallaryae* n'est pas endémique de Polynésie Française car elle est également présente à Hawaï et en Nouvelle-Calédonie, cela représente une extension de son aire de répartition. On peut envisager sa présence dans d'autres localités du Pacifique (îles Marshall et Philippines). Elle évolue entre 15 et 80 mètres (Polynésie, Nouvelle-Calédonie) en l'état actuel des connaissances.

L'étude morphologique, bathymétrique et moléculaire ainsi que la présence sympatrique avec *R. pertusus pertusus* en Nouvelle-Calédonie et à Hawaï suggèrent que *R. pertusus elodieallaryae* est une simple variation et non une sous-espèce. Les variations au sein des populations de *R. pertusus pertusus* pourraient être d'origine écologique (en fonction du type de proie dont elle se nourrit).

Je propose donc que la sous-espèce *R. pertusus elodieallaryae* soit traitée en tant que forme. La forte densité en points blancs est, à mon avis, le meilleur moyen de rattacher un spécimen à la forme *elodieallaryae*.

## Remerciements

L'équipe du Muséum National d'Histoire Naturelle, Nicolas Puillandre, Franck Leterrier, Armand Poignon, Michel Luciani, Bill Fenzan, Loïc Limpalaë, Jeanette Johnson, Scott Johnson, David Lum et Hank Lynch.

that this species fed on fireworms whose color varied. Consumption of different variations of fireworms could impact shell pigmentation. This could explain the incredible graphic diversity of this species. The yellow-colored specimens were described as *Stephanoconus citrinus* (Gmelin, 1791) and then placed in synonymy (Röckel et al., 1995). Molecular analyzes will later suggest that the yellow or non-yellow specimens do indeed belong to the same species (Touitou & Clovel, 2020). In Martinique, certain exemplary specimens also have more or less dense dark punctuation.

## Conclusion

The *elodieallaryae* variation is not endemic to French Polynesia as it is also present in Hawaii and New Caledonia, this represents an extension of its range. We can envisage its presence in other localities of the Pacific (Marshall Islands and Philippines). It evolves between 15 and 80 meters (Polynesia, New Caledonia) according to the current state of knowledge.

The morphological, bathymetric and molecular study as well as the sympatric presence with *R. pertusus pertusus* in New Caledonia and Hawaii suggest that *R. pertusus elodieallaryae* is a simple variation and not a subspecies. Variations within populations of *R. pertusus pertusus* could be of ecological origin (depending on the type of prey on which it feeds).

I therefore propose that the subspecies *R. pertusus elodieallaryae* be treated as a form. The high density of white dots is, in my opinion, the best way to link a specimen to the *elodieallaryae* form.

## Acknowledgement

The team from the Muséum National d'Histoire Naturelle, Nicolas Puillandre, Franck Leterrier, Armand Poignon, Michel Luciani, Bill Fenzan, Loïc Limpalaë, Eric Monnier, Fabrice Prugnau, Jeanette Johnson, Scott Johnson, David Lum et Hank Lynch.



Image 1 : Jeune/Young *R. pertusus elodieallaryae* - Atoll Kwajalein (îles Marshall). Photo : Jeanette Johnson.

## Bibliography / Bibliographie

BOUTET M., GOURGUET R. & LETOURNEUX, J., 2020. Mollusques marins de Polynésie française - Marine Molluscs of French Polynesia. Au Vent des îles.

COSSIGNANI, T., 2013. Rhizoconus pertusus elodieallaryae nuova sottospecie di Tuamotu. Malacologia Mostra Mondiale 81: 5

MONNIER E., LIMPALAER L., ROBIN A. & ROUX C., 2018. A Taxonomic Iconography of Living Conidae, vol. I & II. Conchbooks

ROCKEL D., KORN W., KOHN A., 1995. Manual of the Living Conidae. Hemmen ed., 518 pp.

SEVERNS M., 2011. Shells of the Hawaiian Islands: The Sea Shells. CONCHBOOKS, 562 pp.

TOUITOU D. & BALLETON M., 2022. Cone Shells of the Marquesas. Auto-édition.

