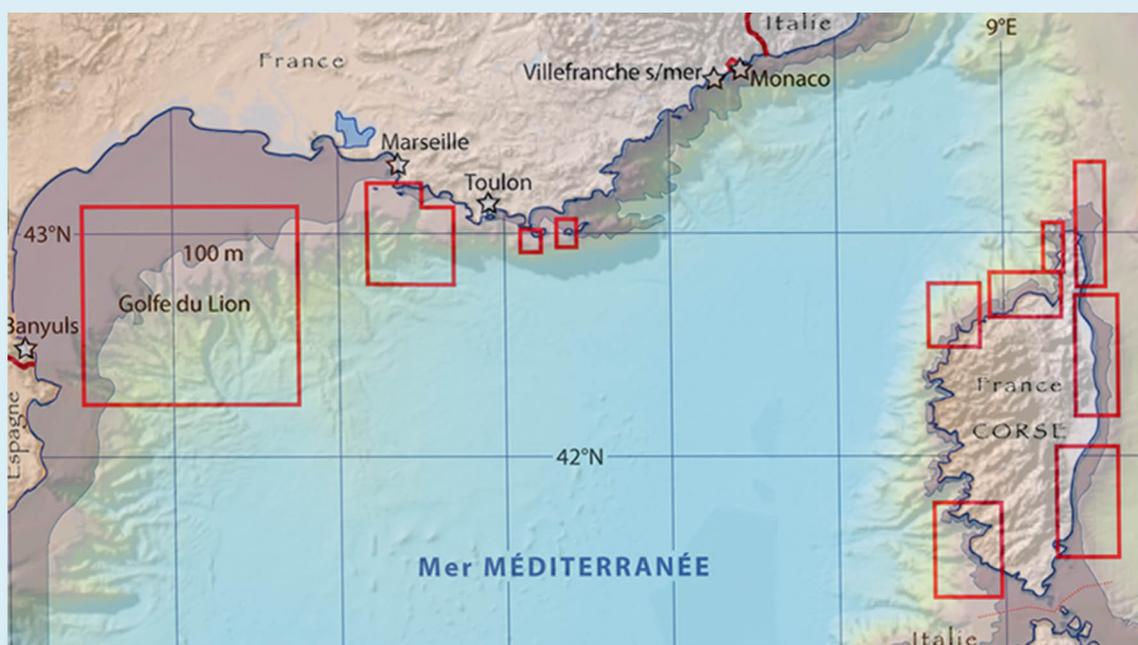


**Christian C. EMIG**

BrachNet, 20, Rue Chaix, F-13007 Marseille (France)

**Brachiopodes récoltés lors de campagnes (1976-2014)  
dans l'étage Bathyal des côtes françaises méditerranéennes**

**Redéfinition des limites du système phytal  
dans le domaine marin benthique**



ISBN 9782916733166



9 782916 733166

90000



ISBN13 : 978-2-916733-16-6

“Dépôt légal à parution”

Manuscript online on 10-12-2018

Carnets de Géologie CG2018\_B01

[Book 1 - Livre 1]

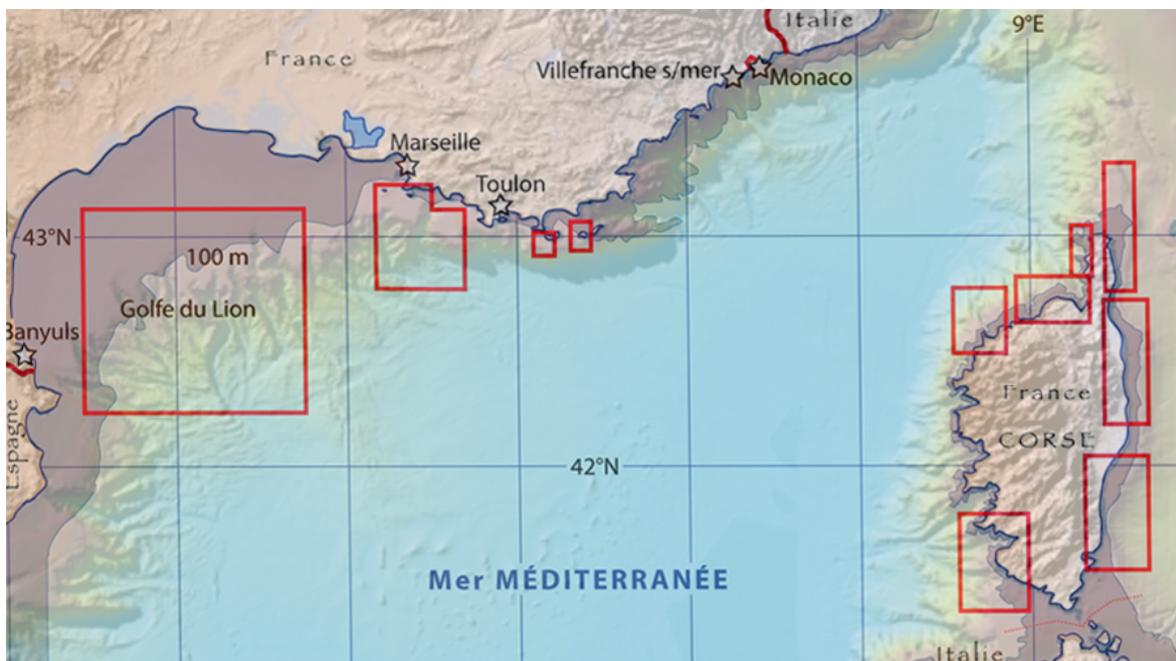
**CAR-  
NETS  
Geol.**

# **Brachiopodes récoltés lors de campagnes (1976-2014) dans l'étage Bathyal des côtes françaises méditerranéennes.**

## **Redéfinition de la limite du système phytal dans le domaine marin benthique.**

**Christian C. Emig**

BrachNet  
20, rue Chaix, F-13007 Marseille  
brachnet@aliceadsl.fr



### **Citation**

Emig C. C. (2018). Brachiopodes récoltés lors de campagnes (1976-2014) dans l'étage Bathyal des côtes françaises méditerranéennes. Redéfinition des limites du système phytal dans le domaine marin benthique. *Carnets de Géologie*, Madrid, CG2018\_B01, 100 p.

ISBN13 : 978-2-916733-16-6

Mise en ligne le 10 décembre 2018

**2018**

## Sommaire

	pages
Abstract / Résumé	3
Avant-Propos	4
1. Introduction	5
2. Matériel et techniques utilisés	7
A. Campagnes et navires	7
B. Engins mis en œuvre	8
3. Histoire des échanges dans le domaine profond méditerranéen	13
4. Définition de l'étage Bathyal supérieur	16
A. Caractéristiques morpho-géologiques	16
B. Caractéristiques physiques	17
C. Caractéristiques biologiques	18
5. Les espèces de brachiopodes du Bathyal méditerranéen français	21
<i>Novocrania</i>	23
<i>Gryphus</i>	25
<i>Terebratulina</i>	28
<i>Megathiris</i>	30
<i>Platidia</i>	31
<i>Megerlia</i>	32
6. Distribution d' <i>Ostreobium</i> dans les coquilles de <i>Gryphus</i>	36
7. La limite du système phytal : <i>Gryphus</i> comme marqueur	38
8. Cahiers des stations	39
9. Cartes	60
A. Cartes des campagnes en Languedoc et Provence	60
B. Cartes des campagnes en Corse	67
C. Cartes de distribution en Atlantique et Manche	78
Remerciements	80
10. Références bibliographiques	81
Appendice A : Pour un renouvellement de la taxinomie des brachiopodes actuels	90
Appendice B : Historique de la systématique de <i>Terebratula minor</i> Philippi, 1836	92
Appendice C : Historique de la systématique de <i>Terebratula seminulum</i> Philippi, 1836	97
Planche 1	12
Planche 2	34

## Résumé.

Au cours de la période allant de 1976 à 2014, la distribution des brachiopodes le long des côtes françaises méditerranéennes a été particulièrement bien suivie, notamment dans l'étage bathyal. De 1983 à 1989, l'étude de ce groupe zoologique s'est inscrite dans le cadre de la RCP-CNRS n° 728 dont les données des campagnes en mer font l'objet du présent livre : elles portent sur les six espèces présentes dans le Bathyal supérieur, *Novocrania anomala*, *Gryphus vitreus*, *Terebratulina retusa*, *Megathiris detruncata*, *Platidia anomioides* et *Megerlia truncata*. Les résultats sont développés au cours de neuf chapitres, dont les deux derniers constituent les cahiers de tous les prélèvements réalisés dans l'ensemble des stations prospectées et leurs cartes de répartition géographique, ainsi que celles des six espèces mentionnées. La présence de ces dernières dans les biocénoses méditerranéennes a mis en évidence un hiatus avec la systématique à cause d'un usage restreint des seuls caractères de la coquille avec absence de méthodes phylogénétiques, pourtant en grand développement. Une autre mise en évidence porte questionnement sur la validité de certains espèces du registres fossiles, *Terebratula minor* (= *Gryphus vitreus*), mais aussi actuelles comme *Terebratula seminulum*, sont pris comme exemples. Enfin, l'infestation de coquille de *G. vitreus* par l'algue *Ostreobium* a conduit à discuter de la limite inférieure du système phytal benthique et ses variations bathymétriques jusque dans le Bathyal.

Mots-clés : brachiopode ; bathyal ; méditerranée ; biocénose ; aphytal ; photique.

## Abstract.

Brachiopods sampled during expeditions (1976-2014) in the Bathyal Zone of the French Mediterranean coasts. Redefinition of the boundaries of the phytal system in the marine benthic domain.

The distribution of brachiopods along the French Mediterranean coast, especially in the Bathyal zone, was studied in detail from 1976 to 2014 being one of the main objectives of the RCP-CNRS No 728, that took place during the years 1983 to 1989. The data obtained during these campaigns constitute the main objective of this e-book, which focuses on five brachiopod species *Novocrania anomala*, *Gryphus vitreus*, *Terebratulina retusa*, *Megathiris detruncata*, *Platidia anomioides* and *Megerlia truncata* that occur in the Upper Bathyal zone. The e-book consists of nine chapters, of which the last two contain the data concerning all the stations studied, the distributional charts of the five species mentioned, included. The presence of these species in the Mediterranean biocoenoses has put in evidence a hiatus in the systematics based mainly in characters of the shell and rarely in phylogenetic analyses. Another important point that is addressed is the discussion of the validity of some species with fossil record, being *Terebratula minor* (= *Gryphus vitreus*), as well as of extant ones, i.e., *Terebratula seminulum*, chosen as examples. Finally, the infestation of *G. vitreus* shells by the *Ostreobium* alga led to reconsider the lower limit of the benthic phytal system and its bathymetric variations as far as in the Bathyal.

Keywords: brachiopod; bathyal; Mediterranean; biocoenosis; aphytal; photic.

## Avant-Propos

Le but premier de cet ouvrage est de rendre accessible l'ensemble des cahiers de stations de mes campagnes dans l'étage Bathyal au large des côtes de Provence et de Corse (France), en y ajoutant les données de quelques campagnes faites par l'Ifremer (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer). En effet, le matériel récolté, et en premier chef les brachiopodes, ont été déposés dans divers Muséums, dont les principaux dépôts concernent le Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, le « Museo Nacional de Ciencias Naturales » (CSIC, à Madrid) et le « Instytut Paleobiologii PAN, Warszawa » (Institut de Paléobiologie, Académie des Sciences de Pologne, à Varsovie).

Toutes les stations ont été reportées sur des cartes marines françaises, ainsi que la distribution géographique pour chaque espèce dans les différentes zones prospectées.

Cet ouvrage est aussi l'occasion de résumer brièvement nos connaissances sur l'histoire de la mer Méditerranée, ainsi que les principaux résultats sur l'écologie des espèces de brachiopodes récoltées dans l'étage Bathyal, en rappelant que l'écologie ne peut être éludée des diagnoses de ces espèces, comme en général pour toutes les espèces actuelles, ainsi que fossiles à condition de pouvoir définir le milieu naturel et non les conditions ayant, en fait, entraîné leur fossilisation. Un cas actuel est évoqué suite à un envasement du plateau continental et du Bathyal supérieur en Corse.

Enfin, des données inédites concernant la distribution des coquilles de *Gryphus* infestée par l'algue verte unicellulaire *Ostreobium* a conduit à préciser la limite entre les systèmes phytal (ou photique) et aphytal (ou aphotique) dans le domaine benthique.

En appendice, il m'est apparu intéressant, voire utile, d'ouvrir le débat sur l'application des méthodes phylogénétiques dans la taxinomie des espèces et genres de brachiopodes actuels. Deux *Terebratula*, *T. minor* et *T. seminulum*, toutes deux décrites par Philippi (1836), sont prises comme exemples.

---

### Autres ebooks récents par Christian C. Emig sur les Brachiopodes :

Álvarez F., Emig C.C. & J. Tréguier (2017). Brachiopodes actuels : historique et révision de la collection D.-P. Œhlert (Laval) ; brachiopodes des côtes françaises métropolitaines. *Carnets de Géologie*, Madrid, CG2017\_B02, 386 p. - ISBN13 : 978-2-916733-4-2

Emig C.C. (2017). Atlas of Antarctic and sub-Antarctic Brachiopoda. *Carnets de Géologie*, Madrid, CG2017\_B03, 93 p. - ISBN13 : 978-2-916733-15-9

---

## 1. Introduction

Dans l'Océan mondial, la distribution bathymétrique des brachiopodes est la plus abondante depuis les zones littorales jusque dans l'étage Bathyal supérieur (Emig, 1988, 2016) : pour ces lophophorates suspensivores, elle s'explique par la nécessité de vivre dans des biotopes soumis à un hydrodynamisme, favorisant l'apport nutritionnel en particules alimentaires et en plancton. Le rebord du plateau continental est particulièrement favorable de par les caractéristiques particulières des masses d'eau y circulant, avec une prédominance de brachiopodes, principalement craniiformes et rhynchonelliformes, dans tout l'étage du Bathyal supérieur (Emig, 1997a, 2016).

La répartition actuelle des brachiopodes s'étend dans tous les océans et mers : la distribution latitudinale montre que les linguliformes, principalement littoraux, sont plus abondants dans la zone intertropicale, tandis que les rhynchonelliformes ont une plus large distribution dans les zones tempérées (Emig, 2016).

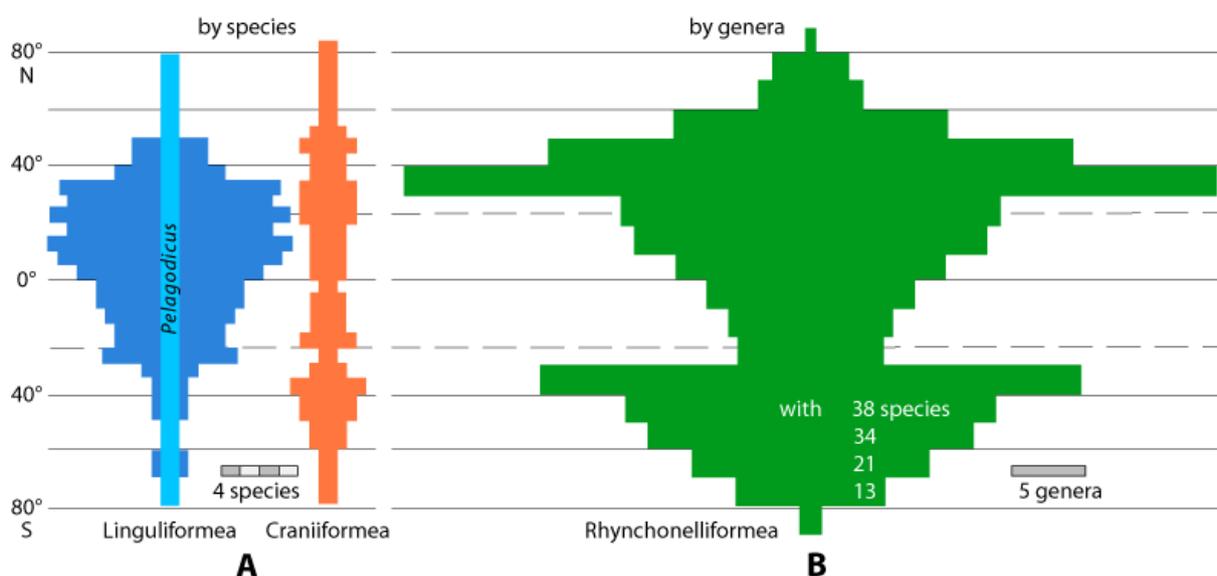


Fig. 1-1. Distribution latitudinale des taxons actuels des trois sous-phylums de brachiopodes : pour les Linguliformea et Craniiformea (A) par espèces ; pour les Rhynchonelliformea (B) par genres. D'après Emig (2016, 2017a).

Notre connaissance de la répartition géographique des brachiopodes le long et au large des côtes françaises est presque exclusivement liée aux résultats de campagnes océanographiques (Álvarez *et al.*, 2016, 2017). En effet, sur le plateau continental, les brachiopodes sont généralement cryptiques, donc peu accessibles depuis la surface, sauf en plongée en scaphandre autonome, d'autant que leur densité est faible et leur taille petite, souvent moins d'un centimètre. En revanche, dans le domaine profond, au-delà du rebord du plateau continental (vers environ 100 m), la diversité des brachiopodes est maximale avec de fortes densités (plusieurs centaines d'individus par m<sup>2</sup>) dans l'étage Bathyal supérieur (Emig, 1985a, 1988, 1989a, 1997a) (Fig. 1-1, 1-2). Les distributions géographique et bathymétriques des brachiopodes, comme pour toutes les espèces, sont en relation directe avec le biotope et donc avec la biocénose à laquelle est inféodée une espèce de brachiopode. Ces biocénoses actuelles et fossiles (thanatocénoses) ont particulièrement bien été étudiées en mer Méditerranée : aussi la taxinomie des brachiopodes ne peut se faire sans les prendre en compte jusque, comme caractère, dans une analyse cladistique. Cette méconnaissance a récemment conduit à des descriptions sujettes à caution (voir Emig, 2014 ; et Appendices A-C).

En mer Méditerranée, la proximité de la pente continentale, souvent à quelques milles de la côte, a facilité la multiplicité des prélèvements en réduisant fortement le temps de parcours. Les données obtenues dans les stations prospectées au cours des campagnes en mer effectuées entre 1976 et 2014 ont été rassemblées dans les chapitres 8 et 9, avec les cartes de répartition des différentes espèces de

brachiopodes. Quelques résultats inédits sont aussi analysés et utilisés pour discuter les limites du système phytal benthique en mer Méditerranée.

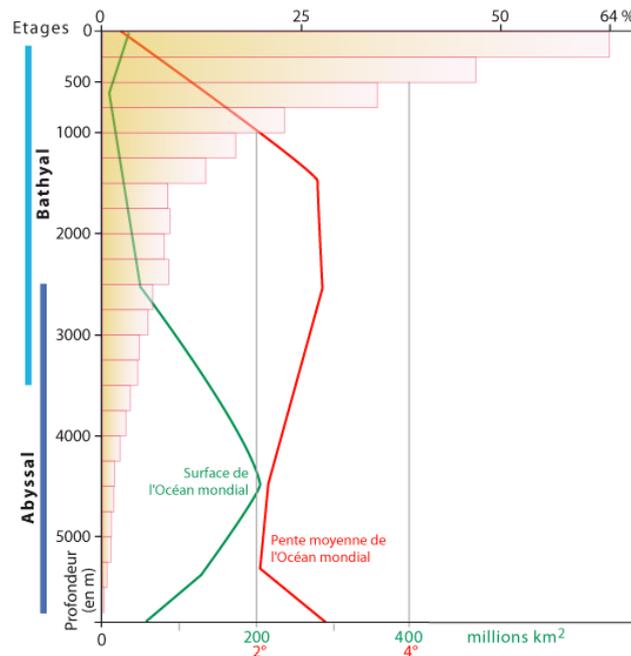


Fig. 1-2. Distribution des brachiopodes actuels en fonction de la profondeur (d'après Emig, 2016). Courbes de la surface et de la pente moyenne de l'Océan Mondial d'après Costello & Chaudhary (2017) : les brachiopodes étant des suspensivores, ils se distribuent principalement dans les zones en pente ou/et à hydrodynamisme depuis le plateau continental jusque dans l'étage Bathyal, selon la topographie locale.

Ce document est principalement technique afin de publier l'ensemble des données récoltées au cours des campagnes en mer et permettre si nécessaire leur utilisation ultérieure ou affiner celles publiées antérieurement par les divers membres de la RCP-CNRS 728 et ceux qui ont bénéficié du matériel récolté. Ce dernier a été déposé dans les collections du Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC, Madrid), du Muséum National d'Histoire naturelle de Paris et de l'Institut de Paléobiologie (PAN Varsovie).

