

Perforations d'origine animale sur les coquilles marines

François DEMNARD – Juin 2023

Les coquilles d'animaux marins invertébrés comme les mollusques ou les oursins..., qu'elles soient actuelles, trouvées sur les estrans du monde entier, ou fossiles, présentent fréquemment des perforations uniques ou multiples, de tailles et formes diverses.

Quelles en sont les origines ? Quelles ont été les conséquences pour les animaux perforés ?

Cette note répertorie des exemples pris aussi bien dans le monde vivant actuel que dans les fossiles et nous verrons à quel point ces perforations sont similaires.

Classons les responsables de ces perforations en deux principales catégories pour tenter de répondre à ces questions :

I. Les prédateurs marins carnivores qui pratiquent des perforations mortelles

A. Classe des Gastéropodes

1. Famille des Naticidés
2. Famille des Muricidés
3. Autres familles : Turbinellidés, Buccinidés, Nassidés

B. Classe des Céphalopodes :

Famille des octopodidés

C. Technique d'attaque et durée

D. Le procédé de perforation

E. Position des perforations sur les coquilles selon les prédateurs

F. Observations sur la plage d'Houlgate, Calvados (14), janvier 2023

G. Prédateurs non identifiés

II. Les squatters « inoffensifs »

A. Eponges

B. Vers polychètes

I – Les prédateurs marins carnivores qui pratiquent des perforations mortelles

Certains groupes de Mollusques se nourrissent d'autres Mollusques, des Lamellibranches (Bivalves) en perforant leur coquille : les principales familles de prédateurs sont les **Naticidés** (Natices) et les **Muricidés** (Murex). D'autres familles sont également prédatrices : Turbinellidés, Buccinidés, Nassidés.

Certains de ces Gastéropodes perceurs comme les Naticidés s'attaquent également à d'autres espèces perforantes et pratiquent même le cannibalisme sur leurs congénères.

Dans une autre groupe de Mollusques, les Céphalopodes, le poulpe commun perce également les coquilles de ses proies pour les empoisonner avant de les extraire de leur coquille pour les manger.

Certaines espèces ne sont pas attaquées par les gastéropodes perforants car elles peuvent se déplacer ou s'enfuir en nageant.

Je remercie pour leurs contributions :

Mes filles Julia TEMPLE (Hawaï) et Laura DEMNARD (Charleston, Caroline du Sud), et Claudine ROBICHON (musée BRIGOUDOU, Plouneour-Brignogan, Finistère).

A – Classe des Gastéropodes pratiquant des perforations mortelles

1 – Famille des Naticidés (Natices)

Les **Naticidés** sont des prédateurs très actifs de bivalves (coques, palourdes, tellines...), gastéropodes et dentales (mollusques en forme de dent de l'ordre des Scaphopodes). Elles vivent totalement ou partiellement enfouies dans les sédiments sableux ou sablo-vaseux, de la zone intertidale jusqu'à 120 mètres de profondeur. Elles pratiquent le cannibalisme. Il en existe de nombreuses espèces à travers le monde.



Euspira catena, naticie.



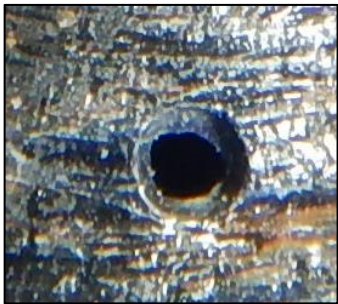
Natica hebraea, naticie

Forme et aspect des perforations par les Naticidés

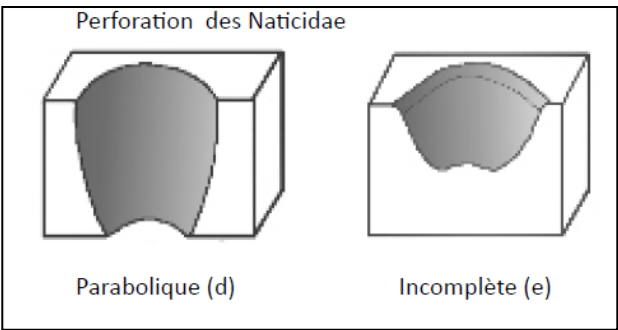
Trou rond de section **parabolique** et **tronconique** avec un orifice inférieur nettement plus petit, montrant souvent des traces de la radula, la partie intérieure pouvant présenter des cassures irrégulières causées par l'action mécanique de celle-ci.