TOUITOU D. & CLOVEL P., 2020. Cone Shells of Martinique and Guadeloupe. Auto-édition.

<https://science.mnhn.fr/>

<http://www.underwaterkwaj.com/shell/cone/Conus-pertusus.htm>

<https://www.conchology.be/>

<https://allspira.com/>

<https://www.seashell-collector.com/>

## Abbreviations/ Abbréviations

Comm. Pers. = commentaire personnel

Pers. Comm. = personnal comment

Coll. = collection

DT = David Touitou

FP = Fabrice Prugnaud

Table 1 : Tableau des spécimens séquencés

N°_MNHN	BOLD	Genre	Espèce	GB COI
IM-2007-17758	CONO1724-14	Conus	miles	KJ550379
IM-2007-30749	CONO1383-14	Conus	vexillum	KJ550520
IM-2007-30787	CONO1037-10	Conus	vexillum	KJ550521
IM-2007-30793	CONO1042-10	Conus	rattus	KJ550438
IM-2007-38354	CONO1731-14	Conus	pertusus	KJ550411
IM-2009-15559	CONO1610-14	Conus	namocanus	KJ550442
IM-2009-15565	CONO1609-14	Conus	namocanus	KJ550443
IM-2009-18296	CONO1704-14	Conus	rattus	KJ550439
IM-2009-18300	CONO1705-14	Conus	rattus	KJ550440
IM-2009-19215	CONO1712-14	Conus	namocanus	KJ550390
IM-2009-31330	CONO2018-17	Conus	namocanus	MG786092
IM-2013-54393	CONO5173-23	Conus	pertusus	OR732470
IM-2013-55803	CONO3529-22	Conus	pertusus	ON687869
IM-2013-55810	CONO5174-23	Conus	pertusus	OR732469
IM-2013-66074	CONO3588-22	Conus	pertusus	ON687954
		Conus	capitaneus	KJ549745
		Conus	pertusus	KJ549757
		Conus	vexillum	KJ549761
		Conus	miles	AY296840
		Conus	capitaneus	KX155573
		Conus	miles	MN389187
		Conus	miles	MW278307
		Conus	rattus	MW278203
		Conus	rattus	MW278231
		Conus	vexillum	MW278177
		Conus	rattus	MZ559636
		Conus	capitaneus	KJ549882
		Conus	miles	KJ549952
		Conus	mustelinus	KJ549963
		Conus	mustelinus	KJ549964
		Conus	namocanus	KJ549965
		Conus	pertusus	KJ549973
		Conus	rattus	KJ549983
		Conus	rattus	KJ549984
		Conus	vexillum	KJ550007
		Conus	miles	AY588202
		Conus	vexillum	AY588231
		Conus	vexillum	MT483234
		Conus	miles	ON018803