## 2. Matériel et techniques utilisés

### A. Campagnes et navires.

Les travaux dans le cadre de la Recherche Coopérative sur Programme (Centre National de la Recherche Scientifique) RCP-CNRS n° 728 (*Etudes des populations actuelles de brachiopodes; transposition aux formes fossiles*, 1983-1989 ; Directeur C. C. Emig), réunissant des spécialistes français, britanniques, espagnols, italiens, ont été basés sur les résultats obtenus durant les campagnes effectuées au large des côtes provençales et autour de la Corse (Tableau 1, Pl. 1). Dans ce même cadre, deux autres campagnes ont eu lieu : l'une en Ecosse (depuis Oban) avec Gordon Curry (Université de Glasgow) et une en Sicile (au large de Syracuse), organisée par Italo Di Geronimo (Université de Catane) (Di Geronimo, 1987) ; elles ne sont pas traitées ici. Le matériel récolté a donné lieu à nombreuses publications sur des sujets et thématiques divers tant en biologie, écologie et paléontologie.

Tableau 1. Liste des campagnes en mer, dont les résultats sont mentionnés dans le chapitre 8 et les cartes dans le chapitre 9. Abréviations françaises des navires : N/O = navire océanographique ; BISM = bâtiment d'intervention sous la mer ; SMI = sous-marin d'intervention (Pl. 1).

Campagnes	Dates et Navires		Provence
BraProv 0	mars 1983 - N/O Antedon	CNRS	Chapitre 8 : <a href="#">Tableau 3</a> et <a href="#">Tableau 4</a>
BraProv 1	28 février - 2 mars 1985 - N/O Antedon		
BraProv 2	27 janvier 1986 - BISM Triton & SMI Griffon	Marine Nationale	
BraProv 3	11 - 14 décembre 1986 - N/O Antedon	CNRS	
BraProv 4	12 - 16 janvier 1987 - N/O Catherine-Laurence & ROV Modexa		
BraProv 5	4 - 6 mars 1987 - N/O Antedon		
BraProv 6	30 mars - 3 avril 1987 - N/O Catherine-Laurence		
BraProv 7	1 - 5 juin 1987 - N/O Antedon		
BraProv 8	22 octobre 1987 - BISM Triton & SMI Griffon	Marine Nationale	
BraProv 9	16 - 25 novembre 1987 - N/O Korotneff	CNRS	
BraProv 10	13 octobre 1989 - BISM Triton & SMI Griffon	Marine Nationale	
IsoBra	septembre 1996 - N/O Catherine-Laurence	CNRS	Chapitre 8 : <a href="#">Tableau 5</a>
IsoBra	mars 1999 - N/O Catherine-Laurence		
DEPROG	avril 1996 - N/O Europe	IFREMER	Chapitre 8 : <a href="#">Tableau 5</a>
Campagnes	Dates et Navires		Corse
BraCors 1	31 mai - 9 juin 1983 - N/O Catherine-Laurence	CNRS	Chapitre 8 : <a href="#">Tableau 6</a> et <a href="#">Tableau 7</a>
BraCors 2	9 - 15 avril 1984 - N/O Catherine-Laurence		
BraCors 3	2 - 6 juillet 1984 - N/O Catherine-Laurence		
BraCors 4	4 - 8 juillet 1985 - N/O Korotneff		
BraCors 5	4 - 22 novembre 1985 - N/O Catherine-Laurence		
BraCors 6	19 - 23 janvier 1987 - N/O Catherine-Laurence		
BathyMed	7 - 22 novembre 1988 - N/O Catherine-Laurence		Chapitre 8 : <a href="#">Tableau 8</a> et <a href="#">Tableau 9</a>
Meditis 2	mai-juin 2012 - N/O Europe	IFREMER	Chapitre 8 : <a href="#">Tableau 10</a>
Meditis 3	mai-juin 2013 - N/O Europe		
Meditis 4	mai-juin 2014 - N/O Europe		

Les cahiers des stations sont disponibles dans le chapitre 8 et les cartes de répartition géographique et de distribution bathymétrique figurent dans le chapitre 9. D'autres comptages de *Gryphus vitreus* ont eu lieu lors de récentes campagnes CNRS et Ifremer (Tableau 1) : ils ont été ajoutés à nos données.

- Les unités de mesure utilisées sont pour la distance, le mille marin [= 1852 m], et pour la vitesse, le nœud [= 1852/3600 m/s ou 1 mille marin/h]. Ces unités, bien qu'en dehors du Système International d'Unités, sont en usage et inclus dans ce dernier. Elles sont utilisées parce qu'un mille

marin à la surface de la Terre est correspond par une minute de latitude, ce qui est cohérent avec la latitude et la longitude qui sont mesurées en degrés et minutes et seconde – ou 1/10<sup>e</sup> de s.

- Les coordonnées géographiques des stations (latitude, longitude) ont été obtenues en utilisant d'abord le système de positionnement Loran-C, remplacé ensuite par celui par satellite de type Global Navigation Satellite System (dont le GPS) avec une précision au mètre près.

La mise à disposition des cartes bathymétriques précises (à mesures bathymétriques rapprochées) par la Mission Océanographique de Méditerranée (Marine Nationale Française, Toulon) a permis de dresser les profils des radiales et a été d'une grande aide dans la préparation des trois plongées en submersible.

## B. Engins mis en œuvre

Divers engins ont été utilisés selon les nécessités des recherches et des résultats à obtenir (voir aussi Emig, 1983 ; Anastasios, 2013).

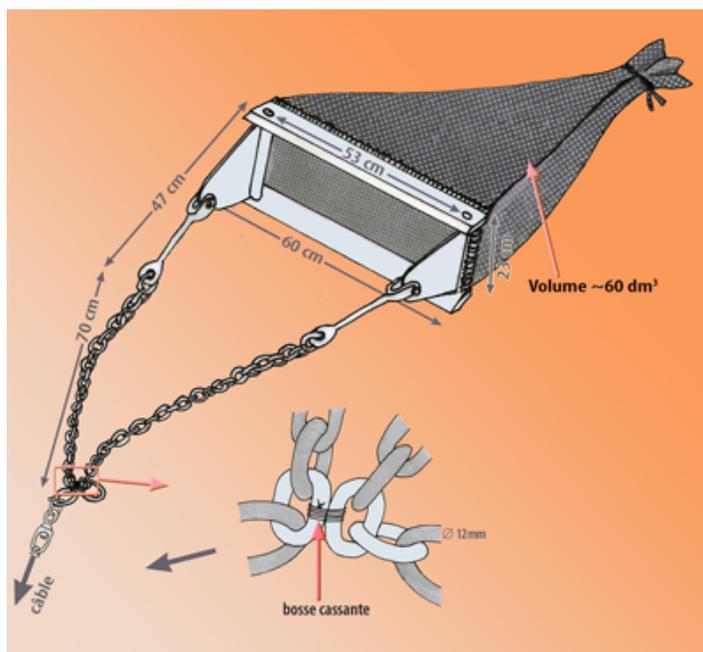
### Drague Charcot-Picard

Elle est l'engin principal et indispensable pour récolter des brachiopodes sur la pente continentale.

Fig. 2-1. Drague Charcot-Picard, avec caleçon.

C'est l'engin parfaitement adapté avec la meilleure efficacité. Il existe deux montages selon les besoins :

- une toile de jute, nommé caleçon, doublé d'un filet épais de protection (Fig. 2-1).
- sans caleçon avec un filet de 10 mm de maille, protégé par un filet épais (fil de 10 mm) à grosse maille (Fig. 2-2).



Bien que d'un usage facile, elle exige néanmoins d'une bonne expérience pour un maximum d'efficacité selon les résultats souhaités dans la récolte de brachiopodes, notamment dans des conditions de fonds accidentés comme le sont fréquemment ceux du Bathyal supérieur méditerranéen, surtout sur des pentes relativement fortes et dans les canyons sous-marins. Aussi, les croches<sup>1</sup> sont fréquentes, alors pour limiter les dégâts ou permettre de remonter la drague en cas de croche sérieuse, l'engin est équipé d'une bosse cassante (Fig. 2-1) ; elles obligent parfois au ramendage ou même à la réparation de la structure métallique de la drague.

Draguer à grandes profondeurs, sur des pentes souvent rocheuses, demande de bien estimer les conditions du fond, notamment le substrat, la pente, le courant, ce qui peut aussi avoir des conséquences sur la sécurité du navire et des matelots et scientifiques au travail sur le pont (Emig, 1983, 1987). On peut citer comme exemple : la longueur du câble varie entre 2 et 3 fois la profondeur et elle dépend du traict en remontant la pente ou le long d'un isobathe, du vent en surface, de l'interprétation des données du sondeur, du substrat, etc. Avec une bonne habitude le toucher du câble renseigne sur le travail de la drague au fond et aussi pour adapter la vitesse du navire (de l'ordre de 1-1,5 nœuds) pour un maximum d'efficacité.

<sup>1</sup> Terme de pêcheur. Obstacle naturel immergé dans lequel se prend le filet ou l'engin (chalut, drague).



Fig. 2-2. Retour sur le pont d'une drague Charcot-Picard sans caleçon (Photos extraites d'une vidéo).

Draguer à grandes profondeurs, sur des pentes souvent rocheuses, demande de bien estimer les conditions du fond, notamment le substrat, la pente, le courant, ce qui peut aussi avoir des conséquences sur la sécurité du navire et des matelots et scientifiques au travail sur le pont (Emig, 1983, 1987). On peut citer comme exemple : la longueur du câble varie entre 2 et 3 fois la profondeur et elle dépend du traict en remontant la pente ou le long d'un isobathe, du vent en surface, de l'interprétation des données du sondeur, du substrat, etc. Avec une bonne habitude le toucher du câble renseigne sur le travail de la drague au fond et aussi pour adapter la vitesse du navire (de l'ordre de 1-1,5 nœuds) pour un maximum d'efficacité.

#### Petit chalut à perche (2 m de large)

Ce chalut n'a été utilisé qu'occasionnellement, car fragile (Fig. 2-3), il nécessite de fond meuble homogène sans grandes aspérités, ce qui est rare dans le bathyal supérieur des côtes provençal et corses. Il ressemble au gangui provençal à armature fixe, qui était utilisé à faible profondeur par les pêcheurs (un usage aujourd'hui pratiquement interdit pour les dégâts occasionnés dans les herbiers – soumis à dérogation).

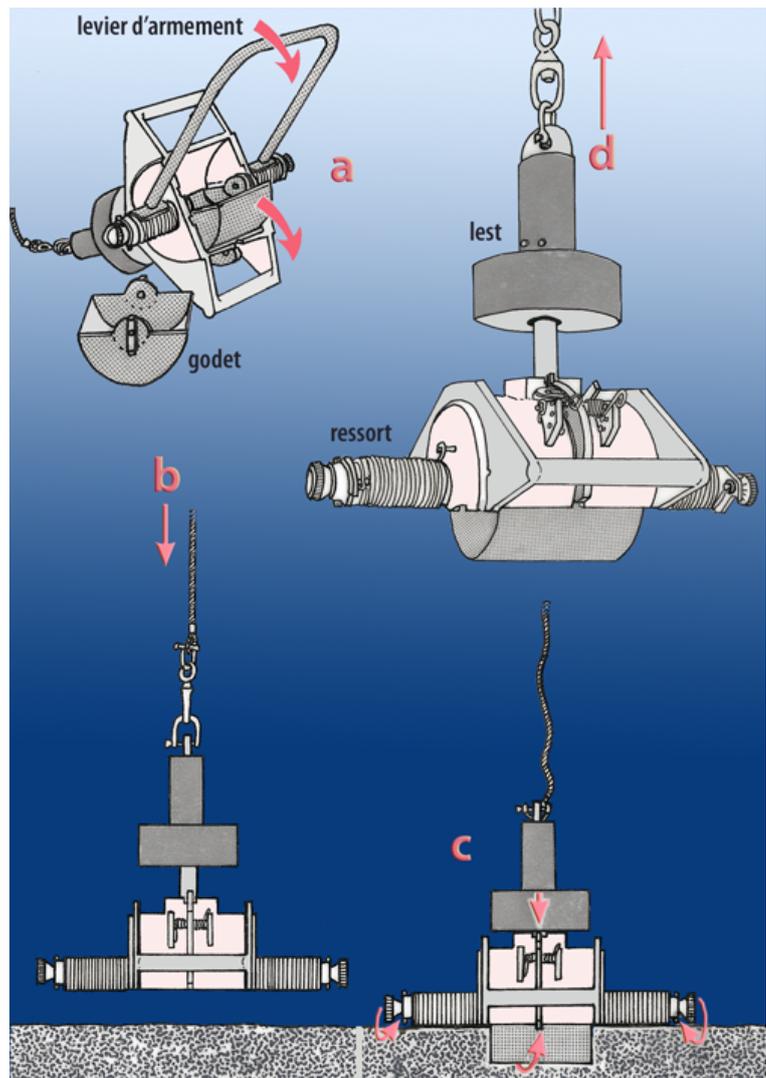


Fig. 2-3. Petit chalut à perche – à gauche : sa mise à l'eau ; à droite : le nœud de raban-de-sac.

### Benne Shipeck

Cette benne a été choisie pour faire les prélèvements de sédiments meubles pour l'étude de leur granulométrie, ainsi que de la méiofaune. En anglais, elle est nommée Shipeck sediment sampler (Fig. 2-4). Le godet d'une dimension d'environ 20,5 x 20 cm pivote de 180° en touchant le fond et réalise ainsi le prélèvement. Sa mise à l'eau demande de l'attention pour ne pas déclencher prématurément la rotation.

Fig. 2-4. Benne Shipeck et sa mise en œuvre.



### Modexa (véhicule sous-marin téléguidé)

Ce ROV (Remotely Operated Vehicle ; Pl. 1) était un prototype apparu à l'époque des créations et mises au point de ce nouveau type de véhicule sous-marin, dont le but était de remplacer les submersibles sous-marins. Car ces derniers nécessitent des moyens lourds, tant techniques que financiers, dans leur mise en œuvre et donc ne sont pas facilement disponibles. Néanmoins, si un ROV est aujourd'hui d'une utilisation aisée et peu onéreuse, rien ne remplace une plongée humaine pour des observations *in situ*. Cette remarque a été déjà faite début des années 1960 avec les premières observations et prélèvements scientifiques en plongée en scaphandre autonome (Emig, 1966).

### Luge épibenthique.



Fig. 2-5. Luge épibenthique en cours de recueillement du prélèvement (à gauche) et prête pour la prochaine mise à l'eau.

La luge utilisée (Fig. 2-5), dérivée de celle d'Ockelmann, a été mise au point par Ledoyer (1987) pour la faune vagile épibenthique, notamment les crustacés (cumacés, amphipodes...).

#### Submersible sous-marin

Les plongées avec le submersible SMS Griffon, à partir du navire support BSM Triton (Pl. 1), étaient inscrites dans le cadre des aides à la recherche scientifique par la Marine Nationale française, à partir du port d'attache de Toulon. Les observations, faites lors des trois plongées effectuées en Provence (Tableau 1), se sont révélées primordiales dans l'étude de l'écologie et de la distribution des brachiopodes du Bathyal. En outre, chaque radiale (voir chapitres 8 et 9) avait été précédée par une intensive campagne de prélèvements, puis suivie par une autre pour échantillonner les zones observées lors des plongées.

#### Nota

Les engins utilisés ne permettent que des prélèvements qualitatifs sans donner la densité par m<sup>2</sup>. C'est dans les stations prospectées en submersible, où des mesures de densité de *Gryphus vitreus* ont été effectuées visuellement, que les traicts avec la drague Charcot-Picard ont été étalonnés pour obtenir une extrapolation en fonction du nombre d'individus récoltés : chaque dragage se faisant à la même vitesse constante du navire pour une même durée de travail au fond (le toucher du câble renseigne parfaitement de l'arrivée sur le fond). En outre, lors de tous les dragages, le travail de l'engin au fond est très fréquemment contrôlé avec une main sur le câble de traction.



N/O **Alciope** (Marseille)



N/O **Korotneff** (Villefranche s/mer)



N/O **Catherine-Laurence** (Villefranche s/mer)



BSM **Triton** (Toulon), navire support du SMS Griffon



N/O **Antedon** (Marseille)



ROV **Modexa** (Marseille)



SMS **Griffon** (Toulon)

Planche 1. Principaux navires océanographiques utilisés au cours des campagnes en Provence et en Corse.

### 3. Histoire des échanges dans le domaine profond méditerranéen

Le rebord du plateau continental constitue une limite, séparant le domaine néritique du domaine profond, aussi importante que la ligne côtière. Ce rebord est défini par des caractéristiques à la fois géologiques, physico-chimiques et biologiques (Emig, 1997a). Le domaine profond est divisé en trois étages, dont l'extension et l'importance en mer Méditerranée diffèrent de ceux dans l'Océan Mondial (Fig. 3-1).

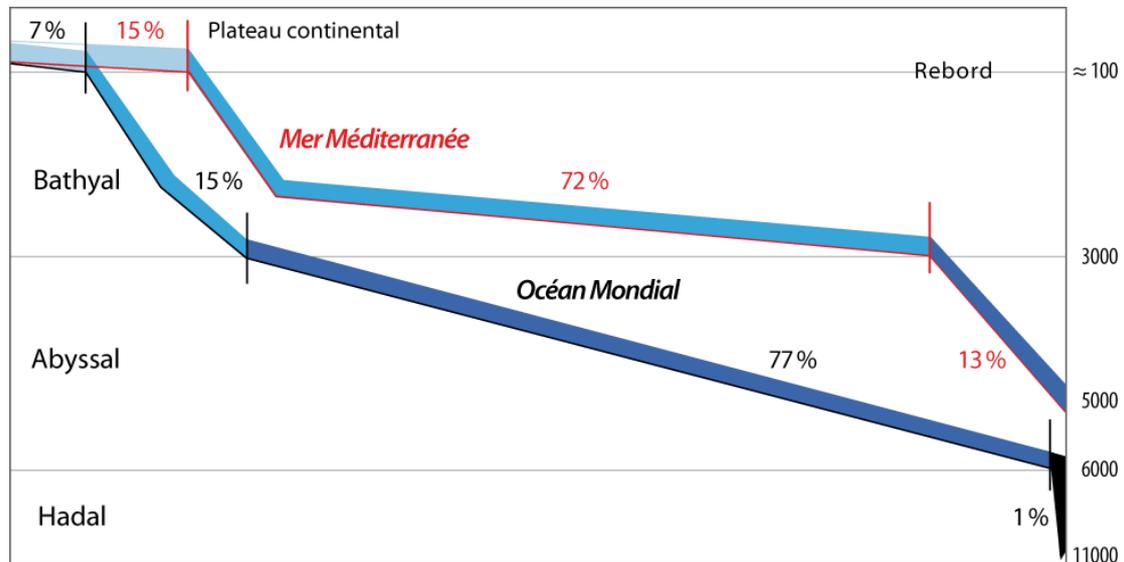


Fig. 3-1. Comparaison de l'extension, en pourcentage, des étages dans l'Océan Mondial et en mer Méditerranée qui ne représente que 0,82 % de la superficie totale de l'Océan Mondial et 0,35 % de son volume. Le rebord du plateau continental (dont la profondeur est variable selon l'océan ou la mer pris en considération) marque la frontière entre les domaines néritique (plateau continental) et profond : il se situe vers cent, cent dix mètres en mer Méditerranée. À noter que la profondeur de deux cents mètres est une limite exclusivement économique et non scientifique, et ce n'est que dans ce contexte qu'elle devrait être mentionnée.

Le domaine profond méditerranéen reste mal connu, probablement parce que le benthos profond est caractérisé par une absence d'originalité et une pauvreté, dont les raisons sont à rechercher dans l'histoire récente de la faune (Di Geronimo, 1990 ; Laubier & Emig, 1993 ; Taviani, 2002 ; Emig & Geistdoerfer, 2004, 2008). Trois principaux types d'échanges en sont à l'origine :

- les échanges historiques à travers les changements de faunes depuis le Pliocène et durant les fluctuations climatiques avec des successions de périodes glaciaires et interglaciaires (Fig. 3-2, 3-3) ;
- les échanges bathymétriques au sein des étages bathyal et abyssal soumis à des conditions très particulières (homothermie, relative oligotrophie, barrière du seuil de Gibraltar, circulation des masses d'eaux); plus profonde est l'extension des espèces en mer Méditerranée et plus large est leur distribution hors Méditerranée (Fig. 3-4) ;
- les échanges géographiques avec des affinités étroites entre les bassins occidentaux et orientaux de la mer Méditerranée et entre cette dernière et le proche océan Atlantique. Le cas des espèces endémiques reste un problème biogéographique. En général, les espèces ont toujours une distribution plus profonde en allant vers l'est et leur taille devient plus petite.

Ces échanges sont tous directement soumis aux caractéristiques du domaine profond méditerranéen, principalement à l'homothermie (de l'ordre de 13°-13,5°C dans le bassin occidental et 14°-15°C dans le bassin oriental), à une forte salinité (environ 38 à 38,5 psu<sup>2</sup>), à la stratification des couches d'eaux et à leur circulation barotropique, aux courants dans les détroits (Gibraltar et Siculo-tunisien) (Fig. 3-3).

<sup>2</sup> Selon les conventions internationales (UNESCO, 1985), les valeurs de salinité n'ont pas d'unité propre, les données sont exprimées en psu (= practical salinity unit).