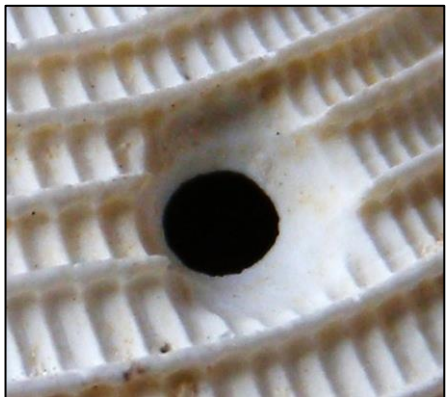
Perforation paraboliques au niveau du crochet sur cette Mactre, Caroline du Sud, USA (coll. Laura DEMNARD).



Perforation parabolique dans une moule (photo C. ROBICHON, BRIGOUDOU).



D'après Carriker & Yochelson in PAQUIEN 2019



Fimbria lamellosa, Lutétien du Bassin Parisien (48,6 – 40,4 Millions d'années), perforation parabolique de Naticidé.



Perforations paraboliques inachevées réalisées par un gastéropode de la famille des Naticidés sur ces fossile de *Diastomidae* du Lutétien (48,6 - 40,4 Millions d'années) du Bassin Parisien.



2 – Famille des Muricidés (Murex)

Les **Muricidés** vivent en surface du substratum du fond de la mer. Ils chassent de préférence des proies fixées sur les substrats rocheux comme les moules, les huîtres, les patelles ou d’autres organismes comme les balanes... Toutefois ils peuvent également percer les coquilles de bivalves vivant dans les sédiments : palourdes, vénus et coques.

Nucella lapillus, pourpre.
Prédation : moules, jeunes palourdes, gibbules, balanes.
Cannibalisme probable (SMEL, codexvirtualis.fr/).



Phyllonotus evergladensis



Ocenebra erinacea, murex perceur, bigorneau perceur, rocher hérissé.
Prédation : huîtres, palourdes, moules (SMEL).



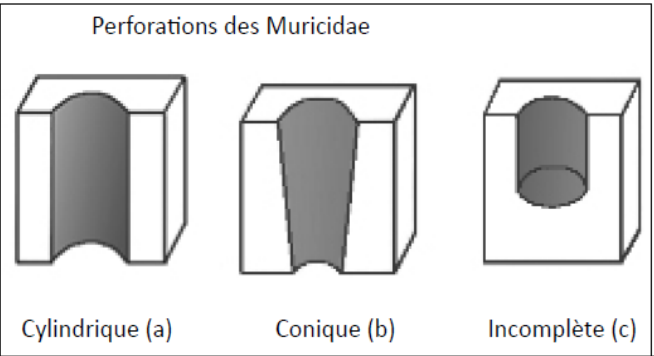
Ocenebrelus inornata, bigorneau perceur japonais. Originaire de la mer du Japon, introduit accidentellement sur les côtes pacifiques américaines à partir des années 1920, puis en France au cours des années 1990.

Prédation : palourdes, huîtres (SMEL).



Forme et aspect des perforations par les Muricidés

Trou rond, **cylindrique**, parfois **tronconique** avec l’orifice inférieur légèrement plus petit, avec des bords réguliers et souvent des traces d’attaque chimique, sans traces de cassures faites par la radula.



D’après Carriker & Yochelson in PAQUIEN 2019



Perforation cylindrique sur ce bivalve actuel.



Perforation cylindrique, *Turritella* fossile du Lutétien.

Perforation cylindrique de Muricidé sur *Fimbria lamellosa*, Lutétien du Bassin Parisien (48,6 – 40,4 Millions d’années).



3 - Autres familles de prédateurs marins carnivores

Ces familles de gastéropodes sont identifiées comme prédatrices perforatrices mais nous n'avons pas pu trouver de perforations correspondantes.

Turbinellidés



Vasum tubinellus



Tubinella pyrum

Buccinidés



Buccinum undatum



Clivipollia pulchra

Nassidés



Nassarius reeveanus

B - Classe des Céphalopodes : famille des Octopodidés

Le poulpe commun, *Octopus vulgaris*, est un Mollusque Céphalopode carnivore, se nourrissant essentiellement de crustacés, d'autres céphalopodes, de bivalves et très rarement de poissons.