Tahiti vue depuis le lagon de Temae à Moorea

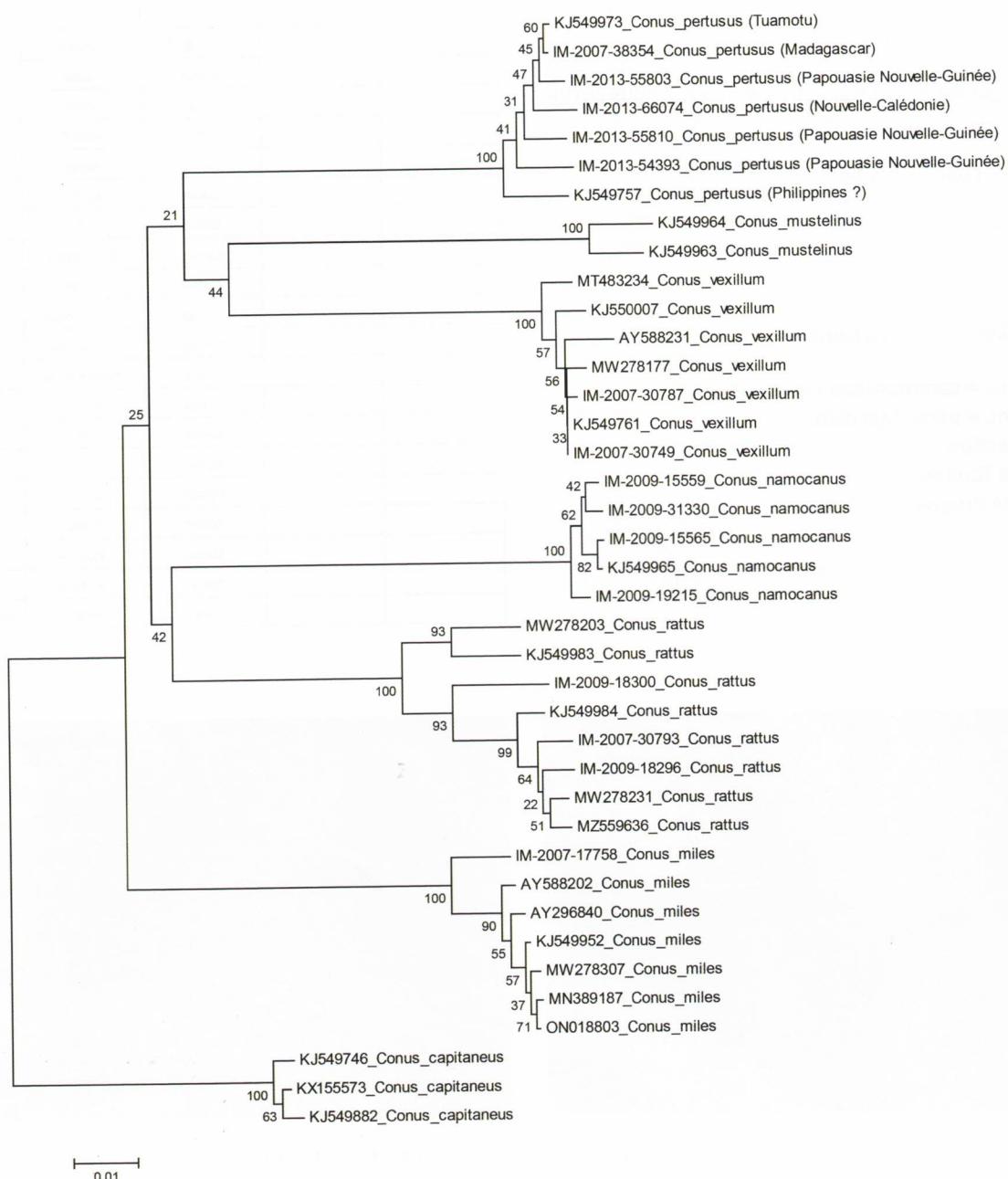


Vue des motus Fareone et Tiahura de Moorea

Table 2 : Tableau récapitulatif des caractères morphologiques de *R. pertusus* et *R. pertusus f. elodieallaryae*

Caractères	<i>R. pertusus f. elodieallaryae</i>	<i>R. pertusus</i>
Périostracum	jaunâtre, fin, transparent, velu	jaunâtre, fin, transparent, velu
Silhouette de la coquille	plutôt allongée	allongée ou non
Couleur de la coquille	rouge puis rose-rougeâtre	rouge puis rose-rougeâtre
Bandes claires	une à trois	une à trois
Bande claire sub-médiane	discontinue ou continue	discontinue ou continue
Bande claire sub-médiane	non uniforme	parfois uniforme
Alternance zones claires et sombres	oui	oui
Ponctuations rouge-orangées	oui	oui
Densité en points oranges	généralement importante	variable
Ponctuations blanches	oui	oui
Densité en points blancs	généralement importante	faible ou absence
Spire	moyennement haute	variable
Apex	jaunâtre	jaunâtre
Ouverture	relativement étroite	relativement étroite
Décroché proche de l'ouverture	faible à modéré	faible à modéré

Table 3 : Arbre phylogénétique (Neigbor-Joining) basé sur le fragment barcode du gène cox1