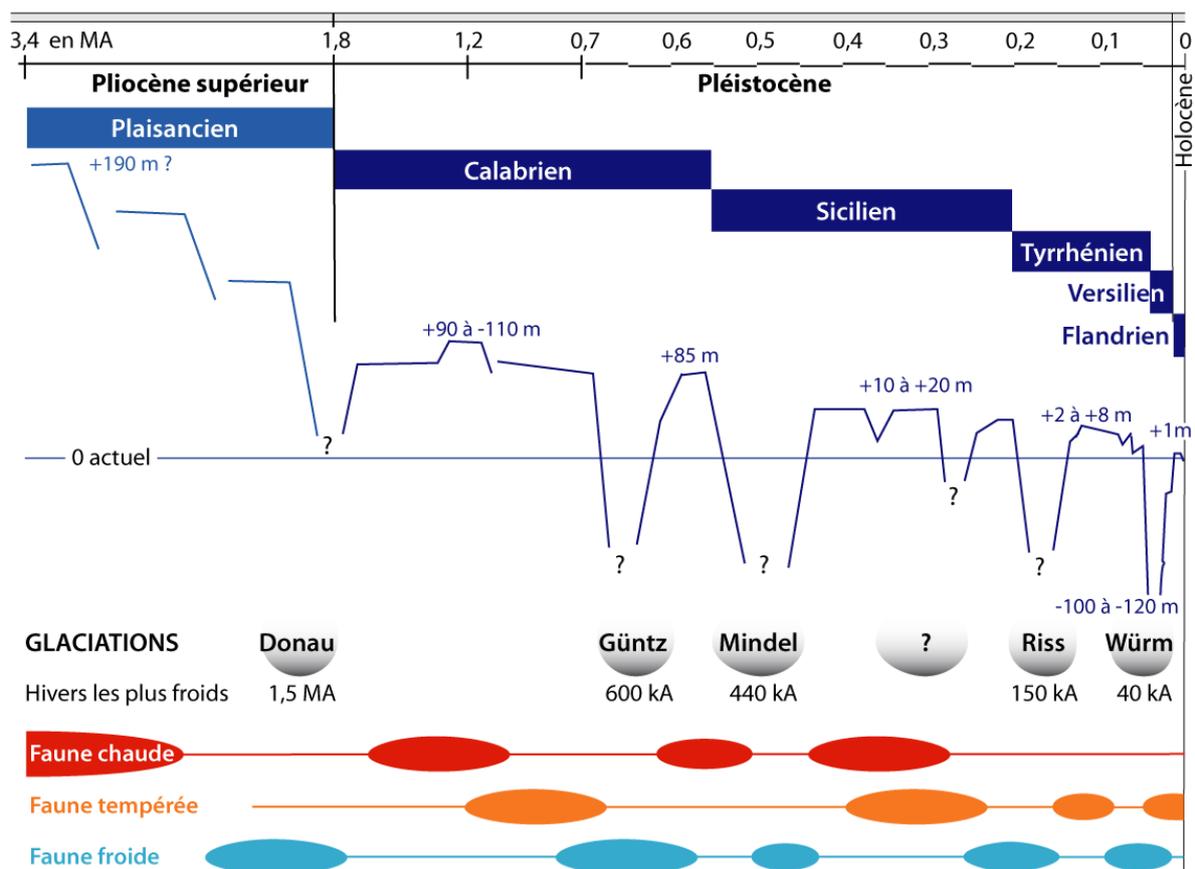


Fig. 3-2. Principales phases de succession des faunes en mer Méditerranée depuis le Pliocène durant les diverses périodes glaciaires et interglaciaires (marquées par les variations du niveau de la mer) (modifié, d'après Laubier & Emig, 1993). Le nombre réel de glaciations au cours du Pléistocène reste à compléter, car il est possible qu'il y ait une ou deux autres glaciations entre celles de Mindel et de Riss.

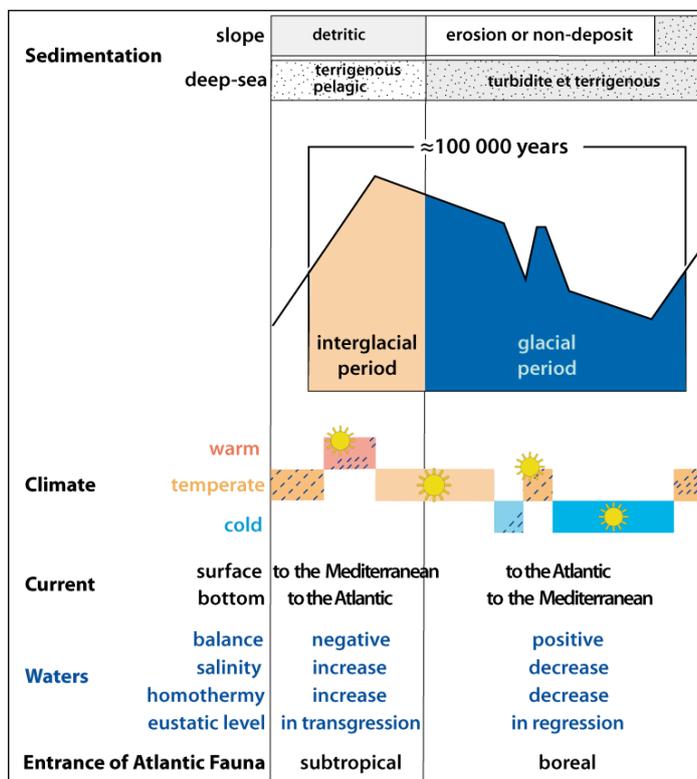


Fig. 3-3. Résumé des principales caractéristiques d'une glaciation quaternaire durant les périodes glaciaire et interglaciaire, en mer Méditerranée.

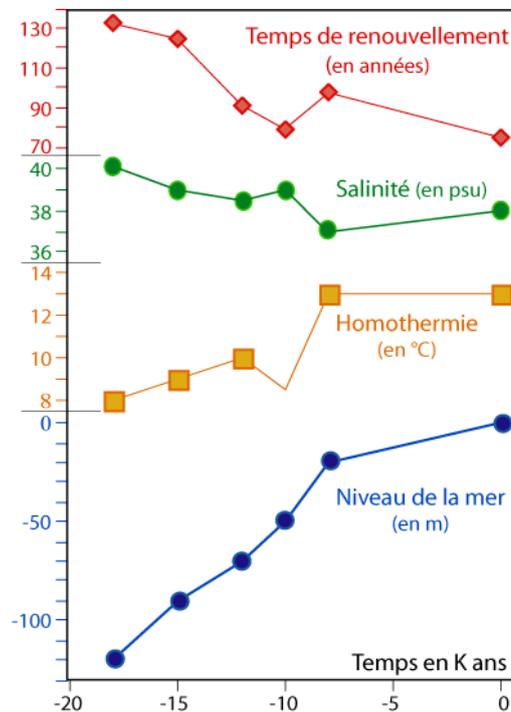


Fig. 3-4. Évolution paléo-océanographique des eaux du Bassin occidental de la Méditerranée depuis la dernière glaciation de Würm (d'après Poutiers, 1987).

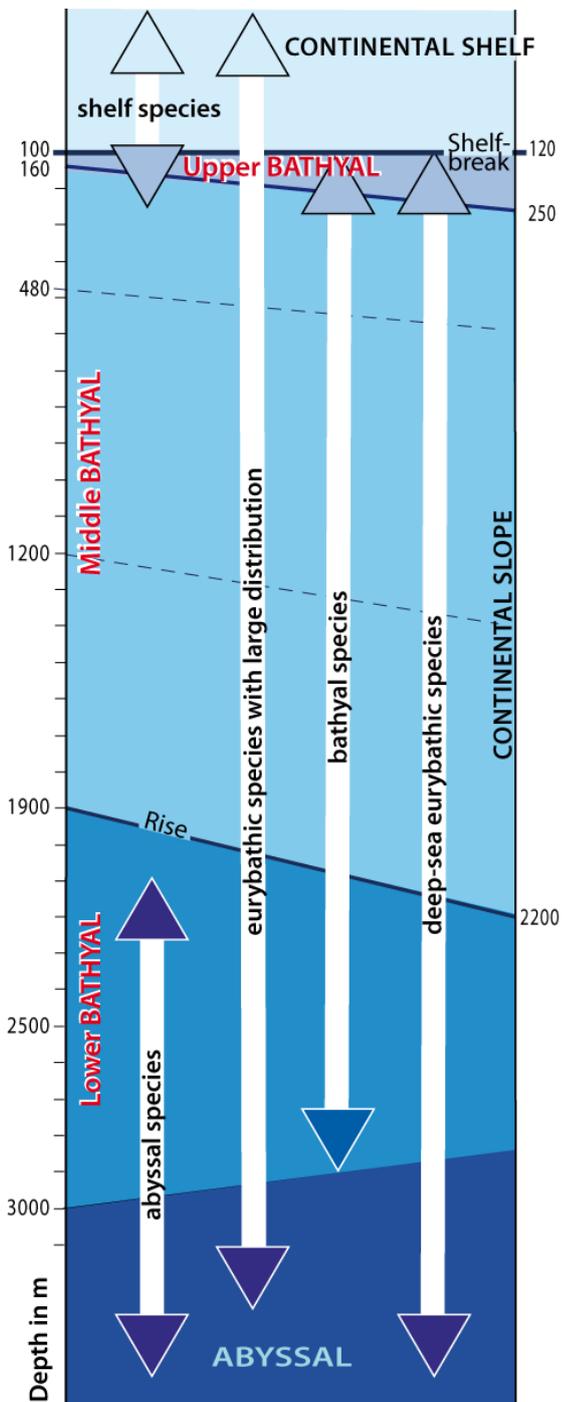


Fig. 3-5. Répartition bathymétrique des diverses catégories d'espèces (modifiée, d'après Carpine, 1970 ; Reyss, 1970) avec les limites de l'étage Bathyal (et de ses sous-étages (en trait pointillé les sous-limites dans le Bathyal moyen) et leurs variations.

L'histoire océanographique de la mer Méditerranée a fait l'objet de nombreuses publications et de débats parfois contradictoires, notamment au sujet de la crise de salinité au Messinien. Les principales étapes de cette histoire ont été résumés par Laubier & Emig (1993), Emig & Geistdoerfer (2004, 2008).

La Méditerranée profonde actuelle apparaît comme une mer beaucoup plus jeune qu'aucune autre partie de l'Océan Mondial profond. Sa faune est principalement composée de groupes anciens (primitifs ?) au sein des embranchements, tandis qu'une fraction plus réduite comprend les types les plus spécialisés de leur groupe. C'est au niveau du rebord du plateau continental, agissant comme une frontière vers cent à cent dix mètres de profondeur, que se produit un important changement faunistique (Fig. 3-5, et 4-1, 4-2).

Dans la distribution verticale du benthos profond méditerranéen, l'homothermie profonde est le facteur le plus important : il n'y a pas de variations de température pour limiter, en profondeur, la faune à divers niveaux comme dans l'océan Atlantique. Beaucoup d'espèces ne sont eurybathes en mer Méditerranée que parce qu'elles sont eurythermes ou sténothermes chaudes. Aussi, les limites de distribution sont régies par d'autres facteurs, tels que salinité, granulométrie, pression, nourriture disponible, hydrodynamisme. Et, cette variété de conditions locales conduit à un étage bathyal plus hétérogène que celui de l'océan Atlantique (Laubier & Emig, 1993 ; Emig, 1997a ; Emig & Geistdoerfer, 2004, 2008) (Fig. 3-5) ; ceci est lié à une distribution principalement en ceinture selon des isobathes.

Cette mer est un important centre d'évolution avec de futures spéciations et la création de nouvelles espèces endémiques à cause de ses particularités physiques à forts gradients.

## 4. Définition de l'étage Bathyal supérieur

La limite supérieure de l'étage Bathyal se situe au niveau du rebord du plateau continental : elle est définie non seulement par des caractéristiques morpho-géologiques, mais aussi physiques et biologiques des masses d'eau, du benthos et du pelagos (Fig. 4-1, 4-2). Malgré son importance primordiale, ce rebord étant une véritable frontière en raison des forts gradients qui s'y produisent, son environnement reste peu connu, car il se situe entre deux zones d'intérêt distinctes, l'environnement côtier et le domaine profond (Fig. 4-2) : il est comparable à la limite domaine marin – domaine terrestre. Il n'est donc pas surprenant que la transition du plateau au talus soit restée un « no man's land » biologique et physique (Vanney & Stanley, 1983 ; Vanney & Genesseeux, 1988 ; Emig, 1997a).

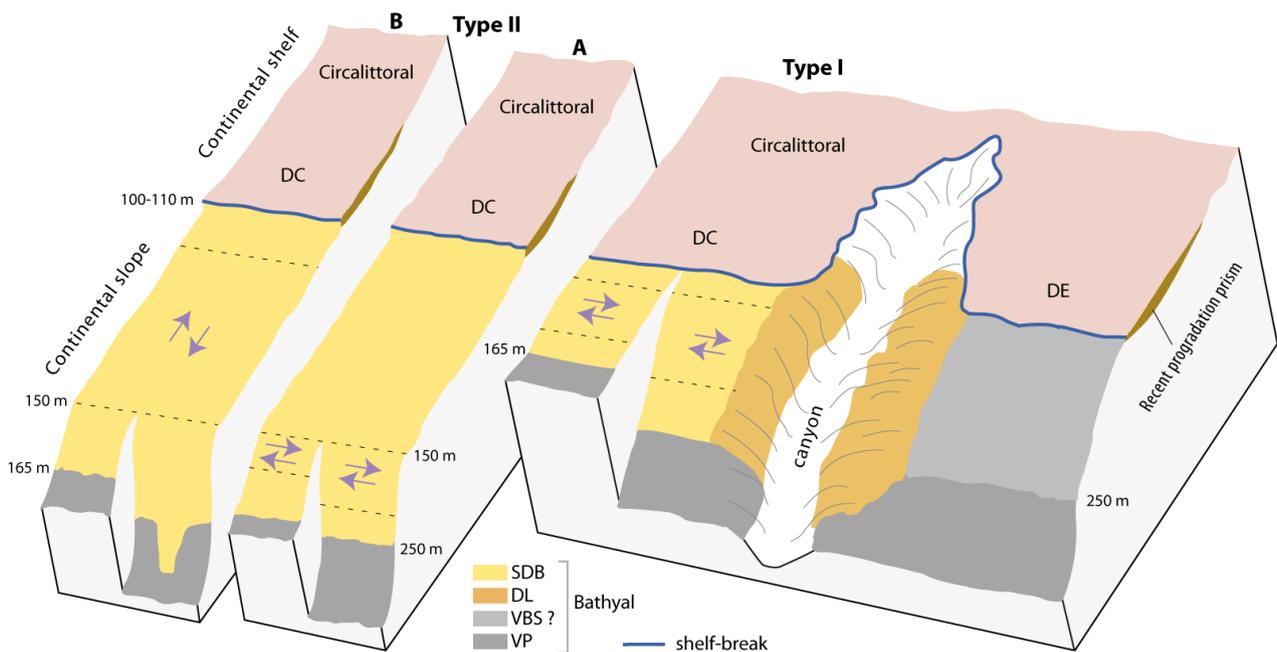


Fig. 4-1. Bloc-diagramme des deux grands types de profil (I et II) de la zone supérieure de l'étage Bathyal, avec la distribution des biocénoses, en fonction de la pente et de la profondeur (d'après Emig, 1997a). Les flèches indiquent le sens des courants de fond dans les zones (entre pointillés) à densité maximale des brachiopodes où les courants sont les plus intenses – voir aussi Fig. 4-3. Biocénoses bathyales (voir aussi Fig. 4-2) : SDB = b. des Sables Détritiques Bathyaux ; DL = b. du Détritique du Large ; VBS = b. de la Vase Bathyale Supérieure ; VP = b. de la Vase Profonde. Biocénoses circalittorales : DC = b. du Détritique Côtier ; DE = b. du Détritique Envasé.

### A. Caractéristiques morpho-géologiques

La morphologie de la zone du Bathyal supérieur, généralement des substrats meubles présente deux types principaux de profils (Fig. 4-1) sur lesquels la rupture de pente se produit à 100 à 120 m. Cependant, sur le profil de type II, on considérait généralement que la rupture du plateau continental se situait vers 150 m de profondeur, ce qui, en fait, correspond au rebord d'une grande terrasse bathyale ; car la véritable limite continentale, souvent manquée, se situe vers le rivage et correspond au rebord d'un court décliné d'environ 5 à 20 m (Fig. 4-1) (Emig, 1989a, 1989b, 1997a ; Savoye & Piper, 1993).

La limite inférieure de la zone bathyale supérieure est marquée par la « mud-line » suite à un changement brusque des conditions environnementales (Blake & Doyle, 1983) et sert de marqueur de niveau énergétique (Stanley *et al.*, 1983 ; Emig, 1997a). Généralement située entre 160 et 300 m de profondeur selon le profil de la pente (Fig. 4-1, 4-2, 4-3), dont la morphologie régit l'influence des facteurs abiotiques dominants, on peut résumer par plus la pente est faible, moins la *mud-line* est

profonde (Emig, 1989a, 1989b). Ainsi, se confirme que les limites de l'étagement benthique ne peuvent être définies par la seule bathymétrie, mais selon un ensemble de facteurs.

L'empreinte récente, depuis la dernière élévation du niveau de la mer (glaciation de Würm  $\approx$  17 000 ans), apparaît clairement dans le Bathyal supérieur : le rebord de la plateforme continentale se situe à la limite extérieure des dépôts formant un prisme progradant (Fig. 4-1). Le bord du plateau est en équilibre avec les conditions environnementales actuelles ; sa progradation durant l'Holocène tardif a été négligeable et sa profondeur coïncide avec un niveau « d'équilibre de déposition » (Mougenot *et al.*, 1983 ; Monaco *et al.*, 1990 ; Courp & Monaco, 1990 ; Savoye & Piper, 1993). L'absence relative de sédiments récents dans le Bathyal supérieur montre que les sédiments sont principalement des sédiments résiduels (Würmien) retravaillés avec des thanatocœnoses quaternaires visibles par submersibles et généralement situées entre 180 et 200 m de profondeur (Gautier & Picard, 1957 ; Blanc, 1968 ; Emig & Arnaud, 1988 ; Emig & García-Carrascosa, 1991 ; Emig, 1997a).

## B. Caractéristiques physiques

La zone bathyale supérieure est un secteur à haute énergie caractérisé par des variations de gradient des facteurs abiotiques dominants, à savoir hydrodynamique, salinité, température, oxygène, sédiments (Fig. 4-2). Dans tout le bassin nord-ouest, il existe un courant principal, le courant liguro-provençal-catalan, qui suit la rupture du plateau continental et coïncide avec un front de densité de plateau/pente permanent ; ce flux est intensifié par les vents dominants et sépare les masses d'eaux continentales du plateau de celles profondes du talus continental (Salat & Font, 1987 ; Millot, 1987 ; Wang *et al.*, 1988 ; Emig, 1989b ; Monaco *et al.*, 1990 ; Font, 1990 ; Emig & García-Carrascosa, 1991 ; Huthnance, 1992).

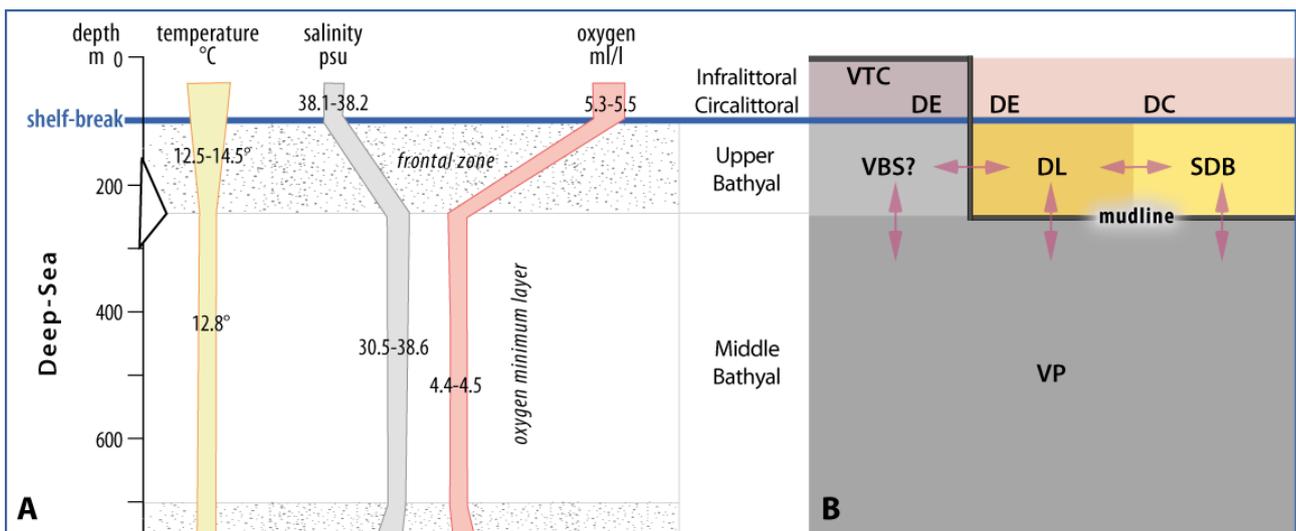


Fig. 4-2. A. Diagramme des différents paramètres de la colonne d'eau dans l'étage Bathyal (d'après Emig, 1997a). B. Distribution des biocœnoses circalittorales et bathyales le long du talus continental avec les limites et les relations de la faune benthique. Biocœnoses : DC - du Détritique Côtier, DE - du Détritique Envasé, DL - du Détritique du Large, SDB - des Sables Détritiques Bathyaux, VBS - de la Vases Bathyales Supérieures, VP - de la Vase Profonde, VTC - de la Vase Terrigène Côtière.