Il attaque également des gastéropodes comme les porcelaines non pas avec son bec, trop gros, mais avec sa radula et sa salive comprenant des enzymes qui détruisent les sels de calcium de la coquille. Puis il injecte par ce petit trou une substance qui paralyse l'animal. Il lui reste à l'extraire par l'ouverture de la coquille pour le manger.

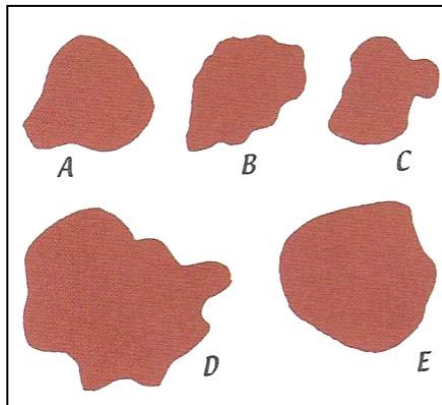


Poulpe commun, *Octopus vulgaris* (photo : Morten Brekkevold, jaitoutcompris.com/animaux/la-pieuvre-57.php).

Forme et aspect des perforations par des poulpes

Les trous sont petits (moins de 1 mm), irréguliers.

A droite : sections de trous de moins de 1 mm percés par des céphalopodes fossiles, semblables à ceux pratiqués par les poulpes actuels (*Octopus vulgaris*) (d'après Roba & Ostinelli in POZZI 2007).



Porcelaine *Cypraea* sp. attaquée par un poulpe, Oman, mer d'Arabie.



Erosaria spurca, porcelaine pure, variable, malpropre. Méditerranée, Atlantique. Prédateur : poulpe commun *Octopus vulgaris*.



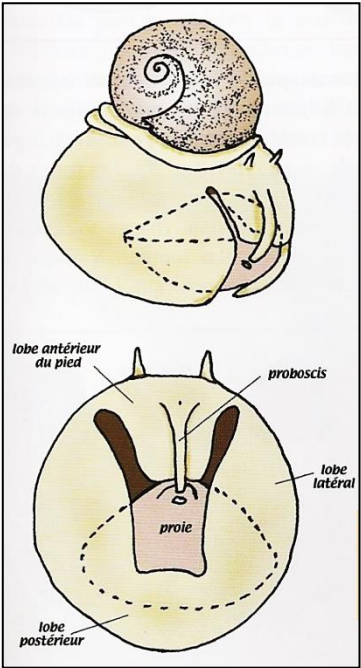
Porcelaines australiennes attaquées par des poulpes. Le trou est étroit et irrégulier. Il se trouve généralement sur l'extrémité postérieure (côté columelle), face inférieure (NIXON 1980).

C - Techniques d'attaque et durée

Les prédateurs peuvent attaquer des proies bien plus grosses qu'eux. La proie est maintenue par le pied du prédateur. Il n'est pas prouvé que l'attaque se fasse sur les parties vitales de la proie.

Le temps nécessaire à une prédation complète dépend de l'épaisseur de la coquille et de la dimension de la proie. Les perforations sur la périphérie des valves des Bivalves sont plus rapides à réaliser car la coquille est plus fine, mais le prédateur risque de se faire pincer la trompe par les deux valves. La perforation sur la partie bombée de la valve est plus longue à réaliser et donc plus risquée aussi car d'autres prédateurs peuvent attaquer le prédateur : percer une coquille peut durer de 12 à 40 heures selon les espèces de prédateurs et l'épaisseur de la coquille des proies.

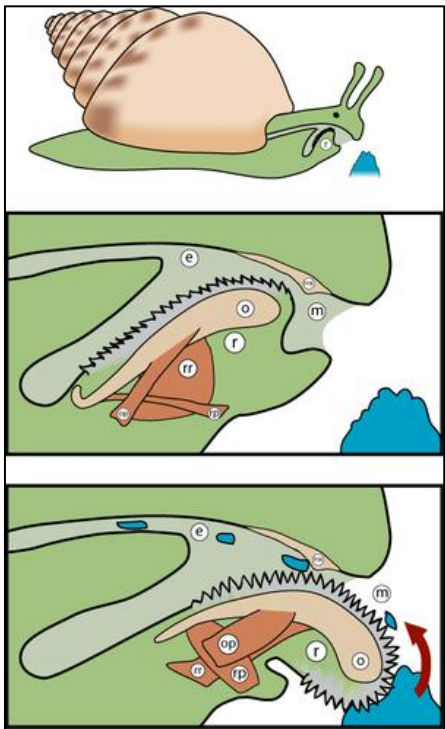
Neverita josephina en train de percer un gros bivalve. En bas vue ventrale de la figure du haut (d'après Masse, in POZZI 2007).