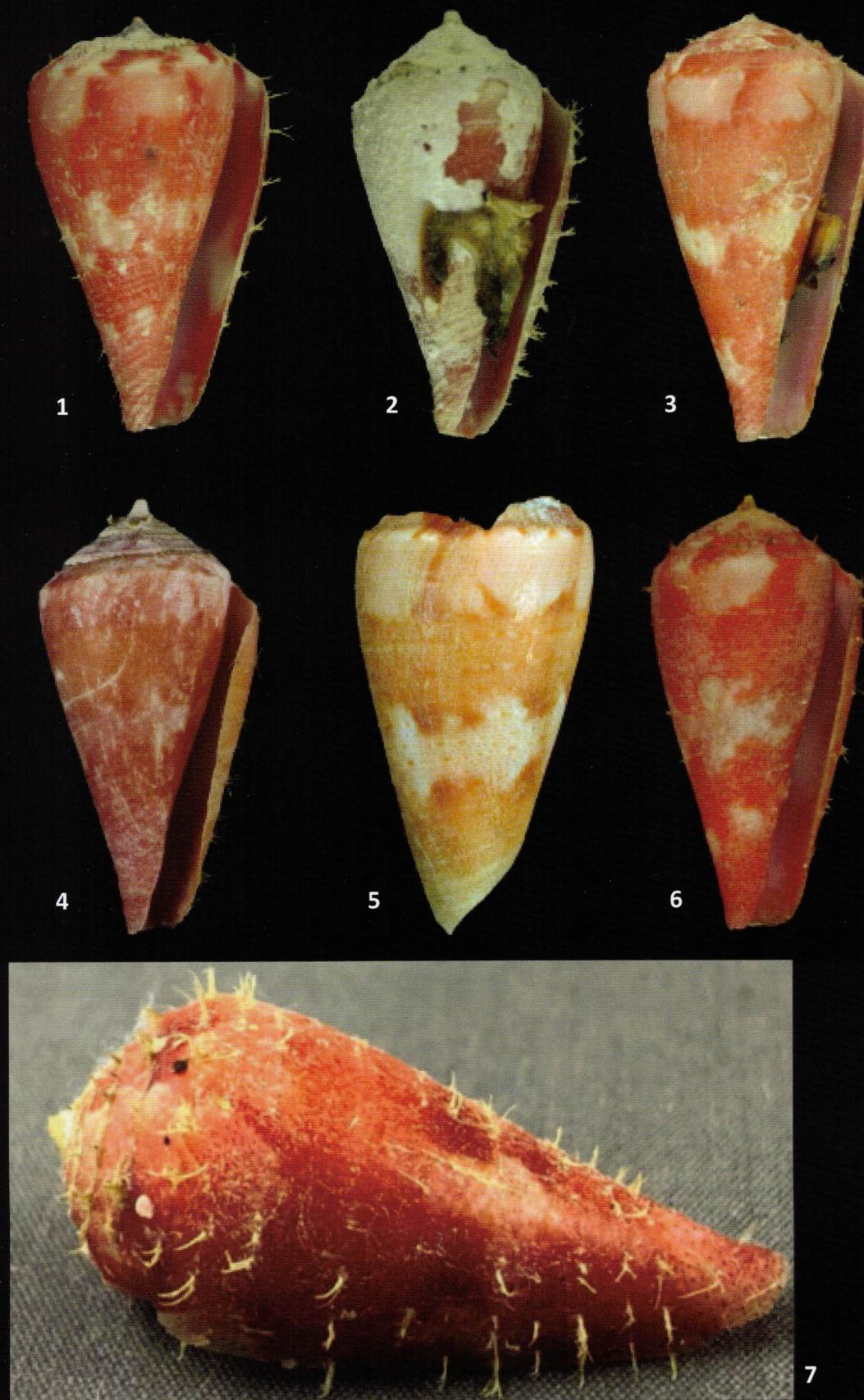




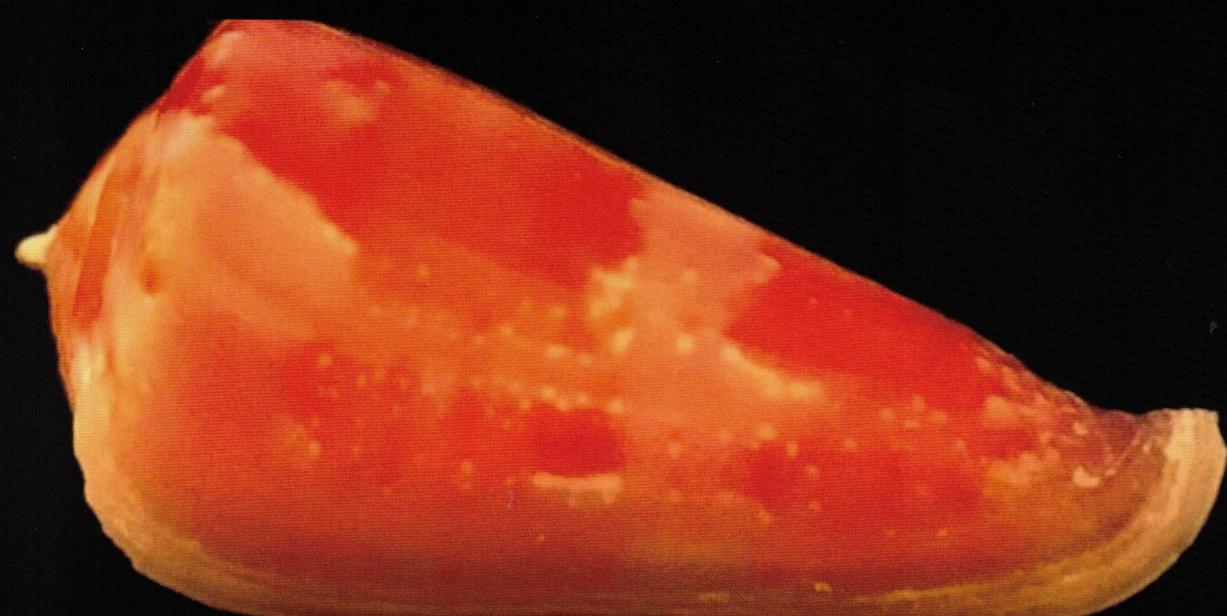
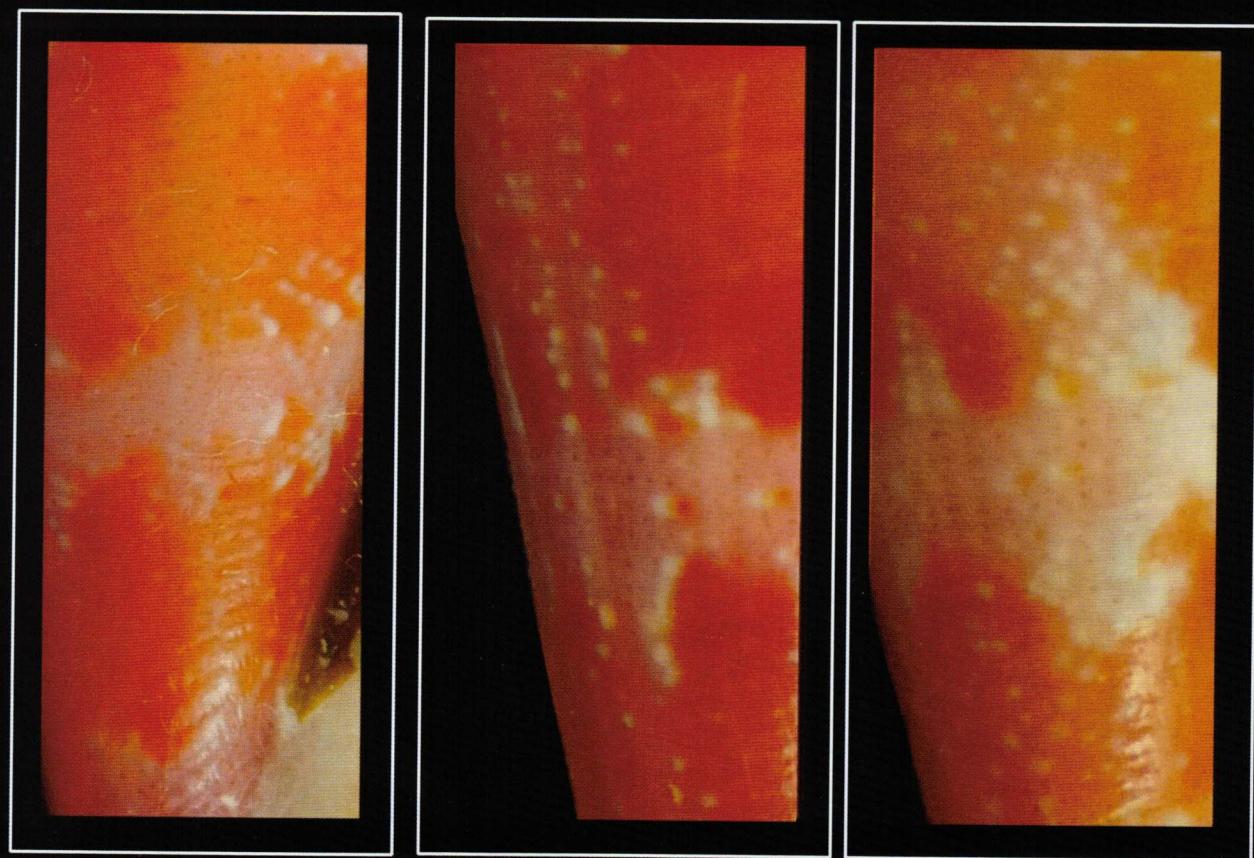
1. *R. pertusus pertusus*. Nouvelle-Calédonie (20 m), 63,4 mm. Coll. Privée
2. *R. pertusus elodieallaryae*. Rangiroa, Tuamotu, Polynésie française (10-20 m), 30,6 mm.  
MNHN-IM-2000-27498. Holotype
3. *R. pertusus elodieallaryae*. Nouvelle-Calédonie (60-80 m), 32 mm. Photo et Coll. : F. Leterrier
4. *R. pertusus elodieallaryae*. Nouvelle-Calédonie (60-80 m), 36 mm. Photo et Coll. : F. Leterrier
5. *R. pertusus elodieallaryae*. Nouvelle-Calédonie (60-80 m), 30 mm. Photo et Coll. : F. Leterrier