Le courant proche du fond, faible ou absent sur la partie inférieure du plateau continental, augmente en plusieurs dizaines de mètres dès le rebord du plateau ; son extension bathymétrique, sa vitesse et sa direction sont directement liées à la physiographie de la pente (Fig. 4-1). La vitesse montre un gradient vertical et varie d'environ 0,5 à 2 nœuds ou plus, parfois responsable de grandes rides ou ondulations sur les fonds (Emig, 1987). Par conséquent, la sédimentation est absente ou faible dans le Bathyal supérieur, qui semble être une zone de remise en suspension avec une accumulation mineure de particules et dans laquelle la faune se caractérise par de fortes densités de suspensivores. À la limite inférieure de cette zone, la vitesse du courant de fond s'arrête sur plusieurs dizaines de mètres tandis que le substrat devient vaseux (Emig, 1997a) : c'est la *mudline* (Fig. 4-1 à 4-3).

La colonne d'eau surmontant le Bathyal supérieur dans le nord-ouest de la mer Méditerranée est caractérisée par plusieurs gradients (Fig. 4-2) : faible variation annuelle de la température (environ 2°C) qui devient constante (homothermie profonde) au-delà d'environ 200 m de profondeur, augmentation de la salinité et forte diminution de l'oxygène dont la teneur est cependant supérieure à la consommation biologique. Dès la limite inférieure de la structure frontale, les propriétés hydrologiques changent fortement (Huang & Su, 1991), notamment par la couche d'oxygène minimum liée à la masse d'eau intermédiaire levantine, un maximum de salinité et une homothermie (Fig. 4-2). Le rapport C/N dans les sédiments diminue de 12 à 10 (Carpine, 1970 ; Emig, 1997a).

### C. Caractéristiques biologiques

L'étage Circalittoral s'étend jusqu'à la limite inférieure des algues multicellulaires (Pérès & Picard, 1964 ; Picard, 1971 ; Bellan-Santini *et al.*, 1994) : à partir d'observations submersibles sur la biocénose du Détritique Côtière (DC), les algues rouges calcaires ne dépassent pas le seuil et, après une courte période transitoire de à quelques dizaines de mètres, débute la biocénose des Sables Détritiques Bathyaux (SDB) débute, ou sur les flancs des canyons sous-marins, la biocénose du Détritique du Large (DL) (Fig. 4-1, 4-3). La DL a été traditionnellement considérée comme une biocénose circalittorale, parfois confondue avec la SDB, mais les deux appartiennent sans aucun doute au Bathyal supérieur (Laubier & Emig, 1993). Le bord du plateau continental correspond à la limite supérieure de la distribution d'au moins deux espèces bathyales supérieures exclusives, le brachiopode *Gryphus vitreus* dans la SDB et le crinoïde *Leptometra phalangium* (Müller, 1841) dans la DL, tandis que la *mudline* marque la limite de leur extension en profondeur.

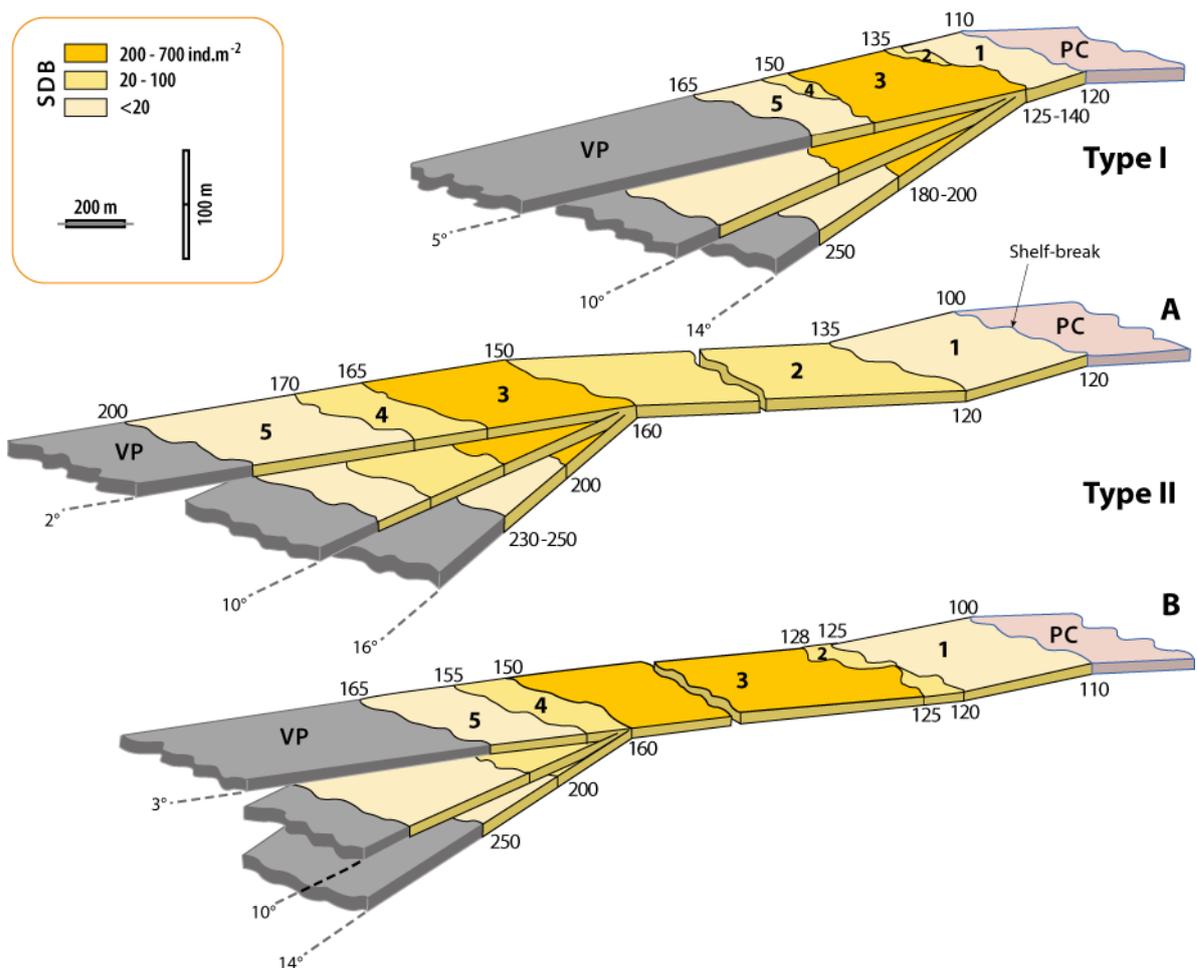


Fig. 4-3. Zones de densité (1-5) de *Gryphus vitreus* selon les deux types de profil (I et II) rencontrés lors des campagnes en mer. PC : plateau continental (Circalittoral); VP: biocénose de la Vase Profonde; SDB: biocénose des Sables Détritiques Bathyaux (d'après Emig, 1989b).

Le substrat de la SDB est un sédiment sableux fin à grossier bien trié, colmaté par une fraction fine pouvant atteindre 60% et contenant une grande proportion détritique de petits substrats durs d'origine endogène (fragments de coquilles de mollusques et de brachiopodes, d'éponges, de bryozoaires, de coraux) et des graviers, des cailloux ; cette fraction détritique est une caractéristique de la SDB (Falconetti, 1980 ; Emig, 1989a, 1989b).

Le substrat de la DL est une vase sableuse (gravier, sable, vase) (Picard, 1965; Emig, données non publiées).

La faune benthique de ces biocénoses a été décrite par Pérès & Picard (1964), Picard (1965), Falconetti (1980), Pérès (1982, 1985) et récemment par Grinyó *et al.* (2018).

L'étage Bathyal affleure dans des gisements fossiles en Italie, notamment en Calabre et en Sicile ; ils ont été décrits par divers auteurs, mais nous ne retiendrons ici que quelques travaux concernant en même temps des brachiopodes : Seguenza (1871), Di Geronimo (1979, 1984, 1987), Barrier (1984), Gaetani & Saccà (1984), Saccà (1986, 1992), Taviani (2002), Taddei & Taddei (2006), Ruggiero & Raia (2010).

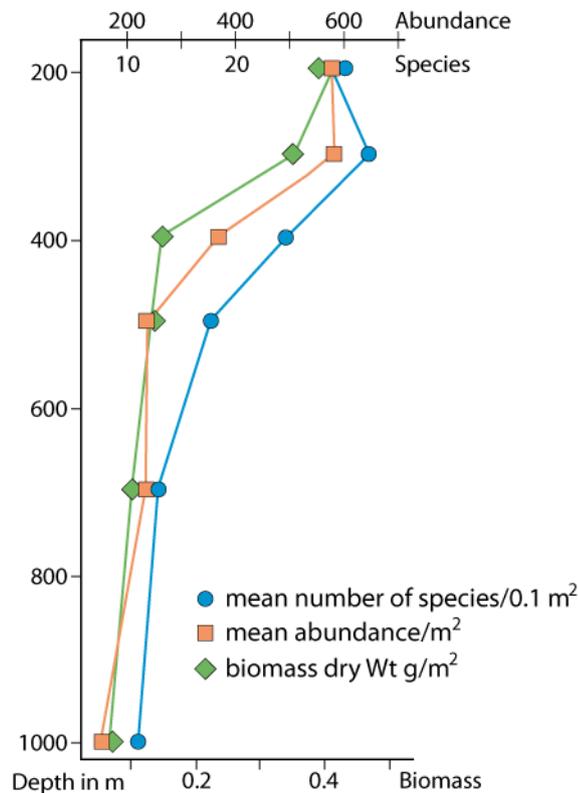


Fig. 4-4. Richesse spécifique, abondance et biomasse de la macrofaune le long d'une radiale sur la pente continentale en Crète (d'après Tselepidis & Eleftheriou, 1992).

Sur substrats vaseux (Fig. 4-2B, 4-4, 4-5), la transition entre les biocénoses circalittorales du Détritique envasé (DE) et de la Vase Terrigène Côtière (VTC) et celles de l'étage Bathyal, pourrait se faire par la biocénose de la Vase Bathyale Supérieure (VBS) qui reste néanmoins hypothétique en raison du manque d'investigations. Cependant, d'après les données de Guille (1970), Picard (1971), Salen-Picard (1982), Albertelli *et al.* (1991) et Albertelli & Fraschetti (1992), il existe bien un changement faunistique au niveau du rebord du plateau avec l'apparition d'espèces dominantes (Fig. 4-4), en particulier l'ophiuride *Amphiura filiformis* (Müller, 1776), atteignant 8-34% de la faune selon Salen-Picard (1982) et Albertelli *et al.* (1991), et le polychète *Maldane glebifex* Grube, 1860, tandis que les espèces caractéristiques des biocénoses circalittorales DE et VTC sont absentes dans le Bathyal supérieur ; certaines espèces peuvent y atteindre des densités élevées dans certaines régions, comme l'échinoderme *Brissopsis lyrifera* Forbes, 1841, le pennatulaire *Funicula quadrangularis* (Pallas, 1766), l'éponge *Thenea muricata* (Bowerbank, 1858).

Rappelons pour clore ce chapitre que les caractéristiques biologiques ne sont qu'un des aspects permettant de définir une biocénose<sup>3</sup>, l'autre étant le biotope<sup>4</sup> dont les facteurs abiotiques sont aussi régis par la géomorphologie (et physiographie). Il est donc nécessaire de prendre en considération les données de l'océanographie physique, chimique et géologique, incluant la géomorphologie, ce que les océanographes biologiques ont trop souvent négligé, voire ignoré. Car ce n'est qu'avec des résultats pluridisciplinaires concomitants que l'étagement benthique peut ou doit être défini. En outre, quand on entre dans le domaine profond, il est primordial de situer avec précision sa limite supérieure, donc le « vrai » rebord du plateau continental. La méconnaissance de cette limite et de la zone sous-jacente

<sup>3</sup> **Biocénose** : ensemble des **populations** liées par une dépendance réciproque et se maintenant de manière permanente et se reproduisant dans un **biotope** (voir Arnaud & Emig, 1987).

**Population** : ensemble d'individus d'une même espèce vivant en un même lieu.

<sup>4</sup> **Biotope** : espace de vie d'une biocénose, défini et délimité par la constance relative de ses facteurs abiotiques ou la prévisibilité de ses fluctuations.

avec ses caractéristiques à fort gradient avait conduit certains auteurs, à considérer le Bathyal supérieur comme une zone de transition (Ercegovic, 1957 ; voir chapitre 7). L'analyse des résultats obtenus dans cette zone demande un échantillonnage précis, car le passage au domaine profond depuis le plateau peut se faire en seulement quelques dizaines de mètres. Pour les brachiopodes (Emig, 1988, 2016, 2017a), comme pour d'autres suspensivores, l'hydrodynamisme dans le Bathyal supérieur est particulièrement propice à une distribution à forte densité.

#### Evolution de la présence des brachiopodes dans les biocénoses

C'est vers la fin du Pliocène que s'opèrent progressivement quelques changements au sein des brachiopodes.

Pliocène		Pleistocène- Holocène	
DC - DE - VTC	DC - C <i>Megerlia eusticta</i> <i>Aphelesia bipartata</i> <i>Terebratula terebratula</i> 1	DC - C <i>Megerlia truncata</i> <i>Megathiris detruncata</i> <i>Argyrotheca cuneata</i> <i>Joania cordata</i> <i>Novocrania anomala</i> <i>Terebratulina retusa</i>	DC - C <i>Megerlia truncata</i> <i>Megathiris detruncata</i> <i>Argyrotheca cuneata</i> <i>Joania cordata</i> <i>Novocrania anomala</i> <i>Terebratulina retusa</i>
	<i>Aphelesia bipartata</i>	<i>Megerlia truncata</i> <i>Megathiris detruncata</i> <i>Novocrania anomala</i> <i>Terebratulina retusa</i>  <i>Gryphus vitreus</i> 2 <i>Stenosarina sphenoidea</i> 3 <i>Terebratula scillae</i> <i>Dallina septigera</i> <i>Fallax</i>	<i>Megerlia truncata</i> <i>Megathiris detruncata</i> <i>Novocrania anomala</i> <i>Terebratulina retusa</i>  <i>Gryphus vitreus</i>

Circalittoral  
Shelfbreak  
Bathyal

Fig. 4-5. Présence des brachiopodes dans les biocénoses des étages Circalittoral (plateau continental) et Bathyal, du Pliocène à nos jours, dans le Bassin Occidental Méditerranéen. 1.- Synonyme : *Terebratula calabra* Seguenza, 1871 ; 2.- Incluant *G. minor* Philippi, 1836 ; 3.- *Stenosarina sphenoidea* (Philippi, 1844) (= former *Stenosarina davidsoni* Logan, 1998) - voir Emig (2017a). Abréviations des biocénoses méditerranéennes : DC = Détritique Côtier ; DE = Détritique Envasé ; VTC = Vase Terrigène Côtière ; C = Coralligène. Les espèces fossiles sont celles citées dans des travaux de paléocéologie, alors qu'il existe une longue liste de variétés et d'espèces pouvant leur être référables dans les travaux de systématique (voir Appendice B).

## 5. Les espèces de brachiopodes du Bathyal méditerranéen français

En mer Méditerranée, avec la création de stations marines universitaires à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, la proximité de la pente continentale par rapport à la côte a facilité les dragages profonds à partir du Laboratoire Arago<sup>5</sup> (Banyuls), de la Station Marine d'Endoume<sup>6</sup> (Marseille), de la Station Biologique de Villefranche-sur-mer<sup>7</sup> et du Musée Océanographique de Monaco<sup>8</sup> (Fig. 5-1, 5-2), ainsi que les plongées en submersible sur les fonds à brachiopodes depuis Toulon<sup>9</sup>. À l'exception du Golfe du Lion, la largeur du plateau continental se situe entre quelques centaines de mètres et quelques milles marins, alors que la limite des eaux territoriales est de 12 milles en mer Méditerranée, au-delà ce sont les eaux internationales. Depuis plus de deux siècles, les brachiopodes méditerranéens actuels et fossiles ont été largement échantillonnés et étudiés peut être plus que dans d'autres zones équivalentes en surface (Tableau 2).

Il faut souligner que nombre d'espèces marines présentes en mer Méditerranée vivent aussi dans l'Océan Atlantique ou y ont des formes vicariantes, généralement avec une distribution bathymétrique moins profonde (Laubier & Emig, 1993 ; Emig & Geistdoerfer, 2004, 2008).

Tableau 2. Liste des brachiopodes des côtes françaises méditerranéennes (par ordre systématique, récoltés dans le Bathyal, avec l'intervalle bathymétrique connu pour chaque espèce et leur présence en Manche et dans l'océan Atlantique (voir Emig, 2016, 2017a ; et chapitre 9). R = Rhynchonellata ; terebratul = Terebratulidina ; terebratel = Terebratellidina). \* Nombre de références pour chacune de ces espèces en mer Méditerranée sur la totalité des références citant l'espèce (d'après ma base de données bibliographiques) ; ces références ont servi à établir les cartes de distribution en mer Méditerranée (voir Fig. 5-3 à 5-9 ; et Emig, 2018 ; Emig *et al.*, 2018).

Méditerranée	Manche	Atlantique	Bathymétrie connue (en m)	connue depuis	Classification	Références *
<i>Novocrania anomala</i>			quelques m - 1478	Oligocène	Craniida	131 / 285
<i>Gryphus vitreus</i>			78 - 2678	Miocène	R-Terebratulidina	132 / 232
<i>Terebratulina retusa</i>			9 - 3614	Miocène	R-Terebratulidina	109 / 335
<i>Megathiris detruncata</i>			5 - 896	Éocène	R-Terebratellidina	90 / 164
<i>Platidia anomioides</i>			8 - 2190	Miocène	R-Terebratellidina	60 / 159
<i>Megerlia truncata</i>			10 - 1970	Miocène	R-Terebratellidina	120 / 236

La classification, proposée ci-dessous, est celle à jour dans la *Brachiopoda Database* [[http://paleopolis.rediris.es/brachiopoda\\_database/index.html](http://paleopolis.rediris.es/brachiopoda_database/index.html)], voir aussi Emig *et al.* (2013). Les espèces bathyales de brachiopodes, connues en mer Méditerranée et citées dans le Tableau 2, sont aujourd'hui toutes bien décrites par leurs caractères (voir Logan, 1979 ; Boullier *et al.*, 1986 ; Álvarez & Emig, 2005, Emig, 2010, 2013, 2014, 2016). Néanmoins, la seule espèce exclusivement bathyale, au moins en mer Méditerranée, est *Gryphus vitreus*, tandis que les autres vivent aussi dans des

<sup>5</sup> Aujourd'hui nommé Observatoire Océanologique de Banyuls-sur-Mer. Ce laboratoire a été fondé en 1881 par Henri de Lacaze-Duthiers (1821-1901), professeur à l'Université de Paris.

<sup>6</sup> Aujourd'hui, les locaux se partagent entre l'Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continental (IMBE) et l'Institut Méditerranéen d'Océanologie (MIO). Elle a été fondée en 1889 par Antoine-Fortuné Marion (1846-1900), professeur à l'Université d'Aix-Marseille, sur le site à Malmousque, un petit quartier de Marseille, face à la mer.

<sup>7</sup> Aujourd'hui nommée Observatoire Océanologique de Villefranche-sur-mer. Elle a été créée en 1884 par Alexis de Korotneff (1852-1915), professeur à l'Université de Kiev, dans les anciens locaux de la base navale russe. Ce n'est qu'en 1932 que les locaux sont cédés à la France et mis à la disposition de l'Université de Paris.

<sup>8</sup> Ce musée fut fondé en 1889 par le Prince Albert I<sup>er</sup> de Monaco (1848-1922) – de nombreux brachiopodes furent récoltés et décrits au cours de ses campagnes en mer Méditerranée et dans l'océan Atlantique. Il appartient à la Fondation Albert I<sup>er</sup>, Prince de Monaco (fondation de droit français).

<sup>9</sup> Le submersible utilisé pour les trois plongées avait l'Arsenal de Toulon (Marine nationale) comme port d'attache, créé en 1609 par le roi de France Henri IV. La Mission Océanographique de Méditerranée qui y est installée m'a été d'une grande aide dans l'exploitation de la bathymétrie des stations de mes campagnes par la mise à disposition de cartes marines très précises permettant d'obtenir des profils détaillés des radiales.

biocœnoses du plateau continental, mais avec des densités maximales dans l'étage Bathyal. Toutes sont connues sous forme fossile (Tableau 2). Bien des auteurs, notamment paléontologues, principalement italiens, français et allemands, les ont parfois décrites sous diverses variétés ou espèces, principalement sur des différences de et dans la coquille, qui ne sont pas toutes des caractères taxinomiques, mais n'en sont que des variations, cette façon de faire de la systématique encore en vigueur de nos jours mérite nécessite une explication (voir Appendice A).