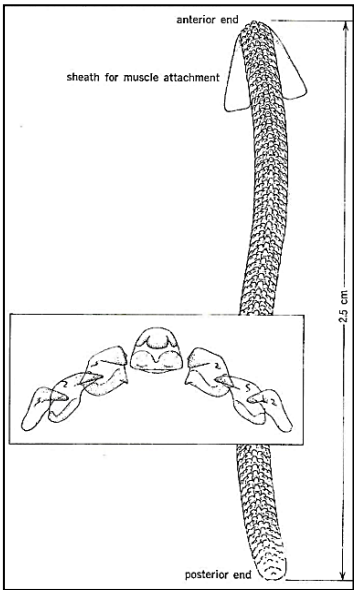
D - Le procédé de perforation

La perforation est réalisée grâce à deux organes :

- le premier provoque une **action chimique** en émettant une **solution acide** qui attaque la coquille,
- ce qui facilite l'**intervention mécanique** de la **radula** qui fonctionne comme une râpe. La radula, située à l'intérieur du pharynx, est un long ruban cartilagineux râpeur formé de séries transversales de petites dents chitineuses.



Vue transversale schématique de la cavité buccale d'un gastéropode, montrant la radula et son utilisation. Le reste du corps du gastéropode est représenté en vert. La nourriture est représentée en bleu. Les muscles qui contrôlent la radula sont représentés en marron. La surface du ruban radulaire, avec de nombreuses dents, est représentée par une ligne en zig-zag (stringfixer.com/fr/Radula).



Radula de Cypraea friendii de 2,5 cm de long, avec un gros plan sur un rang de 7 dents (WISON & GILLET Australian shells 1971).

Des pistes faites par des gastéropodes marins avec leurs radulas, raclant des lichens sur les rochers de l'estran.

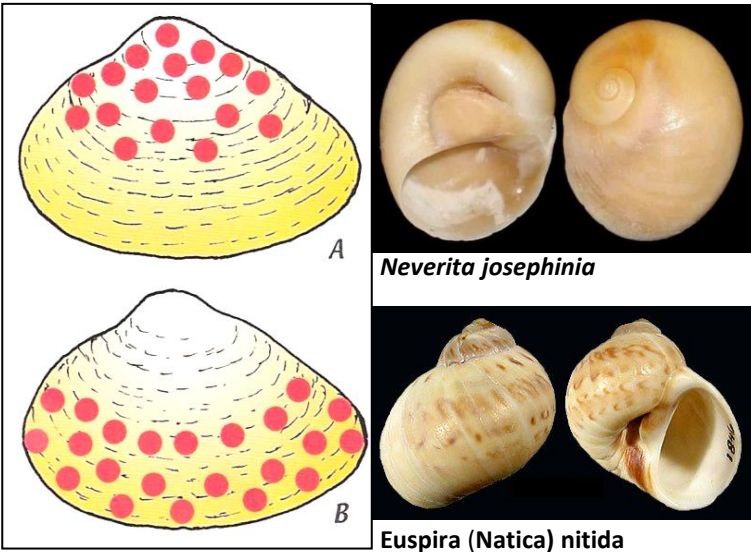


E - Position des perforations sur les coquilles selon les prédateurs

Chez les bivalves

L'emplacement de la perforation dépend de l'espèce de la proie et du prédateur et de la technique de maintien de la proie. Selon les espèces de prédateurs, en fonction de la préhension de leur proie, ils perforent le long du bord de la coquille, dans la partie centrale ou encore dans la région du crochet (POZZI 2007).

Localisation des perforations dans des valves de *Spisula subtruncata* par *Neverita josephinia* (A) et *Euspira (Natica) nitida* (B) (d'après Masse, in POZZI 2007).



Ces bivalves fossiles présentent des perforations localisées vers le centre de la valve. Oligocène (Stampien inférieur 30 Ma), Morigny, réserve géologique de l'Essonne (77).



Lunarca ovalis, *Anadara transversa*, *Noetia ponderosa*, toutes perforées au niveau du crochet, Caroline du Sud, USA. Perforations paraboliques de Naticidés (coll. Laura DEMNARD).