1. *R. pertusus elodieallaryae*, Tahiti (15 m), 36,6 mm, Coll. DT
2. *R. pertusus elodieallaryae*, Tahiti (16 m), 35,0 mm, Coll. DT
3. *R. pertusus elodieallaryae*, Moorea (17 m), 37,7 mm, Coll. DT
4. *R. pertusus elodieallaryae*, Moorea (15 m), 30,6 mm, Coll. DT
5. *R. pertusus elodieallaryae*, Moorea (18 m), 27,5 mm, Coll. DT
6. *R. pertusus elodieallaryae*, Moorea (16 m), 28,4 mm, Coll. DT



1. *R. pertusus pertusus*, MNHN-IM-2013-55803 : Papouasie Nouvelle-Guinée, (3 et 57 m)
2. *R. pertusus pertusus*, MNHN-IM-2013-54393 : Papouasie Nouvelle-Guinée (6 et 21 m)
3. *R. pertusus pertusus*, MNHN-IM-2013-55810 : Papouasie Nouvelle-Guinée (20 m)
4. *R. pertusus pertusus*, MNHN-IM-2013-66074 : Nouvelle-Calédonie (90 et 100 m)
5. *R. pertusus pertusus*, MNHN-IM-2007-38354 : Madagascar ( 58 et 87 m)
6. *R. pertusus elodieallaryae* KJ549973 : Rangiroa, Tuamotu (profondeur non renseignée)
7. *R. pertusus elodieallaryae*, Nouvelle-Calédonie (60-80 m), 38 mm. Photo et Coll. : F. Leterrier