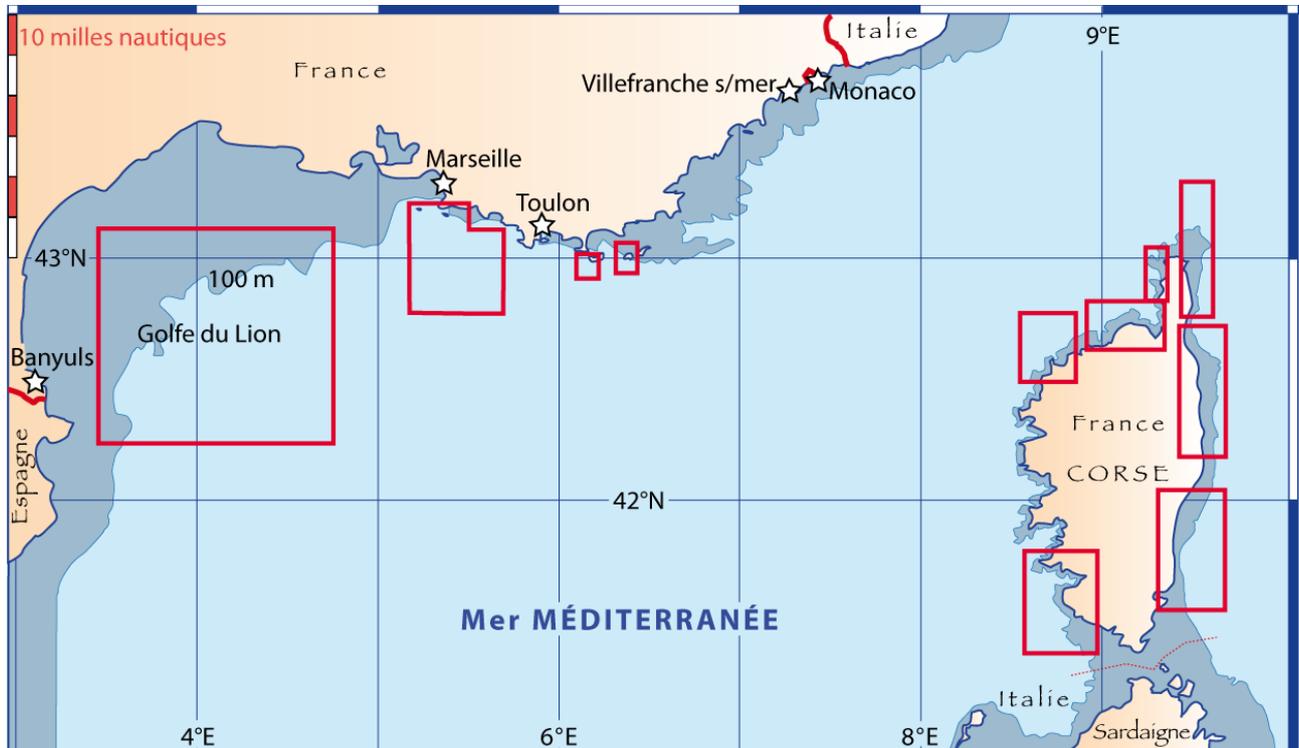


Fig. 5-1. Carte générale des zones des campagnes en mer pour étudier la distribution des brachiopodes le long des côtes françaises (pour plus de détails voir Matériel et les Annexes). Les étoiles situent les laboratoires marins, dont trois du CNRS-Université, et l'Arsenal de Toulon pour les plongées en submersible (voir texte et notes).

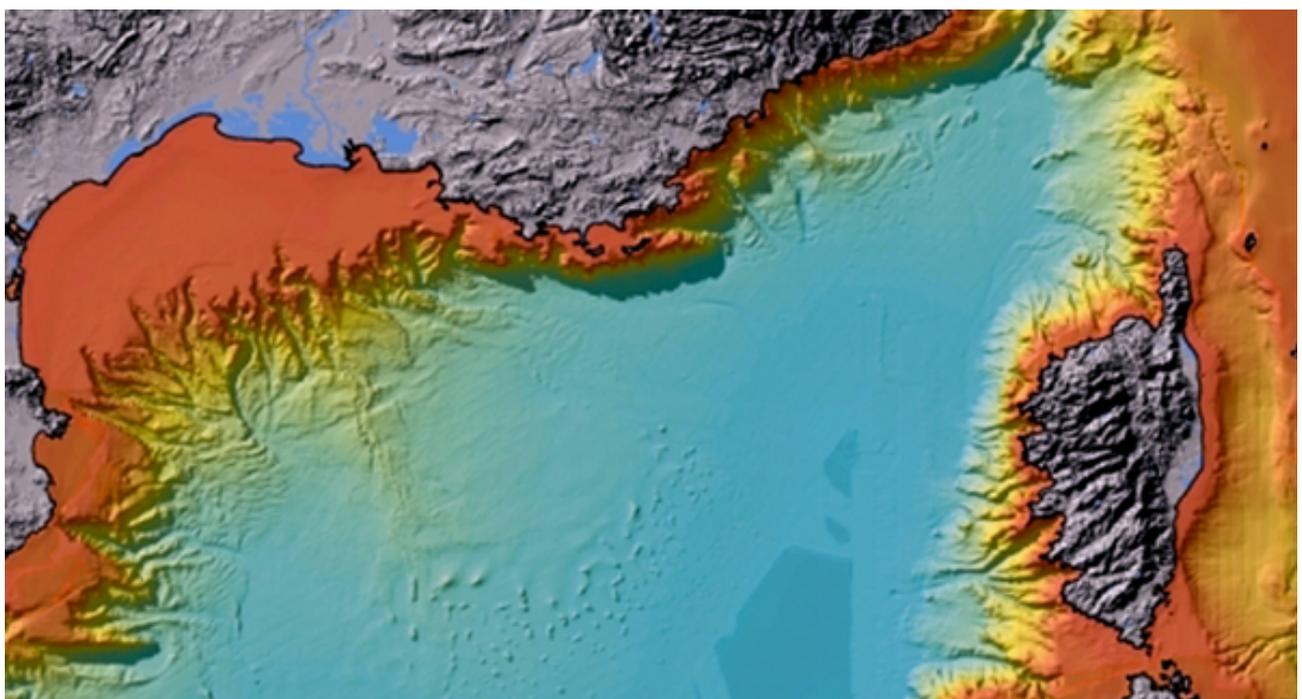


Fig. 5-2. Carte de la Commission de la Carte Géologique du Monde (Paris), montrant le relief sous-marin (reproduit avec l'autorisation de la CCGM - <http://www.ccg.org>).

En plus, la systématique et distribution biocœnotique des brachiopodes fossiles et actuels en mer Méditerranée doivent s'étudier en prenant en compte l'histoire géologique toute particulière et complexe de cette mer, principalement depuis le début du Néogène. Or, elle est souvent méconnue tout comme les concepts de la bionomie benthique méditerranéenne. C'est, pour ne pas l'avoir prise en considération, que certains auteurs récents, comme Cohen *et al.* (2014) ou Robinson (2014, 2017), en sont arrivés à des conclusions qui ne sont pas cohérentes avec l'écologie des brachiopodes méditerranéens et de leurs espèces vicariantes atlantiques. Les seuls caractères de la coquille sont insuffisants pour décrire une nouvelle espèce quand leurs variations n'ont pas été étudiées et formellement identifiées, tout comme la non-prise en compte de la distribution biocœnotique d'une population<sup>3,4</sup>, ce qui est fondamental en bionomie benthique méditerranéenne tant pour les espèces actuelles que fossiles.

En outre, la bibliographie de ces espèces pourtant fort importante (Tableau 2) comporte principalement des auteurs du pourtour méditerranéen; quant aux auteurs anglophones, ils « oublient » souvent de lire et de citer les travaux de ces auteurs qui, évidemment, n'écrivent pas en anglais. Cette situation dure depuis le XVIII<sup>e</sup> siècle, comme le mentionne Emig (2012) sur les descriptions de brachiopodes par le Nissart Giuseppe Antonio Risso (1777-1845).

Les Brachiopodes ne font pas l'objet d'une redescription ici, car au cours des prélèvements, leur identification est facile à faire. Néanmoins, *Gryphus vitreus* a été intensivement étudié pour les variations de certains caractères, variations parfois considérées elles-mêmes par les paléontologues comme des caractères valides. Les résultats ont servi ensuite à reconsidérer le statut d'autres espèces fossiles, notamment du Mésozoïque, tout comme la systématique stratigraphique. Malgré une attention toute particulière pour d'autres espèces de petite taille, telles que *Argyrotheca* et *Lacazella*, aucun individu n'a été récolté lors des campagnes listées sur le Tableau 1 (voir aussi chapitre 8).

Enfin, à l'exception de *Gryphus vitreus* qui vit sur un substrat meuble, toutes les autres espèces de brachiopodes sont fixées sur un substrat dur, généralement rocheux ou biologiques.

#### Phylum Brachiopoda

##### Sous-phylum Craniiformea

##### Classe Craniata

##### Ordre Craniida

##### Super-famille Cranioidea

##### Famille Craniidae

##### **Novocrania** Lee et Brunton, 2001

Synonymes : *Criopus* Poli, 1791 ; *Criopoderma* Poli, 1795 ; *Orbicula* Cuvier, 1798 ; *Orbicularius* Duméril, 1805 ; *Cryopus* Deshayes, 1836 ; *Criopododerma* Agassiz, 1846 ; *Neocrania* Lee et Brunton, 1986 ; voir aussi Álvarez *et al.* (2005, p. 216), Emig (2018), Emig *et al.* (2018).

##### **Novocrania anomala** (Müller, 1776) [*Patella anomala* Müller, 1776]

Synonymes : *Anomia turbinata* Poli, 1795 ; *Orbicula anomala* : Cuvier (1798) ; *Orbicula norwegica* Lamarck, 1801 ; *Criopus anomalus* : Fleming (1822) ; *Anomia norwegica* : Wood (1828) ; *Crania anomala* : Lovén (1846) ; *Neocrania anomala* : Lee et Brunton (1986).

Localité-type : Hår-Krøllen (Danemark).

Distribution : Fig. 4-5, 5-3, Pl. 2 ; voir chapitres 8 et 9.

*Novocrania turbinata* (Poli, 1795), décrite dans l'étage Bathyal des eaux du Royaume des Deux-Siciles (Italie), est synonyme de *N. anomala*, comme l'a récemment démontré Emig (2014). En fait, cette espèce fut toujours considérée par les auteurs comme la variété méditerranéenne ou vicariante de *N. anomala*, à l'exception de rares paléontologistes, dont Brunton (1989), Logan & Long (2001) ou Robinson (2017). C'est ainsi que ce dernier auteur suggère que la « variété *turbinata* » soit élevée au rang d'espèce, mais sans en apporter les preuves phylogénétiques par une analyse cladistique de nouveaux caractères, ni répondre à mes remarques antérieures (Emig, 2014). Or, une différence dans les caractères taxinomiques entre *anomala* et *turbinata*, tant actuelle que fossile n'a jamais été établie, sauf de possibles variations d'un caractère. Logan & Long (2001) mentionne que les différences entre

les deux supposées espèces sont : « mainly in the degree of calcification of the valves and the relative development and placement of the dorsal valve muscle scars. » ; or, ces caractéristiques peuvent être interprétées comme des simples variations, en tout cas ils ne sont pas suffisant, sauf à prouver qu'il s'agit de caractères phylogénétiques (d'où l'attente d'une analyses cladistique). Et pour être complet, ces auteurs mentionnent ensuite : « Neither the shell morphology nor geographical distribution of the two forms appears to be the result of ecological factors, such as depth or hydrodynamic action. », mais il leur reste à le prouver, car ce n'est aujourd'hui qu'une supposition. Comme ces auteurs, Robinson (2017) est resté cantonner sur des descriptions de la seule coquille sans prendre en compte ni l'anatomie, ni l'histoire, ni la distribution de *N. anomala* pour la dite variété *turbinata* (Fig. 5-3) : comment cet auteur peut-il expliquer que, dans les environs de Marseille, il identifie un ou deux exemplaires de *N. anomala* et de *N. turbinata* attribuant les exemplaires de Logan (1979) à la première espèce et à mes exemplaires à la seconde d'après mes seules photographies publiées (Emig, 2014), alors qu'il s'agit probablement, dans ce cas précis, des exemplaires de mes propres récoltes. En outre, Robinson (2017) a oublié de s'intéresser aux formes fossiles de *N. anomala*, connues depuis l'Oligocène dans le domaine méditerranéen (Bitner *et al.*, 2013), sauf à mentionner qu'en l'absence de matériel les identifications demeure problématique ! En revanche, Cohen *et al.* (2014) rejettent la « traditional morphology » tout en l'utilisant pour identifier le matériel sur lequel ils ont fait les analyses moléculaires (Emig, 2014).

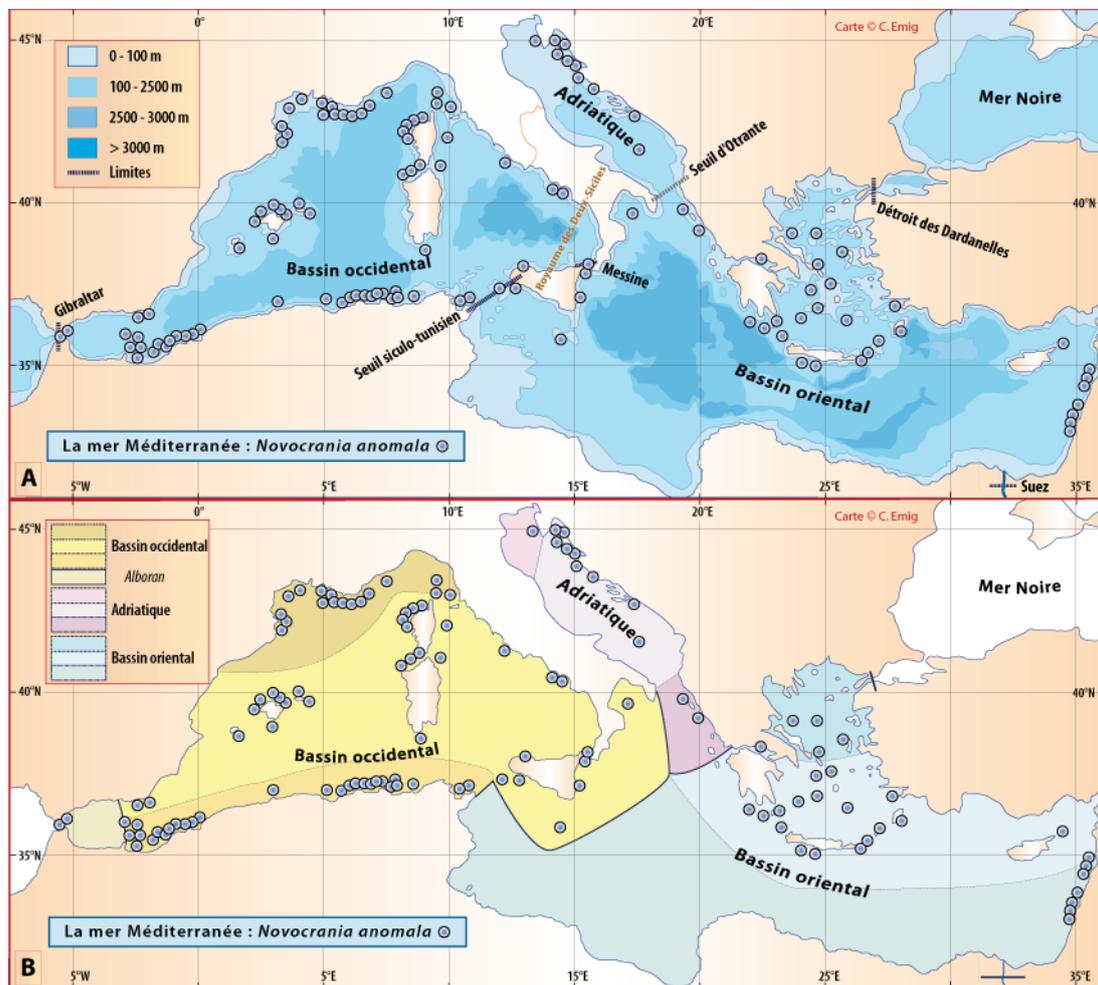


Figure 5-3. Répartition de *Novocrania anomala* en mer Méditerranée (Emig, 2014). **A.** En fonction de la géographie et de la bathymétrie, avec les principales limites dans les échanges des masses d'eaux, qui ont évolué depuis le Miocène. **B.** En fonction des zones faunistiques dans les différents bassins (modifiée, d'après Carpine, 1970). La circulation des masses d'eau et les variations du niveau de la mer au cours des glaciations sont des facteurs primordiaux dans l'évolution des faunes méditerranéennes (Emig & Geistdoerfer, 2004).

Avoir deux espèces d'un même genre dans la même niche n'est possible, bien qu'exceptionnel, qu'en ayant des différences importantes, notamment dans l'éthologie et la reproduction (maturation des gonades, type larvaire...). Rappelons que des caractères écologiques peuvent aussi être des

caractères taxinomiques surtout quand on travaille sur des espèces vivantes (voir Appendice A). Ces remarques peuvent aussi se répéter pour les synonymes de *Megerlia truncata* et de *Platidia anomioides*.

Faire appel à la génétique ne permet pas de résoudre le problème, car l'identification des spécimens n'est basée que sur la morphologie de la coquille et en rien sur l'anatomie, alors que justement la génétique n'utilise que les parties molles. Aussi, considérerons-nous qu'il n'existe à ce jour qu'une seule espèce de *Novocrania* en mer Méditerranée, qu'elle soit nommée *N. anomala* ou *N. turbinata*, mais, dans ce dernier cas, il faudra établir une diagnose<sup>10</sup> sur des caractères phylogénétiques avec leur variations au-delà de ceux que la seule coquille, ce qui n'est pas toujours techniquement à la portée des paléontologistes. Pourtant, ces derniers « négligent » les caractères anatomiques, ce qui entraîne l'impossibilité de faire une analyse cladistique. Il reste à entreprendre une étude approfondie des variations des caractères taxinomiques (incluant l'anatomie et l'écologie) de *N. anomala* au sein des différentes populations méditerranéennes et de les comparer avec ceux d'exemplaires provenant de Sicile (Fig. 5-3), pouvant être considérés comme pouvant se rapporter à *N. turbinata* ; en outre, plusieurs dizaines d'exemplaires de diverses provenances sont nécessaires à l'étude des caractères.

D'après nos récoltes (incluant de nombreuses observations en plongée en scaphandre autonome), *N. anomala* vit sur substrat dur (rocheux) depuis quelques mètres de profondeur jusque vers 280 m (Emig, 1997b) ; au-delà, il devient impossible d'échantillonner le long des tombants et autres structures rocheuses profondes, et donc de savoir si sa distribution est plus profonde. Elle est présente dans différentes biocénoses des étages infralittoral, circalittoral et bathyal (Fig. 4-5) : rappelons que l'écologie doit être prise en compte en taxinomie. *N. anomala* est parfois abondante, notamment avec *Terebratulina retusa*, et aussi la présence de *Gryphus vitreus* et *Megerlia truncata*, dans la biocoenose bathyale des Coraux blancs profonds (aussi nommée « [community of Cold-Water Corals](#) ») (Pérès, 1982, 1985 ; Taviani *et al.*, 2017).

Sous-phylum Rhynchonelliformea  
Classe Rhynchonellata  
Ordre Terebratulida  
Sous-ordre Terebratulidina  
Super-famille Terebratuloidea  
Famille Terebratulidae  
Sous-famille Gryphinae  
***Gryphus*** Megerle von Mühlfeldt, 1811

Synonymes : non *Gryphus* Brisson, 1760 ; *Liothyris* Douvillé, 1880 (non Conrad, 1875) ; *Liothyrina* Ehlert, 1887 ; voir aussi Álvarez *et al.* (2005, p. 219), Emig (2018), Emig *et al.* (2018).

***Gryphus vitreus*** (Born, 1778) [*Anomia vitrea* Born, 1778]

Synonymes : *Terebratula vitrea* : Lamarck (1801) ; *Terebratula minor* Philippi, 1836 : Gaetani & Saccà (1984) ; voir Appendice B. pour les autres formes fossiles ; *Eurysina minor* : Cooper (1983).

Localité-type: Port-Mahon, Minorque (Iles Baléares, Espagne).

Distribution : Fig. 4-3, 4-5, 5-4, Pl. 2 ; voir chapitres 8 et 9.

---

<sup>10</sup> Extrait du Code International de Nomenclature Zoologique (ICZN, 1999)

**Recommandation 13A. Présentation des éléments de différenciation.** Lorsqu'il décrit un nouveau taxon nominal, un auteur devrait indiquer clairement les éléments de différenciation de ce taxon. en donnant une diagnose, c'est-à-dire un résumé des caractères qui différencient ce taxon nominal des taxons comparables.

**Diagnose, s. f.** Énoncé écrit établissant l'ensemble des caractères d'un taxon qui suffisent à le distinguer des autres taxons auxquels il peut être utilement comparé.

**Recommendation 13A. Intent to differentiate.** When describing a new nominal taxon, an author should make clear his or her purpose to differentiate the taxon by including with it a diagnosis, that is to say, a summary of the characters that differentiate the new nominal taxon from related or similar taxa.

**Diagnosis, n.** A statement in words that purports to give those characters which differentiate the taxon from other taxa with which it is likely to be confused.