Mactres perforées au niveau du crochet, Caroline du Sud, USA. Perforation parabolique de Naticidés (coll. Laura DEMNARD).



Donax sp toutes perforées au niveau du crochet, Caroline du Sud, USA. Perforations paraboliques de Naticidés (coll. Laura DEMNARD).

Relation entre la dimension de la perforation et l'espèce prédatrice

A gauche : petites perforations
paraboliques

Limecola balthica

Macomangulus tenuis

Spisula subtruncata

Donax vittatus

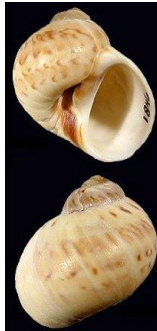
Prédateur probable :

petite Natice *Euspira nitida*



A droite : grandes perforations
paraboliques

Bivalves percés,
Dunkerque. D'après
Yves MULLER,
28.02.2021.



Prédateurs probables :

grande Natice *Euspira catena*

Chez les scaphopodes

Les scaphopodes sont l'une des 5 grandes classes de mollusques. Ils sont appelés communément **dentales** en raison de leur forme.



Dentalium octangulatum, Vraisemblablement attaqué par un gastéropode. 31 mm, Oman, mer d'Arabie.

Dentalium sexangulum acutangularis du
Pliocène de Castel-l'Arquo, Plaisance.
Longueur : 5,5 cm (Coll Pozzi, in Pozzi 2009).



Chez les gastéropodes

C'est généralement l'avant-dernier ou le dernier tour qui sont attaqués, mais parfois ce sont les premiers tours car l'animal s'y réfugie.



Large orifice de 8 à 10 mm sur le dernier tour de la coquille du gastéropode fossile *Hexaplex turonensis*. La perforation est cylindrique et légèrement tronconique, le prédateur pourrait donc être un Muricidé (Miocène 16-11 Ma, Touraine, France, MNHN).



3 gastéropodes (*Oliva* sp., *Terebra* sp., *Terebra* sp.) actuels attaqués par des gastéropodes, Oman, mer d'Arabie.



Petits gastéropodes *Peristernia chlorostoma* proies de Naticidés à Hawaï. Ils sont tous attaqués sur le même point de l'avant-dernier tour (Coll. Julia TEMPLE).

2 séries de gastéropodes fossiles attaqués par des gastéropodes.

En haut :

Anazola clavula,
en bas : *Oliva* sp.

Gironde.



Gastéropodes actuels attaqués par des gastéropodes. *Minorque*, Méditerranée.



Cannibalisme chez ces natices

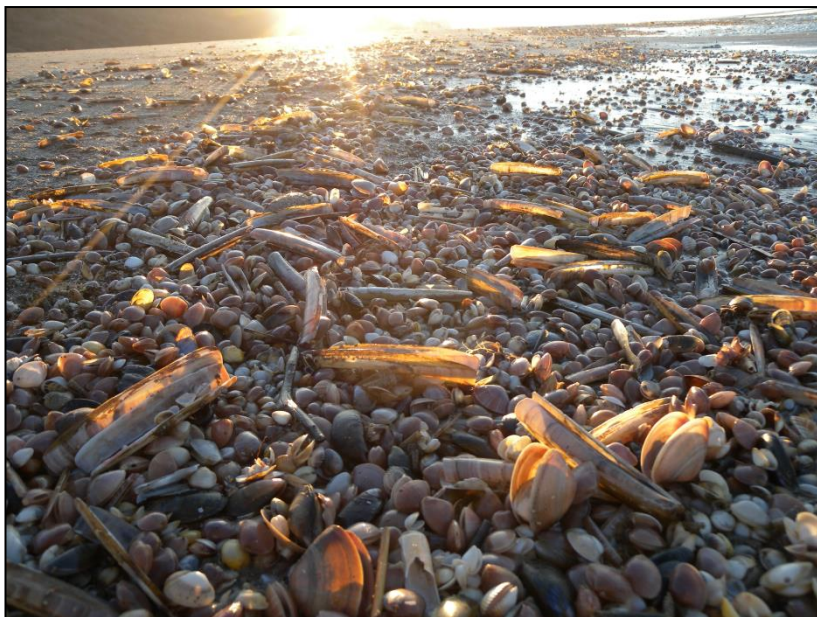
Neverita duplicata, toutes perforées au niveau du dernier tour, Caroline du Sud, USA, et détail. La perforation est parabolique, le prédateur est donc un Naticidé (coll. Laura DEMNARD).