4

Détail de la coquille montrant les points blancs des spécimens calédoniens. Photos et Coll. : F. Leterrier

1. *R. pertusus elodieallaryae*. Nouvelle-Calédonie (60-80 m), 32 mm. Idem pl. 1, 3
2. *R. pertusus elodieallaryae*. Nouvelle-Calédonie (60-80 m), 36 mm. Idem pl. 1, 4
3. *R. pertusus elodieallaryae*. Nouvelle-Calédonie (60-80 m), 36 mm. Idem pl. 1, 4
4. *R. pertusus elodieallaryae*. Nouvelle-Calédonie (60-80 m), 36 mm. Idem pl. 1, 4



1. *R. pertusus elodieallaryae*, Tahiti (15 m), Coll. DT. Idem pl. 2, 1



1. *R. pertusus pertusus*, Maurice (27 m), 32,8 mm, spécimen cordé. Coll. DT
2. *R. pertusus* aff. *elodieallaryae*, (?) mm, Marshall Islands. Photo : Jeanette Johnson
3. *R. pertusus pertusus*, Philippines, 22,5 mm, Photo : G. et Ph. Poppe (conchology.be)
4. *R. pertusus* aff. *pertusus*, Philippines, 33,3 mm, Photo : Carles Dorado (allspira.com)
5. *R. pertusus pertusus*, Philippines, 40,0 mm, Photo : G. et Ph. Poppe (conchology.be)



1. *R. pertusus elodieallaryae*, Tahiti (16 m), Coll. DT. (Impact du temps sur la couleur / color variation over time)  
Gauche/Left : photos prises en 2004 / 2004 pictures. Living and dead shell.  
Droite/Right : photos prises en 2023 / 2023 pictures.



1. *R. pertusus elodieallaryae*. Nouvelle-Calédonie (60-80 m), 36 mm. Photo et Coll. : F. Leterrier ; Idem pl. 1, 4  
2. *R. pertusus elodieallaryae*. Nouvelle-Calédonie (60-80 m), 30 mm. Photo et Coll. : F. Leterrier ; Idem pl. 1, 5



1. *P. pertusus elodieallaryae*, Hawaï (Oahu), (-29 m), 28.9 mm. Photo et Coll. : H. Lynch

2. *P. pertusus pertusus*, Hawaï (Oahu), (-29 m), 25.2 mm (avec/with periostracum). Photo et Coll. : H. Lynch

**1-11 *Rhizoconus pertusus pertusus*.**

**1.** 13,11 mm Bantayan island, Cebu, Philippines Coll. FP. #1864, **2.** 14.42 mm Bantayan island, Cebu, Philippines Coll. FP. #1865, **3.** 16.16 mm Philippines, Coll. FP. #1869, **4.** 17,41 mm Kailua, Hawaii, Coll. FP. #1863 **5.** 14,02 mm Honolulu, Hawaii, Coll. FP. #1890, **6.** 19,31 mm, Tulear, Madagascar, Coll. FP. #1895 **7.** 40,98 mm, Hawaii, Coll. FP. #1894, **8.** 47,78 mm, 35 m, Sumbawa Regency, Indonesia Coll. FP. #4556, **9.** 25,93 mm, Palawan, Philippines, Coll. FP. #1877, **10.** 40,88 mm, 33 m, Cebu, Philippines, Coll. FP. #1886, **11.** 36,21 mm, Hawaii, Coll. FP. #1893

**12-17 *Rhizoconus pertusus elodieallaryae***

**12.** 11,03 mm, Tautira Bay, Tahiti Coll. FP. #3832, **13.** 50,75 mm, Night Dive 75m, Arue, Tahiti Coll. FP. #3857, **14.** 41,83 mm, Night Dive 35 m, Puna'auia, Tahiti, Coll. FP. #1906 **15.** 26,88 mm, Night Dive 30m, Puna'auia, Tahiti, Coll. FP. #1903  
**16.** 28,05 mm; Puna'auia, Tahiti, Coll. FP. #1909, **17.** 38,09 mm, Tahiti, FP #1905