*Gryphus vitreus* est connu depuis le Miocène en mer Méditerranée, notamment dans les gisements fossiles bathyaux en Italie ; parfois de petits spécimens ont aussi été nommés *Gryphus minor* qui a fait l'objet de nombreux débats au sein des paléontologues quant à son statut (voir Appendice B).

La distribution de cette espèce a fait l'objet de recherches intensives tant le long des côtes du Languedoc et de Provence que de Corse. Outre les données des campagnes BraProv, BraCorse et Bathymed, des données récentes fournies par J. Martin (Ifremer, Nantes) et par A. Jadaud (Ifremer, Sète) ont été obtenues lors des campagnes Meditis 2012-2014 (Tableaux 1, 10). Les résultats ont fait l'objet de nombreuses publications tant sur sa distribution géographique et bathymétrique (voir Emig, 1985a, 1988, 1989a, 1989b, 1989c, 1997a, 2017a), avec aussi une dizaine de radiales suivies par dragages sur plusieurs années et dont trois ont été parcourues en submersible sur toute leur longueur (Emig, 1987 ; Emig & Arnaud, 1988 ; Emig & García-Carrascosa, 1991).

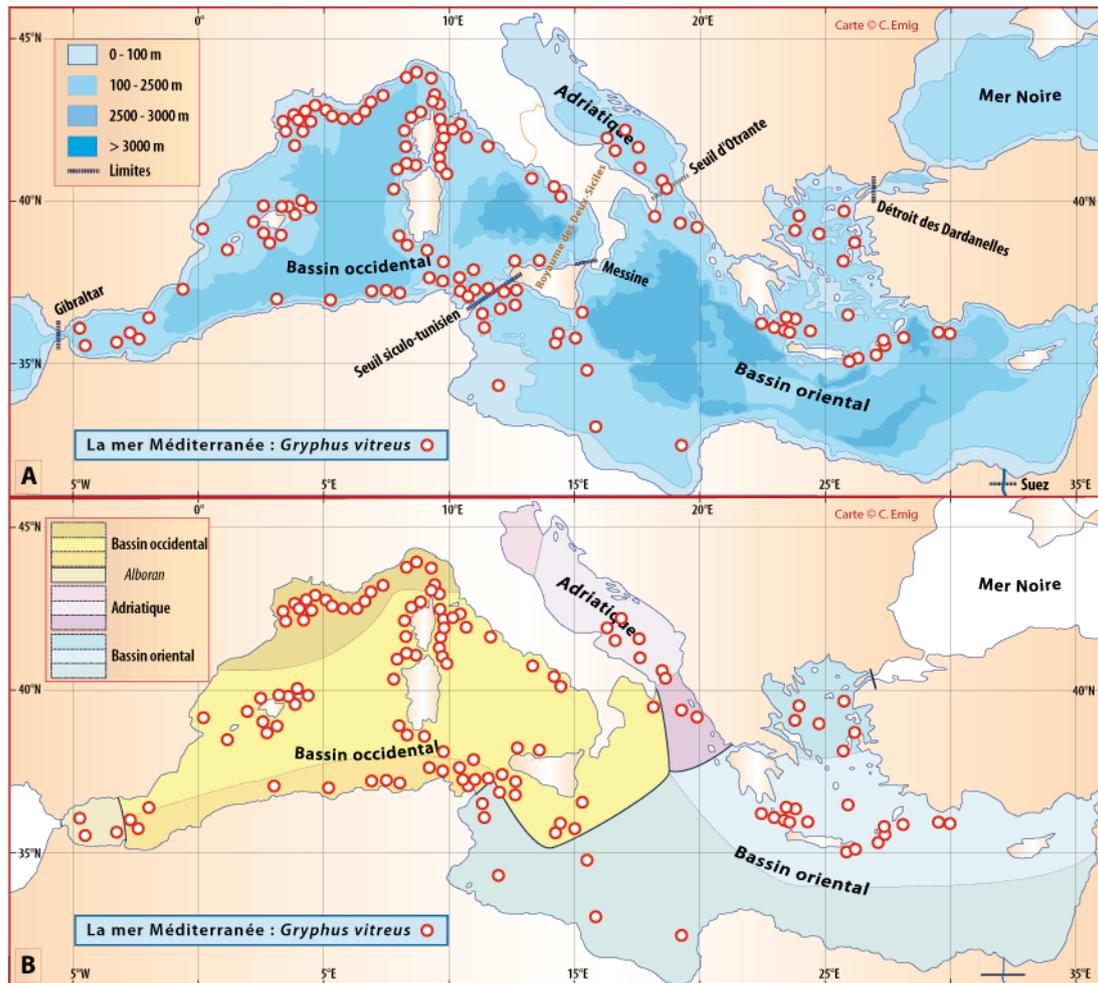


Figure 5-4. Répartition de *Gryphus vitreus* en mer Méditerranée. A. et B. voir Fig 5-3 pour la légende des fonds de cartes.

*Gryphus vitreus* est aujourd'hui la plus grande des espèces de brachiopodes vivantes en mer Méditerranée. Les variations de la coquille et de ses caractères taxinomiques internes, au sein des milliers d'exemplaires récoltés, ont surpris les paléontologues de la RCP 727, notamment Bernard Laurin et Jean-Henri Delance (Université de Dijon, France) : c'est en juxtaposant des individus de taille similaire, dont la coquille varie depuis une forme ronde jusqu'à une pentagonale, que ces chercheurs en sont arrivés à une ligne formée par une centaine d'exemplaires. En l'absence d'une telle comparaison, des paléontologues auraient pu créer au moins trois espèces de *Gryphus* sur de simples variations des caractères, dont certains ne sont en rien taxinomiques, et encore moins phylogénétiques.

En plus de ces variations de la forme de la coquille s'ajoute un éventail complet des variations d'autres caractères, notamment du brachidium, au sein des populations de *G. vitreus* : elles sont illustrées sur la Fig. 5-5 (Boullier *et al.*, 1986 ; Álvarez & Brunton, 2008). Ces résultats sont à comparer

avec la variabilité établie chez le synonyme *G. minor* par Saccà (1985) qui n'évoque à aucun moment une comparaison avec *G. vitreus*. Il apparaît donc clairement que décrire une nouvelle espèce ou même un nouveau genre en ne disposant que de quelques individus peut rapidement conduire à prendre une variations pour un critères discriminant par rapport à une autre espèce, voire un genre. La littérature sur les espèces actuelles et fossiles de brachiopodes regorge d'exemples ; par exemple : - dans l'Antarctique, ces espèces représentent environ 30% (Emig, 2017b) ; - dans le Mésozoïque en France, 16 espèces de « *Lingula* » ont été décrites alors que l'on peut estimer à seulement une, voire deux espèces valides dans ce stock ; - le cas du genre *Tichosina* avec dix-neuf d'espèces décrites par Cooper (1977), la plupart récoltées au cours de la même campagne en mer dans la mer des Caraïbes (Rojas *et al.*, 2015).

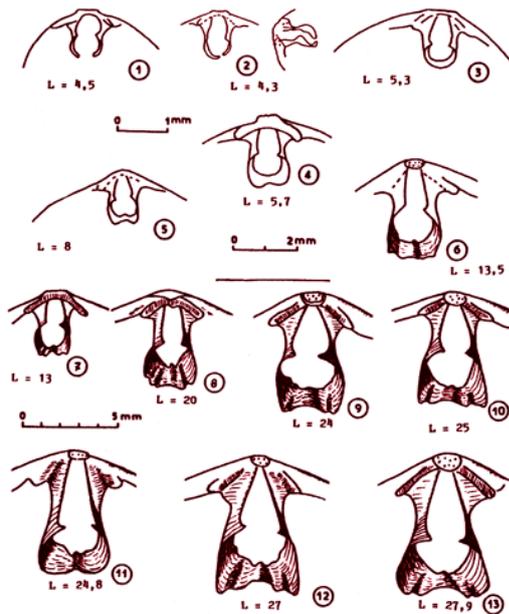


Fig. 6 - Aspects de la boucle brachiale au cours de la croissance chez *Gryphus vitreus* de Corse. 1 : sommet de la valve brachiale avec boucle incomplète. 2 : autre exemplaire en vues ventrale et latérale. 3-5 : boucles complètes, immatures. 6-7 : boucles matures dans les formes juvéniles. 8-13 : variabilité dans la position et l'acuité des crura, dans l'épaisseur et les extrémités antérieures de la bande transverse (L : longueur de la coquille, en mm).

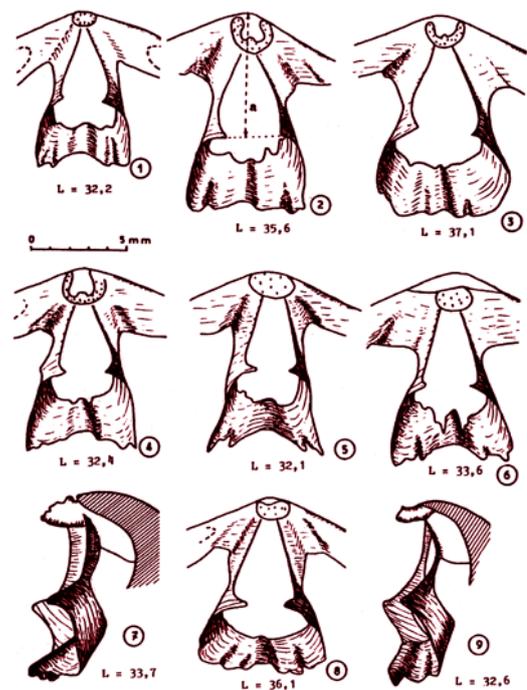


Fig.7 - Divers aspects de la boucle brachiale de *Gryphus vitreus* (en vue ventrale); exemplaires adultes provenant du Banc de Magaud (Iles d'Hyères) et de Corse (8-9). Processus cardinal développé en gouttière (2-4) ; bande transverse à extrémités arrondies (3,8), pointues (4) ou déchiquetées (5-6) ; vue latérale montrant l'importance du processus cardinal, la forme triangulaire des crura, la largeur et l'ondulation de la bandelette transverse (7-9) (L : longueur de la coquille en mm).

Fig. 5-5. Forme et variations du brachidium de *Gryphus vitreus* (en fac-similé de Boullier *et al.*, 1986).

*G. vitreus* est la seule à vivre sur un substrat meuble formé par un sable détritique, assez bien classé, contenant une forte proportion de petits substrats durs (surtout coquilliers) sur lesquels *Gryphus* s'attache par son pédoncule. Elle est une des espèces caractéristiques dans la biocénose des Sables Détritiques Bathyaux (SDB) (Fig. 4-1, 4-2, 4-3 ; Pl. 2) dans l'étage bathyal supérieur. Le biotope est caractérisé par un hydrodynamisme constant d'intensité moyenne s'atténuant en profondeur, par de faibles variations annuelles de température et de salinité (Fig. 4-2). Cette biocénose s'étend sous forme de ceinture horizontale dans la partie supérieure de la pente continentale ; cette extension dépend de deux facteurs principaux : la morphologie de la pente et la direction des courants sur cette pente (Fig. 4-1, 4-3). Les conséquences sur la distribution de *G. vitreus* peuvent se résumer en deux points :

- plus la pente est faible, moins les courants sont importants et moins forte l'extension bathymétrique en profondeur.
- plus la pente est forte, plus les courants sont forts, et plus l'extension en profondeur est grande, (jusqu'à 300 m au large du Cap Corse).

*G. vitreus* est aussi présente, mais peu abondante, avec les autres espèces de brachiopodes, dans la biocoenose bathyale des Coraux blancs profonds (aussi nommée « [community of Cold-Water Corals](#) ») (Pèrès, 1982, 1985 ; Taviani *et al.*, 2017).

L'infestation des coquilles de *Gryphus* par l'algue chlorophycée *Ostreobium* a conduit à revoir et redéfinir la limite inférieure du système phytal en mer Méditerranée (voir chapitre 6.)

Dans les années 1985, le Cap Corse et la Balagne (N et NW de la Corse) ont été ravagés par des feux de forêts, ce qui a entraîné les années suivantes de fortes décharges sédimentaires provoquant un envasement partiel du Bathyal supérieur. La zone affectée avait été prospectée avant et après ces événements (Emig, 1985a, 1989b, 1989c, 1990) : les effets analysés ont permis de modéliser une possible fossilisation par envasement pour mieux appréhender de futures interprétations paléontologiques de gisements de brachiopodes.

Des travaux sur la prédation de *G. vitreus* ont concerné les actions de gastéropodes naticidés, ce qui a permis de remettre en cause certains concepts pour les gisements fossiles (Delance & Emig, 2004). D'autres expériences ont montré que *G. vitreus* pouvait être une proie pour des langoustes (Emig, 1990). En effet, la langouste bathyale, dite du large, *Palinurus mauritanicus* Gruvel, 1911<sup>11</sup>, vit dans la même biocénose, qui est une zone de pêche par casiers en Provence et par filets emmêlants en Corse. Elles fragmentent avec leurs mandibules broyeuses les deux tiers antérieurs de la coquille qu'elles tiennent avec leurs maxillipèdes, avant de manger du contenu de la coquille. Ce procédé pourrait en partie expliquer la présence de tels fragments dans les sédiments.

Un dernier point à ne pas négliger : selon la morphologie, le Bathyal est aussi zone de pêche par chalutage<sup>12</sup>, ce qui perturbe à la fois la distribution et la densité de cette espèce, il faut en tenir compte dans les résultats (Emig & García-Carrascosa, 1991). Dans notre zone d'étude, ceci est le cas dans le Golfe du Lion et très rarement sur les côtes provençales ; c'est évidemment la morphologie de la pente qui conditionne la possibilité de chaluter. En outre, le rejet des refus de chalutage peuvent se produire au-delà des zones de récolte ce qui peut amener à des signalisations de brachiopodes hors de leur biotope naturel, donc à des profondeurs inhabituelles ce que les auteurs de telles signalisations ne prennent jamais en compte.

Sous-phylum Rhynchonelliformea  
Classe Rhynchonellata  
Ordre Terebratulida  
Sous-ordre Terebratulidina  
Super-famille Cancellothyridoidea  
Famille Cancellothyrididae  
Sous-famille Cancellothyridinae  
***Terebratulina*** d'Orbigny, 1847

### ***Terebratulina retusa*** (Linné, 1758) [*Anomia retusa* Linné, 1758]

Synonymes : *Anomia caputserpentis* Linné, 1758 (voir Linné, 1767 et Emig *et al.*, 2015) ; *Terebratula caputserpentis* : Retzius (1781) ; *Criopoderma caput serpentis* : Poli (1795) ; *Terebratulina caputserpentis* : d'Orbigny (1847) ; *Terebratula emarginata* Risso, 1826 : Dall (1920) ; *T. quadrata* Risso, 1826 ; *T. caput-serpentis* Philippi, 1830 ; *T. chemnitzii* Küster, 1830 ; *T. caputserpentis* var. *mediterranea* Jeffreys, 1878 ; voir aussi Álvarez *et al.* (2005, p. 220), Emig (2012, 2017a, 2018), Emig *et al.* (2018).

Localité-type : Linné (1767) mentionne p. 1151 : « *Habitat en pelago Norvegico* » et p. 1153 pour *caput-serpentis* : « *Habitat en abyssu M. Norvegici* »

Distribution : Fig. 4-5, 5-6 ; voir chapitres 8 et 9.

*Terebratulina retusa* vit attachée sur des substrats rocheux souvent concrétionnés, ou des coquilles, des coraux morts... ; elle est fréquemment accompagnée par les autres brachiopodes cités ici, et notamment par *Megathiris detruncata* : dans 43 stations sur 46, pour un total de 1129 individus de *T. retusa* et de 639 de *M. detruncata* (voir chapitre 8). Elle est aussi présente, souvent très abondante, avec les autres espèces de brachiopodes, dans la biocénose bathyale des Coraux blancs profonds

<sup>11</sup> Rarement la langouste rouge ou commune *Palinurus elephas* (Fabricius, 1787), vivant sur le plateau continental, avec une extension possible au-delà du rebord jusque vers 150 m, voire au-delà. Cette espèce est une espèce emblématique de l'océan Nord Atlantique et de la Méditerranée ; c'est la plus chère des langoustes.

<sup>12</sup> Depuis juin 2017, l'Union Européenne interdit le chalutage à plus de 800 m de profondeur dans ses eaux.

(aussi nommée « *community of Cold-Water Corals* »). Sur des branches mortes de *Madrepora* et de *Lophelia*, Taviani et al. (2017) mentionnent une densité pouvant dépasser 450 individus pour 0,2 m<sup>2</sup> avec *Novocrania anomala*, et quelques exemplaires de *Gryphus vitreus* et de *Megerlia truncata*, vers 400 m de profondeur.

Sa coquille à deux couches, outre le périostracum, se désagrège en quelques mois dans le milieu naturel (Collins, 1986 ; Emig, 1990), ce qui explique une relative rareté dans la signalisation de fossiles pour *T. retusa*.

Entre les populations atlantiques et méditerranéennes de *T. retusa*, les analyses moléculaires et morphométriques montrent de faibles variations et divergence génétique (Cohen et al., 1993), confirmant que ces populations appartiennent bien à une même espèce. Mais quant ces auteurs déduisent que les populations méditerranéennes qu'ils ont étudié (des côtes de Provence) dateraient d'environ 10 000 ans, mais sans faire allusion à la présence de cette espèce en Méditerranée depuis le Miocène, voire auparavant.

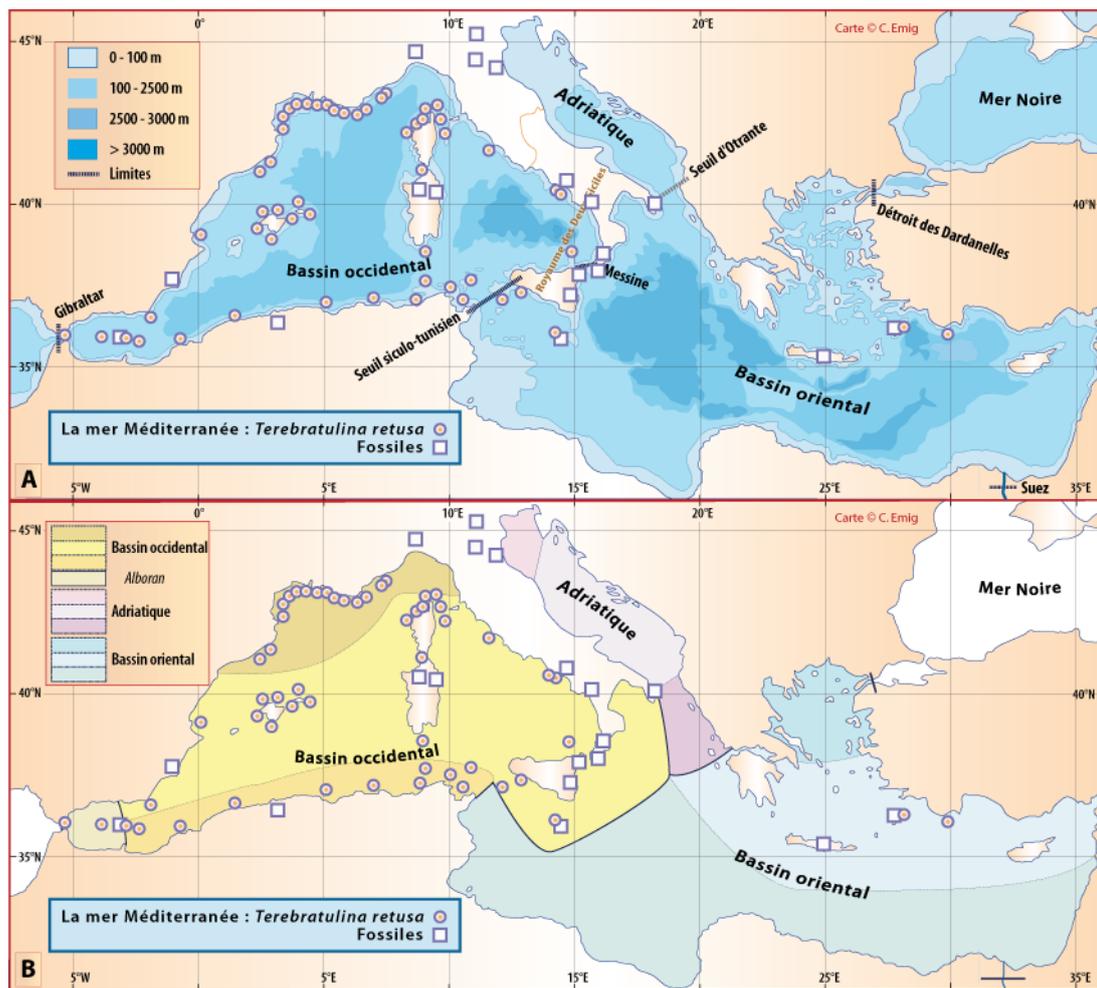


Figure 5-6. Répartition de *Terebratulina retusa* en mer Méditerranée, ainsi que les signalisations de formes fossiles. A. et B. voir Fig 5-3 pour la légende des fonds de cartes.

Sous-phylum Rhynchonelliformea  
 Classe Rhynchonellata  
 Ordre Terebratulida  
 Sous-ordre Terebratellidina  
 Super-famille Megathyridoidea  
 Famille Megathyrididae  
***Megathiris*** d'Orbigny, 1847

Synonymes : *Argiope* Eudes-Deslongchamps, 1842 ; *Megathyris* Bronn, 1848 ; *Argyope* Davidson, 1850 ; voir aussi Emig (2018), Emig *et al.* (2018).