F – Observations sur la plage d'Houlgate, Calvados (14), janvier 2023

En janvier 2023, J'ai procédé à un échantillonnage à Houlgate où la mer avait provoqué une hécatombe sur plusieurs km parmi la faune d'invertébrés marins, notamment les mollusques : tellines, coques, couteaux, mactres, pholades..., mais aussi oursins *Echinocardium*, étoiles de mer...

J'ai récolté des bivalves perforés qui étaient abondants, tandis qu'aucun gastéropode ne l'était.



Donax, Houlgate.



Venerupis corrugata, palourde poulette.



Acanthocardia paucicostata, bucarde à côtes rares. Houlgate.



Spisula solida, mactre, Houlgate.



Grosses coques (3-4 cm), *Cerastoderma edule*, Houlgate.



Mactra corallina, mactre coralline, Houlgate.



Petites coques (1-2 cm), *Cerastoderma edule*, Houlgate.

Forme des perforations

Les perforations observées peuvent être franchement paraboliques, paraboliques très évasées ou plates.

D’où viennent ces différences ? De l’épaisseur de la coquille de la proie ? De la taille du prédateur ?

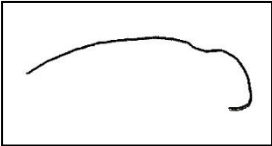
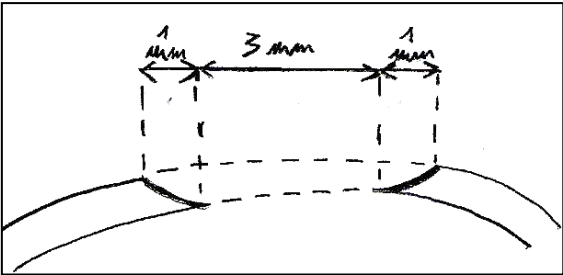
Forme de la perforation	donax	Telline	mactre	bucarde	Grosse coque	Petite coque	Psam-mobie
Franchement parabolique	X					X	
Parabolique très évasée					X	X	X
Plate		X	X	X	X	X	

1 - Perforation parabolique typique des Naticidés

Donax, Houlgate.



2 - Perforation parabolique très évasée

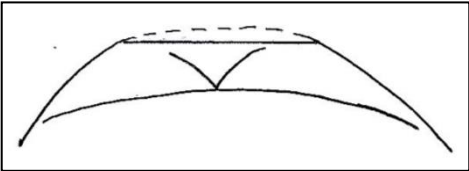
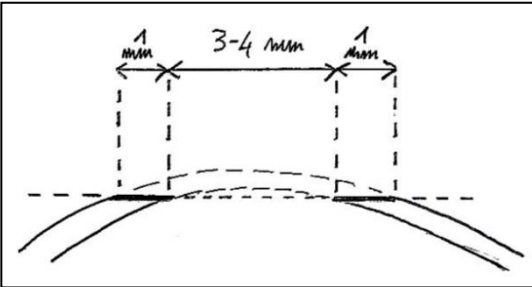


Grosse coque (3-4 cm), Houlgate : perforation parabolique très évasée. En coupe à droite : légère dépression visible sur le sommet.

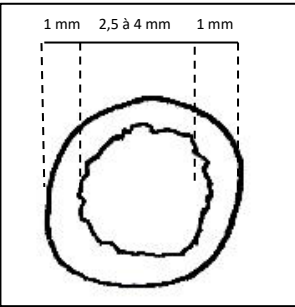


Venerupis corrugata, palourde poulette, Houlgate

3 - Perforation plate



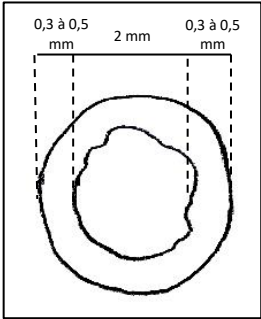
Telline : perforation plate. En coupe vue du crochet : dépression horizontale visible.



Telline à perforation plate. Le pourtour de la perforation dessine un cercle régulier, tandis que l’intérieur est irrégulier. Houlgate.



Petite coque (1-2 cm) à perforation plate. Le pourtour de la perforation dessine un cercle régulier, tandis que l’intérieur est irrégulier. Houlgate.