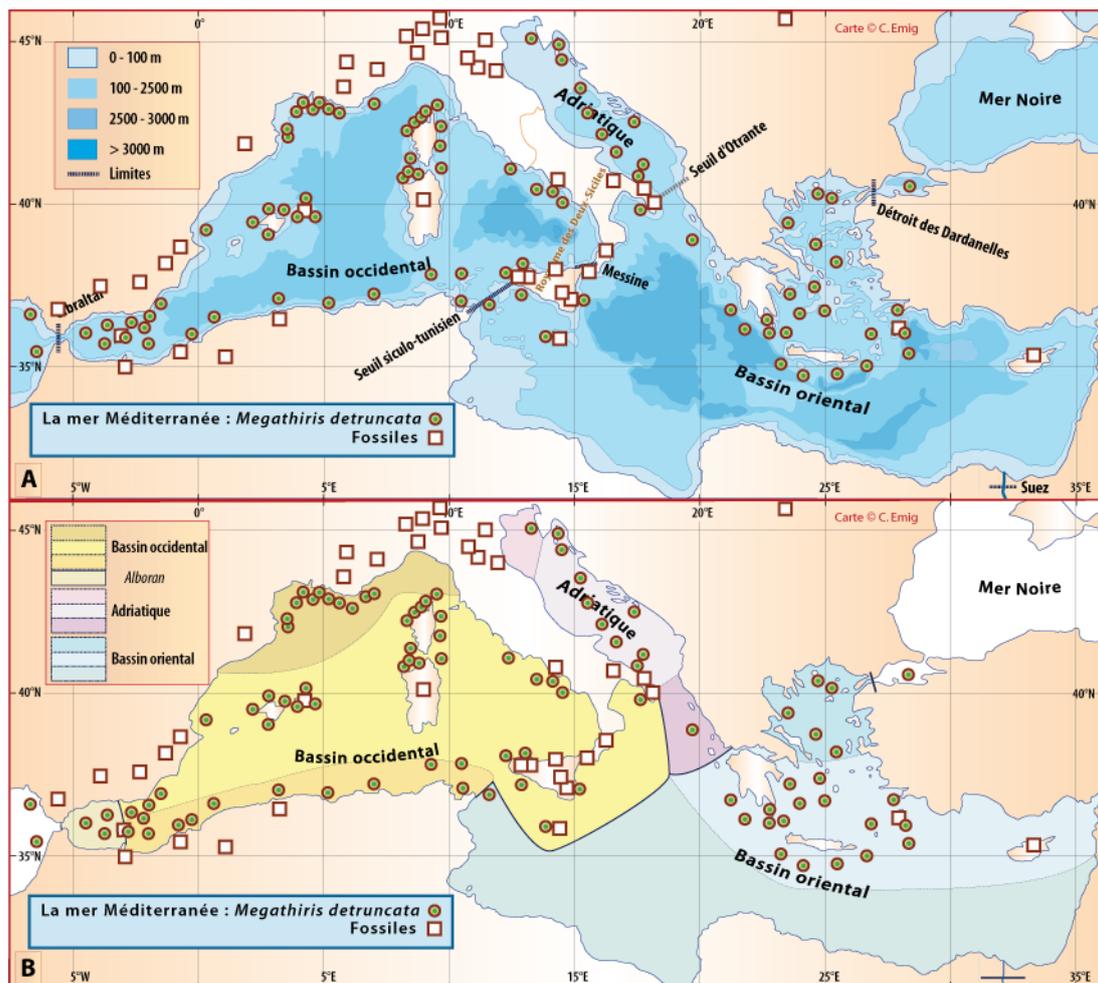
***Megathiris detruncata*** (Gmelin, 1789) [*Anomia detruncata* Gmelin, 1789, p. 3347]

Synonymes : *Anomia decollata* Chemnitz, 1785 ; *Terebratula aperta* Blainville, 1828 ; *Terebratula dimidiata* Scacchi, 1833

Localité-type : « *Habitat in mari mediterraneo, coralliis adhaerens* » d'après Gmelin (1789). Connue depuis l'Eocène.

Distribution : Fig. 4-5, 5-7, Pl. 2 ; voir chapitres 8 et 9.

*Megathiris detruncata* est une petite espèce souvent cryptique, vivant dans des concrétionnements sur substrats rocheux, principalement dans le Circalittoral et le Bathyal ou dans les grottes sous-marines. Elle se fixe sur des coraux morts (Pl. 2). Elle est généralement accompagnée par une ou plusieurs autres espèces de brachiopodes, notamment *Terebratulina retusa*.



Sous-phylum Rhynchonelliformea  
 Classe Rhynchonellata  
 Ordre Terebratulida  
 Sous-ordre Terebratellidina  
 Super-famille Platidioidea  
 Famille Platidiidae  
 Sous-famille Platidiinae  
***Platidia*** Costa, 1852

Synonymes : *Morrisia* Davidson, 1852, *Platydia* : Seguenza (1870) ; voir aussi Álvarez *et al.* (2005, p. 222), Emig (2018), Emig *et al.* (2018).

***Platidia anomioides*** (Scacchi et Philippi, 1844, in Philippi, 1844) [*Orthis anomioides* Scacchi et Philippi, 1844, in Philippi, 1844]

Synonymes : *Terebratula appressa* Forbes, 1843 ; *Morrisia anomioides* : Davidson (1852, 1869) ; *Morrisia davidsoni* Eudes-Deslongchamps, 1855 ; *Platidia davidsoni* Dall, 1870 ; *Platydia anomioides* : Jeffreys (1878) ; *Platydia davidsoni* : Davidson (1887)

Localité-type : eaux marines siciliennes. Connue depuis le Miocène. La localité-type de *P. davidsoni* est au large de Tunis (Tunisie), espèce décrite par Eudes-Deslongchamps (1855, p. 443).

Distribution : Fig. 5-8 ; voir chapitres 8 et 9.

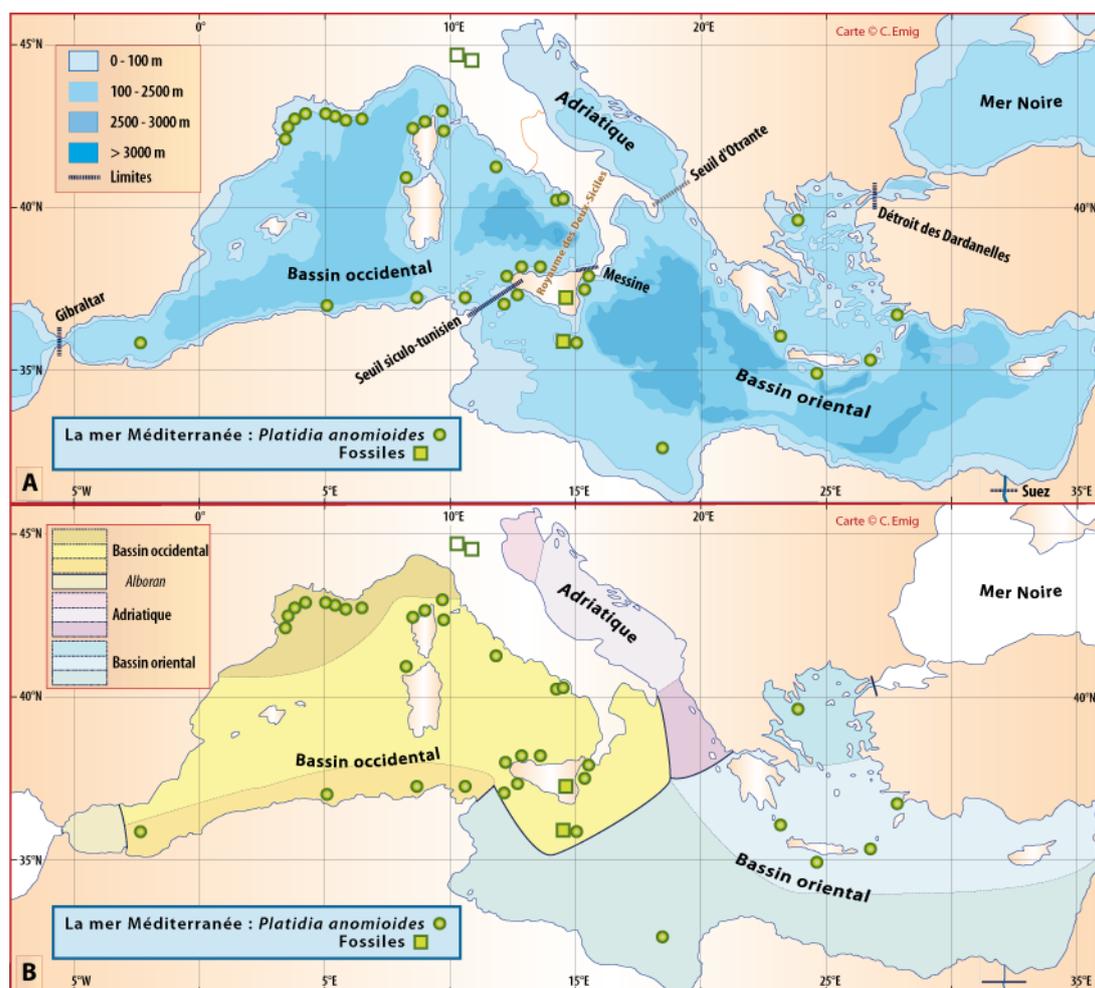


Figure 5-8. Répartition de *Platidia anomioides* en mer Méditerranée, ainsi que les signalisations de formes fossiles. A. et B. voir Fig 5-3 pour la légende des fonds de cartes.

*Platidia anomioides* n'a été récoltée qu'exceptionnellement dans 13 stations. *P. davidsoni* est considérée comme synonyme de *P. anomioides* : les deux espèces cohabitaient notamment en mer Méditerranée et leur aspect externe est identique. Certains auteurs n'ont utilisé que la largeur de la

coquille légèrement plus grande pour *P. davidsoni* et la présence de nombreuses petites pustules sur la valve ventrale d'après des caractères suggérés par Cooper (1973), Brunton & Curry (1979), pour distinguer ces espèces. Or, Logan (1979), rejetant les arguments de Cooper, ne trouve qu'un seul critère pouvant distinguer les deux espèces, à savoir que le support brachial à un stade plus avancé de développement chez *P. anomioides* que chez *P. davidsoni* ; ceci a déjà été souligné par Davidson (1886) en mentionnant la similitude des deux espèces. Aussi, en l'absence d'une étude sur les variations de ce support et de son caractère phylogénétique indéniable, prouvant qu'un stade de développement du brachidium peut être un caractère taxinomique constant, *P. davidsoni* est traité comme synonyme de *P. anomioides*. Logan (1979) précise : « *As P. davidsoni represents merely a less advanced state of development of the brachial support than in adult P. anomioides, no new genus has been created for its reception at the present time.* » Enfin, beaucoup de localisations sont sujettes à caution, car les auteurs ont attribué leurs exemplaires à l'une ou l'autres des espèces en fonction d'observations subjectives. Ce cas *Platidia* est similaire à celui de *Novocrania anomala* (voir Emig, 2014 ; et Appendice A).

En outre, l'historique de *Terebratula seminulum* Philippi, 1836 est développé dans l'Appendice C. Car, selon certains auteurs, elle serait synonyme de *Platidia anomioides* ou/et de *Joania cordata*, alors que des travaux récents la rangent dans le genre *Amphithyris*, inconnu en mer Méditerranée et avec une distribution restreinte au sud de l'Hémisphère Sud, alors que la localité type de *T. seminulum* est Trapani en Sicile (Italie).

Sous-phylum Rhynchonelliformea  
Classe Rhynchonellata  
Ordre Terebratulida  
Sous-ordre Terebratellidina  
Super-famille Kraussinoidea  
Famille Kraussinidae  
***Megerlia* King, 1850**

Synonymes : *Mühlfeldtia* Bayle, 1880 ; *Megerlia* Filhol, 1885 ; *Megerlia* Brazier, 1889 ; *Pantellaria* Dall, 1919 ; voir aussi Emig (2018), Emig *et al.* (2018).

***Megerlia truncata* (Linné, 1767) [*Anomia truncata* Linné, 1767]**

Synonymes : *Terebratula truncata* : Retzius (1781) ; *Criopoderma truncatum* : Poli (1795) ; *Mühlfeldtia truncata* : Fischer et Cehlert (1891) ; *Mühlfeldtia disculus* : Dall (1920) (non Pallas 1766) ; *Terebratula monstrosa* Scacchi, 1833 ; *Megerlia truncata* var. *monstrosa* : Montecristo (1875) ; *Mühlfeldtia monstrosa* Fischer et Cehlert, 1891 ; *Pantellaria monstrosa* : Dall (1920).  
*Morrisia gigantea* Deshayes, 1863.  
*Megerlia echinata* (Fischer et Cehlert, 1890) .

Localité-type : « *Habitat in Pelago Norvegico supra corallin* ». Connue depuis le Miocène.

Distribution : Fig. 5-9, Pl. 2 ; et voir chapitres 8 et 9.

*Megerlia truncata* est surtout fixée sur des substrats relativement plats et verticaux, notamment sur les branches mortes du scléractiniaire *Dendrophyllia cornifera* sur lesquelles elle peut atteindre des densités de 10-20 individus par branche (Pl. 2). Il s'agit aussi bien de thanatocoénoses que d'espèces encore vivantes alimentant ces fonds particuliers. *M. truncata* est aussi présente sur des substrats rocheux plats en même temps de *Novocrania anomala*. Ces deux espèces cohabitent dans 41 stations sur 47 : 30 stations en Corse avec un ratio de présence de 69% (765 individus) pour *Megerlia* et seulement 31% pour *Novocrania* (243 ind.) ; 11 stations en Provence avec respectivement 73% (267 ind.) et 27% (37 ind.).

Dans l'étage Bathyal, *M. truncata* vit dans la biocénose des Sables Détritiques Bathyaux, dans la biocénose des Coraux blancs Profonds, notamment sur les coraux *Lophelia* et *Madrepora* ; cette dernière biocénose est aussi nommée « *community of Cold-Water Corals* » (Pérès, 1982, 1985 ; Taviani *et al.*, 2017). Pour le Circalittoral, voir la fig. 5-7 et aussi dans des grottes sous-marines semi-obscurées, parfois à faible profondeur.

Comme l'avait noté Thomson (1927), *Megerlia truncata* peut être très variable dans la forme de sa coquille et de l'adapter en fonction de son environnement. Cette caractéristique avait entraîné la description de plusieurs espèces et variétés, qui ont longtemps fait débat : *M. monstrosa* (même avec la création du genre *Pantellaria*), *M. echinata* et *M. gigantea* (voir Bitner & Logan, 2016 ; Álvarez *et al.*,

2017 ; Emig *et al.*, 2018). Le matériel décrit sous *M. gigantea* est déposé au Muséum National d'Histoire naturelle de Paris : il a été étudié et comparé aux exemplaires méditerranéens de *M. truncata*. Deshayes (1863) a décrit *Morrisia gigantea* comme « L'espèce de Bourbon est la plus grande connue du genre. » à partir d'un seul exemplaire récolté sur un crustacé à 366 m de profondeur (200 brasses).

La prédation par des gastéropodes perforants a été étudiée chez des *Megerlia* fossiles dans le Pliocène en Algérie (Baumiller *et al.*, 2006) ; or, celle-ci est extrêmement rare d'après les prélèvements effectués au cours des campagnes citées dans ce travail.

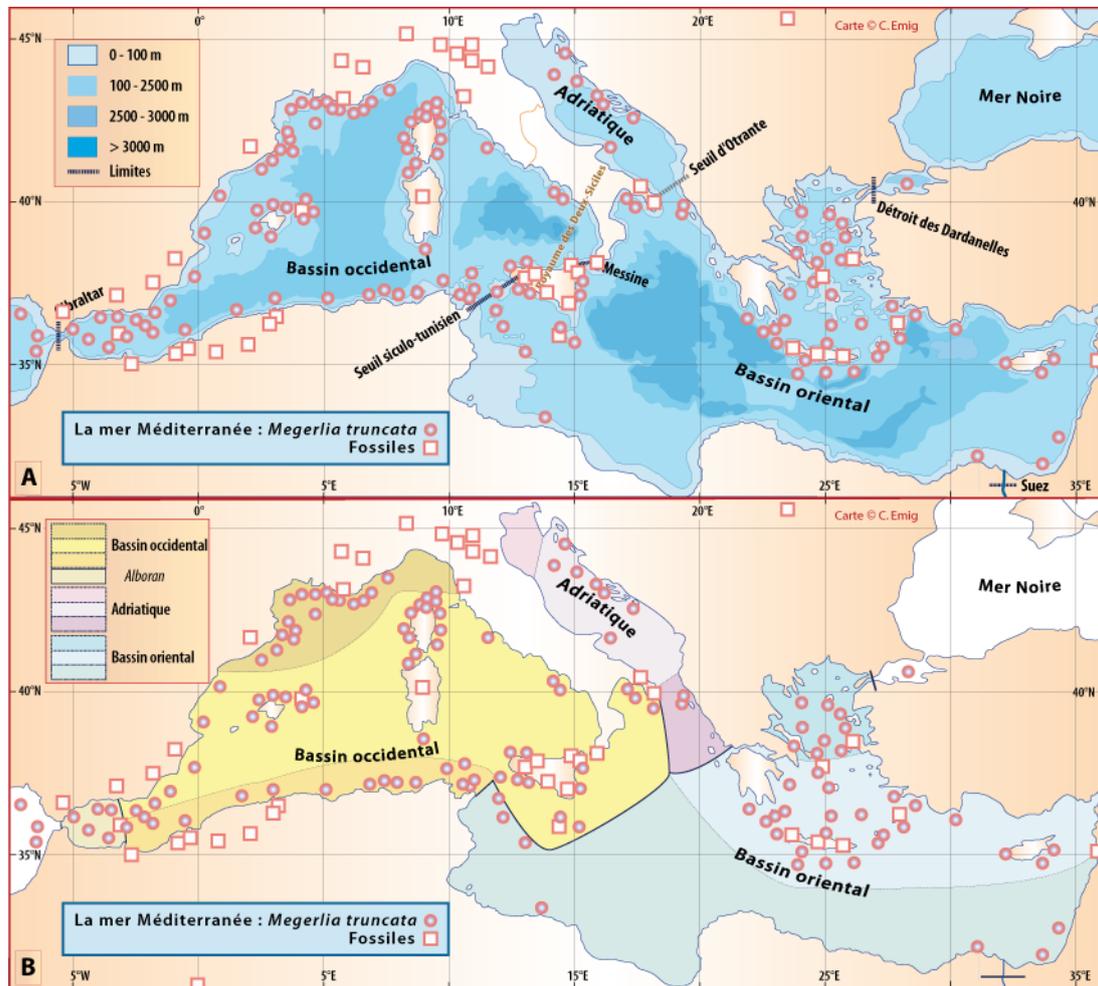


Figure 5-9. Répartition de *Megerlia truncata* en mer Méditerranée, ainsi que les signalisations de formes fossiles. A. et B. voir Fig 5-3 pour la légende des fonds de cartes.



Planche 2. **A-B** : branches du scléactiniaire *Dendrophyllia cornigera*, avec de nombreux brachiopodes (*Novocrania anomala*, *Megerlia truncata*, *Platidia anomioides*), st. BM 30 (Corse), A 36, A 91 (Provence). **C** : *Megerlia* fixée sur *Novocrania*. **D** : Fond rocheux (-255 m) au large de l'île de Porquerolles (Provence, France), avec *Novocrania anomala*, *Megathiris detrunctata* et de nombreuses *Megerlia truncata*, dont certaines présentent la forme *monstruosa* avec déformation de la coquille en fonction du substrat. © Clichés C.C. Emig.

>>

Planche 2 (suite). **E** : Thanatocœnose würmienne à *Venus casina* Linné, 1758, vers 230 m de profondeur avec *Gryphus vitreus* (plongée en submersible au Banc du Magaud, BraProv 2 ; Emig, 1987). **F** : Extrait d'enregistrement vidéo au cours de la plongée en submersible au large de l'île de Porquerolles, BraProv 10 ; Emig & & García-Carrascosa, 1991). **G** : *Gryphus* photographié par un ROV à 470 m de profondeur dans le canyon du Cap Sicié (près de Toulon) lors de la campagne MedSeaCan (Goujard & Fourt, 2012). © Cliché Agence des aires marines protégées.



**Nota:** De nombreuses photographies de diverses espèces de brachiopodes sont en ligne à <http://paleopolis.rediris.es/LOPH-Album/>

## 6. Distribution d'*Ostreobium* dans les coquilles de *Gryphus*

La première signalisation de l'algue verte unicellulaire perforante *Ostreobium quekettii* Bornet et Flahaut, 1889 dans la coquille de *Gryphus vitreus*, une espèce strictement bathyale, a été faite en mer Méditerranée par Fredj & Falconetti (1977), puis étudiée par Fredj-Reygrobellet & Fredj (1982). *O. quekettii*, considérée comme une espèce cosmopolite, est perforante dans des coquilles de mollusques et de brachiopodes ; elle se reproduit par des zoospores à quatre flagelles (voir Kornmann & Sahling, 1980 ; Cormaci *et al.*, 2014).