La position des perforations est généralement au niveau du crochet comme sur les photos précédentes, sauf sur quelques exceptions comme celles-ci sur ces coques et cette telline.



Parmi les gastéropodes récoltés, seules les Natices sont des carnivores perforateurs. Les deux autres espèces ne le sont pas.



Gauche :
*Nassarius
reticulatus*,
nasse
réticulée.
Nécrophage.



Droite :
*Epitonium
clathrus*,
scalaira
commune.
Se nourrit
d'anémone
de mer et
de tuniciers.

Euspira catena, Natices.

G - Prédateurs non identifiés



3 oursins réguliers récoltés sur la même plage à Hawaï,
tous attaqués de la même manière et aucun autre
oursin indemne (coll. Julia TEMPLE).

Qui a attaqué ces oursins ? Des crustacés ? Des
mollusques ? Des vers ? Des étoiles de mer ?
Le mystère reste entier !



II – Squatters « inoffensifs »

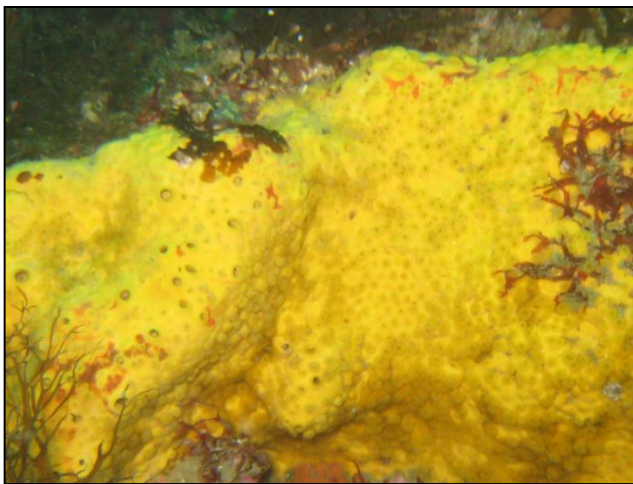
Plusieurs groupes d'organismes perforent les coquilles pendant la vie de l'animal. Ils vivent soit dans l'épaisseur de la coquille (endofaune), soit sur la coquille (épifaune).

A - Éponges

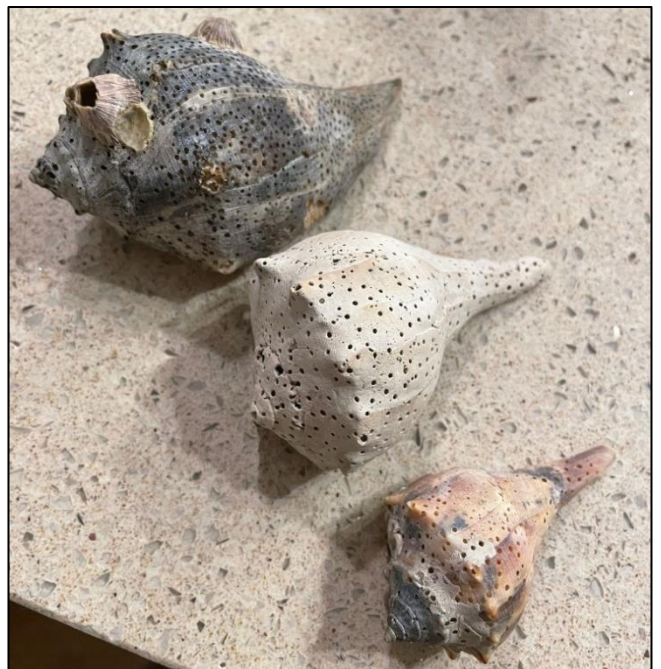
Certaines éponges (embranchement des spongiaires) vivent entièrement intégrées à des coquilles de mollusques qu'elles colonisent, vivant en symbiose, sans les tuer. Elles les perforent par une double action mécanique et de dissolution chimique en sécrétant des acides capables de dissoudre le carbonate de calcium. Elles laissent ainsi après leur disparition une constellation de trous de 1 à quelques millimètres, voire des cavités de plusieurs cm, éparpillées sur la surface du substrat ou sous la forme de réseaux de galeries et chambres. Elles sont appelées « **éponges perforantes** ».

Pour les fossiles, la structure de perforation effectuée par les éponges se nomme **Entobia**.

Les trous creusés par les microéponges mesurent quelques micromètres et peuvent être confondus avec des galeries perforantes creusées par certains champignons ou algues perforants capables de forer les coquilles des mollusques.



Eponge *Cliona celata*, de la classe des *démosponges*, très commune dans le monde entier (photo Matthieu SONTAG).



Melongena perforés par des éponges, Caroline du Sud, USA (coll. Laura DEMNARD).



Perforations par des **éponges cliones** (*Cliona celata*), du gastéropode fossile *Fasciolaria nidifera* (Miocène 20-14 Ma, Tourraine, France, MNHN).

Ce gastéropode est habité par un très gros crustacé appelé communément Bernard l'Hermite.

Auparavant, il avait été colonisé par des éponges qui ont perforé sa coquille (détail), Antilles.





Certaines espèces s'attaquent aux coquilles d'huitres provoquant l'inquiétude des ostréiculteurs (photo C. ROBICHON, BRIGOUDOU).



Coquille de 20 mm d'épaisseur profondément perforée, vraisemblablement par une éponge, Caroline du Sud, USA.



Coquille actuelle érodée, perforée par une éponge. Caroline du Sud, USA.

B - Vers polychètes

Les vers polychètes (classe de l'embranchement des Annélides) sont présents dans des substrats calcaires, des coquilles d'huîtres, de coquilles Saint-Jacques, mortes ou vivantes, dans les crampons de laminaires, des algues rouges calcaires encroûtantes.



Vers Polychète *Dodecaceria concharum* (FFESSM, photo David FENWICK).



Colonie de *Dodecaceria concharum* émergeant d'une algue encroûtante Lithothamnion (photo Ryan MURPHY).



Chaque trou correspond au tube d'un ver qui perce une algue encroûtante calcaire. Genre *Dodecaceria* (FFESSM, photo Alison YOUNG).



Perforations par des **vers marins polydores** (Polychètes) qui creusent des galeries dans les coquilles de mollusques. Ici un gastéropode fossile *Melongena cornuta* (Miocène 20-16 Ma, Landes, France, MNHN).



Ce Triton, gastéropode, a été colonisé par des éponges et des vers annélides qui ont laissé des perforations et des traces filiformes, Caroline du Sud, USA (coll. Laura DEMNARD).



Petite natica *Natica alapapilionis* d'Hawaï (Coll. Julia TEMPLE). Victime probablement de vers.

Principales sources :

- Collectif : **Patrimoine côtier breton : coquillages du Pays Pagan et du Léon**. Association BRIGOUDOU, 104 pages, 2011.
- LOPPENS K. : **La perforation des coquilles de mollusques par des gastéropodes et des éponges**. Annales de la Société Royale Zoologique de Belgique, LVII, pages 14-18, 1926.
- NIXON Marion : **The salivary papilla of *Octopus* as an accessory radula for drilling shells**. Journal of Zoology, Volume 190, N° 1, pages 53–57, 1980.
- PAQUIEN Nicolas : **Prédation par des naticidae sur l'île Rodrigues**. Xenophora Taxonomy, 5 pages, 2019
- PELSENER Paul : **Comment mangent divers gastropodes aquatiques**. Annales de la Société Royale Zoologique de Belgique, LV, 15 pages, 1924.
- POZZI Enrico : **Les traces de prédation sur les coquilles fossiles**. Minéraux & Fossiles N°364, pages 27-37, octobre 2007.
- WITHERINGTON Blair & Dawn : **Living beaches of Georgia and the Carolinas**. 352 pages, 2011.
- Blog sur les **laisses de mer de Bretagne** : laissesdemer.over-blog.com/2021/02/une-grande-natrice-victime-de-cannibalisme.html
- Détails sur la technique de perforation : codexvirtualis.fr/codex/cabinet-de-curiosites-virtuel/images-insolites-instructives/un-trou-dans-une-coquille
- Sur les éponges : wikipedia.org/wiki/Clionidae et wikipedia.org/wiki/Entobia
- Site et galerie du Museum National d'Histoire Naturelle (MNHN)
- Site DORIS-FFESSM : <https://doris.ffessm.fr/>
- Synergie Mer et Littoral : [smel.fr/Les populations de bigorneaux perceurs, prédateurs de bivalves, dans la Manche](https://smel.fr/Les-populations-de-bigorneaux-perceurs,-predateurs-de-bivalves,-dans-la-Manche)
- **Forum de discussion** : <https://www.forumcoquillages.com/t1786-les-predateurs-de-nos-chers-coquillages>