Les coquilles de *Gryphus vitreus* ne sont révélées être rarement infestées le long des côtes continentales françaises (Emig, 1989c), à l'exception d'individus provenant des environs des Îles d'Hyères. Plus à l'ouest de ces îles, les eaux sont relativement turbides, avec une pénétration de la lumière fortement réduite en liaison avec le courant ligure qui est la composante nord du courant anticyclonique circulant dans le bassin occidental de la mer Méditerranée. Ce courant ligure draine d'Est à l'Ouest, le long des côtes, les importants rejets en mer des villes et des fleuves d'Italie et de France et ensuite vers les côtes espagnoles.

En revanche, la limpidité des eaux est meilleure en Corse où des nombreux *Gryphus* infestés ont été récoltés dans de très nombreuses stations de dragages et de chalutages, notamment le NW et NE de la Corse et au Nord du Cap Corse (Fig. 6-1) (Emig, 1985a, 1989a) : huit radiales ont été choisies, représentant les différents profils géomorphologiques et zones de densités de *G. vitreus* (Fig. 4-1, 4-3) ; les comptages de *Gryphus* ont été faits en se basant sur la couleur des coquilles : blanche estimée sans infestation, verdâtre à vert avec *Ostreobium*. Les données brutes sont indiquées dans les tableaux du chapitre 8.

Les résultats en *Gryphus* verts (Fig. 6-1) sont brièvement commentés. Globalement, les pourcentages sont faibles à nul dans la zone 1 (Fig. 4-3), ce qui peut être expliqué par l'effet de seuil qui se manifeste au niveau du rebord du plateau continental avec un hydrodynamisme particulier, pouvant être notoirement vertical sur plusieurs mètres, voire une dizaine de mètres. C'est dans les zones 2 et 3 que s'observent les plus forts pourcentages, jusque vers une profondeur d'environ 150 à 200 m, et jusqu'à plus de 300 m au Nord du cap Corse. Plusieurs radiales (Fig. 6-1) demandent quelques explications complémentaires, incluant des similitudes entre les radiales C4, C5 et C8 quant aux conséquences d'envasement, ce qui peut être un cas de taphonomie (Emig, 1989c, 2002).

- **Radiale C6N.** L'extension en profondeur des *Gryphus* verts est la plus importante, jusqu'à 310-315 m, car le plateau continental au Nord du Cap Corse est soumis à un fort hydrodynamisme, avec une faible turbidité en profondeur, liée à son éloignement des côtes.
- **Radiale C4.** Suite à de nombreux feux de forêts dans l'arrière-pays en Balagne (Emig, 1989c), il s'est produit un envasement du plateau et du rebord de la pente continentale, jusque vers 135 m de profondeur, avec une influence s'étendant sur tout le plateau « offshore » jusque vers 150 m. Cela a induit une baisse sensible de la densité des individus vivants de *G. vitreus* et une diminution nette des coquilles de *G. vitreus* infestées par des *Ostreobium*, comme pour la radiale C 5.
- **Radiale C5.** Entre 1985 et 1987, Emig (1989c, 1990) mentionne une importante mortalité de *G. vitreus*, avec forte baisse de la densité jusque vers 170-180 m de profondeur ; au-delà, on retrouve une densité normale de *G. vitreus* (environ 250-300 individus par dragage). La présence de coquilles infestées par l'*Ostreobium* est limitée à 130-135 m. Cette radiale est située à proximité d'un canyon sous-marin. L'origine de l'envasement pourrait être liée à de fortes décharges terrigènes par suite de la brutale déforestation par le feu des massifs montagneux côtiers environnants.
- **Radiale C8.** L'envasement de la radiale C8 provient probablement de la proximité de l'embouchure du fleuve Le Golo avec des décharges alluvionnaires, ainsi que des « graus » de l'étang de Biguglia (Emig, 1989c). Sa densité en *Gryphus* est faible avec un peu de coquilles infestées par *Ostreobium*.

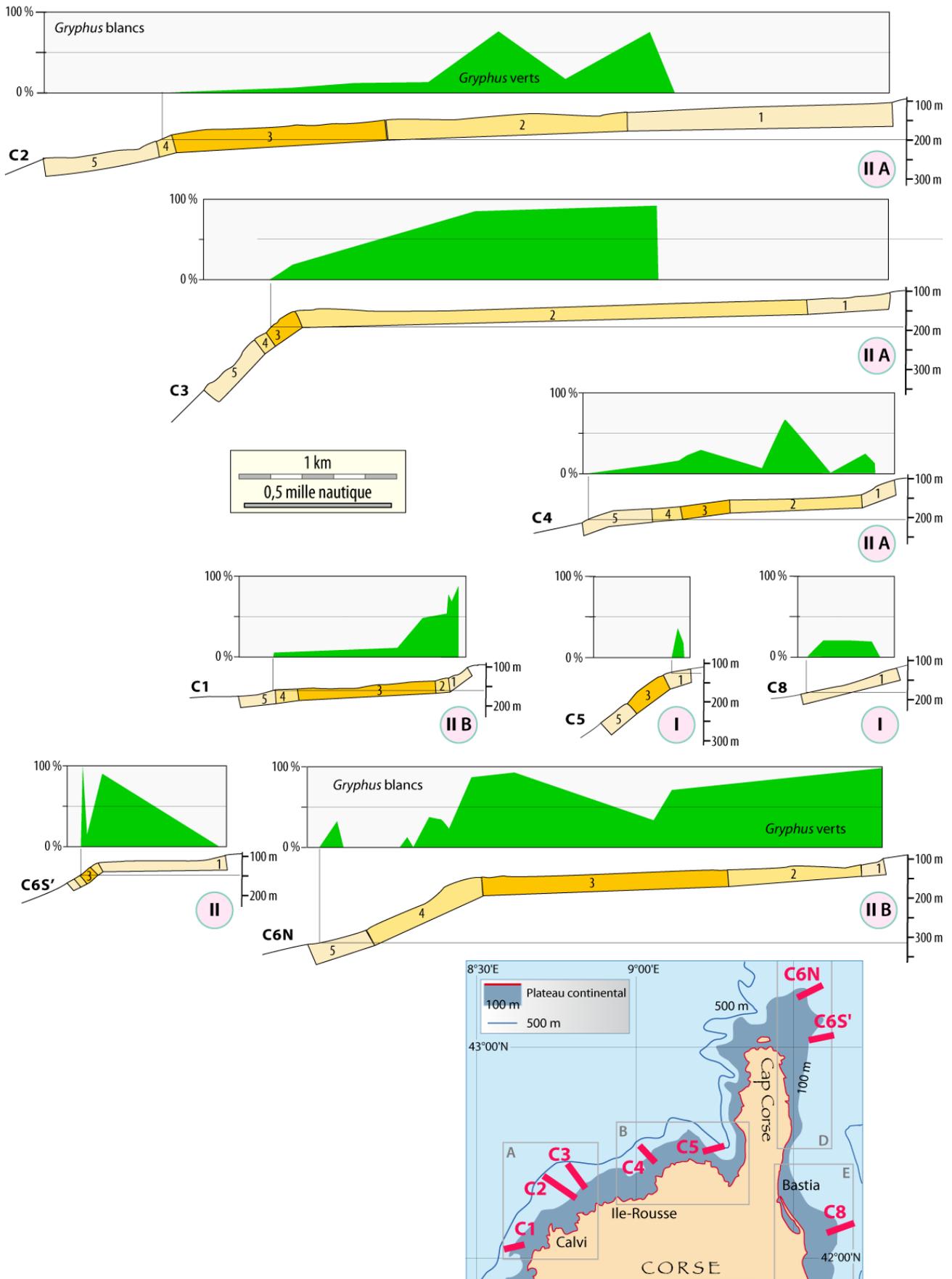


Fig. 6-1. Localisation des radiales avec les pourcentages de *Gryphus* « verts » le long du profil de chaque radiale avec les densités de *Gryphus* (voir explication Fig. 4-3).

## 7. La limite du système phytal : *Gryphus* comme marqueur

La limite biologique entre le système phytal et aphytal<sup>13</sup>, définie par la flore et la faune benthique, fut un débat au cours du siècle dernier, qui n'a guère évolué depuis. En résumé, selon Pérès & Picard (1964) : « l'ensemble des quatre étages... constitue le *système littoral*, ou encore puisqu'il est caractérisé par la présence de végétaux benthiques chlorophylliens, le *système phytal*. » Pérès (1982) mentionne : « In the phytal system four vertical zones may be distinguished. Their names always include the suffix "littoral" » et que l'étage le plus profond dans le système phytal, nommé Circalittoral, a comme limite inférieure « down to the maximal depth consistent with the survival of photoautotrophic multicellular algae. »

Une zone intermédiaire entre le Circalittoral et le Bathyal avec la présence d'algues unicellulaires avait été créée et nommée Bathylittoral par Ercegovic (1957), un terme repris par Pérès & Picard (1964). Puis, Pérès (1982) intègre cette zone dans le Circalittoral, tout en la considérant comme une transition et en précisant « a true bathylittoral zone with specific organismic assemblages does not exist. » Bien des auteurs ont continué à se conformer à cette vision, comme Falconetti (1980), Bellan-Santini (1983), Bellan-Santini *et al.* (1994), Pergent *et al.* (2007), Dauvin (comm. pers.), et se retrouve dans divers dictionnaires biologiques, comme le glossaire Ifremer (voir [http://envlit.ifremer.fr/infos/glossaire/e/etages\\_benthiques](http://envlit.ifremer.fr/infos/glossaire/e/etages_benthiques)), l'étage Bathyal étant lui considéré comme faisant partie du système aphytal.

Ce n'est qu'avec les nombreuses campagnes en mer faites dans le cadre du programme RCP-CNRS 728 (1983-1989), avec une approche multidisciplinaire, que la position de cette zone dite intermédiaire a été définie comme étant le Bathyal supérieur (Emig, 1989a, 1989b, 1997a ; Laubier & Emig, 1993 ; Emig & Geistdoerfer, 2004). En conséquence, la limite du système phytal s'avère indépendante de l'étagement, de la bathymétrie et de la distribution des seuls organismes pluricellulaires photosynthétiques benthiques.

En fait, la limite au niveau du rebord du plateau continental entre le Circalittoral et le Bathyal n'est pas liée à l'éclairement, mais à un changement de facteurs (donc de biotope dans le cas présent), parmi lesquels l'éclairement ne peut être retenu, ni utilisé comme facteur discriminant. Cette limite marque (ou n'est que) le passage du domaine littoral au domaine profond (Emig, 1997a), pas entre le système phytal et aphytal. Car la limite entre ces deux systèmes est fonction de la turbidité des eaux.

Les résultats sur la présence de l'algue verte unicellulaire *Ostreobium* dans les coquilles de *Gryphus* (voir chapitre 6, ci-dessus) a permis de reprendre le débat sur la limite du système phytal en confirmant nos propos ci-dessus : la distribution des coquilles avec *Ostreobium* est bien liée à la pénétration en profondeur. Pratiquement absentes sur les côtes provençales à cause de la turbidité des eaux, ces coquilles sont présentes en Corse jusque vers 150-200, voire 300 m (Fig. 6-1).

Il est généralement admis que la limite inférieure du système phytal correspond à une irradiance de 1%. La mesure de cette limite ne peut se faire que par l'extension de microalgues ou algues unicellulaires photosynthétiques (Tett, 1990) ; le cas d'*Ostreobium* est un bon exemple permettant d'utiliser une espèce benthique. Si on lit souvent que cette limite se situe vers 200 m, il faut rappeler que sa profondeur n'est valable qu'au seul lieu de la mesure, en attestent ses variations bathymétriques en Corse (Fig. 6-1).

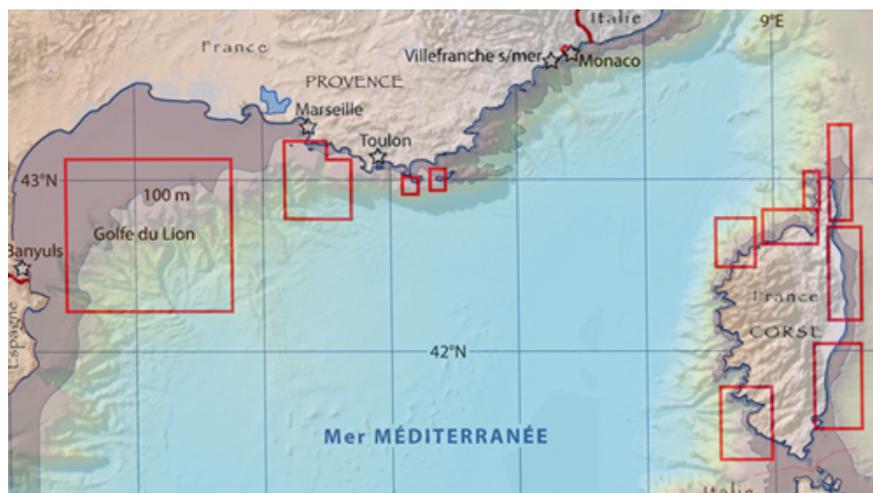
---

<sup>13</sup> Aussi nommée zone photique et zone aphotique.

## 8. Cahiers des stations

Liste des cahiers de stations et des récoltes de brachiopodes : Tableaux 3 à 10.

Provence	chapitre 8 : stations	chapitre 9 : cartes
BraProv 0-10	Tableau 3 et Tableau 4	Figures 9-2, 9-3
IsoBra et DEPROG	Tableau 5	Figures 9-1, 9-2
Corse		
BraCors 1-6	Tableau 6 et Tableau 7	Figures 9-4, 9-5, 9-6, 9-7, 9-8
BathyMed	Tableau 8 et Tableau 9	Figures 9-4, 9-5, 9-6
Meditis 2-4	Tableau 10	Figures 9-4, 9-7



**Tableau 3 :** Campagnes BraProv (CNRS ; chef de mission : Christian C. Emig). Figures 9-2 et 9-3. [Légende en fin de tableau]

Campagnes et Stations	Zone	Prof [D - F]	Cap	Distance	Latitude N [D]	Longitude E [D]	Latitude N [F]	Longitude E [F]	Engins	Brachiopoda
0 A 1		0	70		43°07'36	5°32'12			DF	B
0 A 2		160	80		43°06'27	5°32'12			DF	B
0 A 3			0		43°07'24	5°33'30			DF	B
0 A 4		145	0		43°07'03	5°33'42			DF	B
0 A 5		160	45		43°06'30	5°33'36			DF	B
0 A 6		250 220	45		43°06'42	5°30'12			DF	B
1 A 1		120 ?	0		43°07'27	5°33'24			DF	
1 A 2		240 130	0		43°06'54	5°33'21			DF-	B
1 A 3		140 100	45		43°06'45	5°33'36			DF	B
1 A 4		240 ?	45		43°06'39	5°34'21			DF	B
1 A 5		250 240	90		43°03'18	5°30'18			DF-	
1 A 6		250 280	90		43°03'18	5°30'18			DF-	B
1 A 7		250 ?	90		43°03'12	5°30'21			DF-	
1 A 8	B	220 150	270		43°01'35	5°41'05			DF-	
1 A 9	B	180 ?	270		43°01'00	5°41'10			DF	B
1 A 10	B	220 140	270		43°01'20	5°41'20			DF	
1 A 11	B	200 ?	270		43°00'20	5°40'10			DF	B
1 A 12	B	210 230	0		42°58'10	5°41'10			DF	
1 A 13	B	250 160	45°		42°58'24	5°36'24			DF	B
1 A 14	B	280 155	45		42°58'48	5°35'42			DF	B
1 A 15	B	250 155	45		42°59'36	5°34'51			DF	B
2 TG 16	M	345 70			43°01'57	6°38'45			SUBM	B
3 A 17	B	200 140	45		43°00'18	5°35'06			DF-	B

3	A 18	B	200	160	60		42°58'30	5°36'30			DF	B
3	A 19	B	160	180	340		42°58'51	5°35'51			DF	B
3	A 20	M	110	105	250		43°02'21	6°38'24			DF	B
3	A 21	M	120	110	250		43°02°06	6°38'09			DF	
3	A 22	M	120	130	70		43°01'51	6°38'00			DF	B
3	A 23	M	120	?	250						DF-	
3	A 24	M	120	160	250		43°01'12	6°37'51			DF	B
3	A 25	M	245	235	40		43°01'12	6°37'27			DF-	B
3	A 26	M	245	210	240		43°00'48	6°36'06			D-	B
3	A 27	M	200	120			43°02'09	6°38'36			DF-	B
3	A 28	M	380	420			43°02'00	6°39'24			DF	
3	A 29	M	180	120	260		43°02'18	6°39'00			DF	B
3	A 30	PC	220	160	260		43°58'18	6°23'00			DF	B
3	A 31	PC	180	120	260		43°58'06	6°22'24			DF	
3	A 32	PC	120	110	250		43°58'36	6°22'30			DF	B
3	A 33	PC	330	360	220		43°57'48	6°20'24			A-	
3	A 34	B	160	170			42°59'24	5°35'39			DF	
3	A 35	B	180	260	130		42°58'42	5°36'09			DF-	B
3	A 36	B	175	180	160		42°53'36	5°36'24			DF	B
3	A 37	B	320	360			42°58'21	5°36'03			D	
3	A 38	B	360	360	90		42°59'18	5°33'42			D	
3	A 39	B	180	155	340		43°00'54	5°33'24			DF	B
4	CL 40		110	140			43°40.64	7°18.71	43°41.15	7°18.90	ROV	
4	CL 41		200	55	325		43°41.42	7°24.86	43°41.97	7°24.26	ROV	
4	CL 42		430	380	230		43°41.30	7°26.13	43°40.94	7°24.93	ROV	
5	A 44	B	140	140	340		43°01.35	5°33.65			DF	
5	A 45	B	140	140	310		43°01.35	5°33.65			DF	B
5	A 46	B	150	140	130		43°01.20	5°33.60			DF	B
5	A 47	B	140	150	130		43°01.20	5°33.60			D-	
5	A 48	B	130	125	330		43°01.85	5°34.30			D	B
5	A 49	B	130	125	140		43°01.95	5°34.45			L	B
5	A 50	B	140	140	330		43°02.00	5°33.50			C	
5	A 51		140	170	310		43°05.80	5°33.75			C-	
5	A 52	B	155	160	120		43°00.50	5°34.70			C	B
5	A 53	B	160	165	320		43°00.50	5°34.60			L	
5	A 54	B	160	160	330		43°00.70	5°34.20			D	B
5	A 55	B	250	260	330		42°59.65	5°34.40			D	B
5	A 56	B	220	260	290		43°00.25	5°33.30			L	
5	A 57	B	240	230	290		42°59.90	5°33.90			C-	B
5	A 58		240	280	340		43°06.05	5°31.60			D-	
6	CL 59	PC	120	96	70		42°58.74	6°23.67	42°58.95	6°24.00	DF	B
6	CL 60	PC	170	140	260		42°58.62	6°23.64	42°58.62	6°23.26	D-	B
6	CL 61	PC	250	130	300		42°58.10	6°21.95	42°58.32	6°21.07	DF	B
6	CL 62	PC	150	160	85		42°58.30	6°21.24	42°58.28	6°21.74	DF	B
6	CL 61	PC	160	160	130		42°58.30	6°21.67	42°57.65	6°22.42	L	
6	CL 64	PC	1000	800	60		42°56.23	6°22.75	42°56.40	6°23.00	D-	
6	CL 65	PC	1000	800	60		42°56.42	6°22.93	42°56.59	6°23.42	D-	
6	CL 66	P	130	129	110		42°58'30	6°06'57	42°58.47	6°06.56	DF	B
6	CL 67	P	132	132	285		42°58'19	6°07'07	42°58.17	6°07.55	DF	B
6	CL 68	P	132	132	105		42°58'20	6°06'43	42°58.40	6°06.25	L	
6	CL 69	P	132	132	285		42°58'12	6°06'55	42°58.07	6°07.37	D	
6	CL 70	P	132	132	160		42°58'34	6°06'38	42°58.40	6°06.10	C-	
6	CL 71	P	125	132	280		42°57'35	6°08'54	42°57.49	6°09.34	C	B
6	CL 72	P	230	212	85		42°57'04	6°07'06	42°57.18	6°06.33	DF	B
6	CL 73	P	320	180	270		42°57'17	6°06'47	42°57.20	6°07.69	L	

6	CL 74	P	410	375	90		42°56.70	6°07.46	42°56.56	6°07.97	D-	
6	CL 75	P	400	310	120		42°56'11	6°08'37	42°56.56	6°08.19	DF-	
6	A 76	P	320	350	110		42°55'31	6°09'44	42°55.93	6°09.08	L	
6	CL 77	P	280	230	45		42°55.32	6°10.76	42°55.78	6°11.22	DF-	B
6	CL 78	P	900	590	45		42°55.35	6°12.57	42°56.16	6°13.41	DF-	
6	CL 79	P	400	270	235		42°55'56	6°11'49	42°56.07	6°13.29	L	
6	CL 80	P	1200	1100	310		42°54'51	6°07'55	42°54.22	6°09.56	D-	
7	A 81	B	130	130	110		43°01.75	5°35.00			D-	
7	A 82	B	130	133	320		43°01.60	5°35.10			D	B
7	A 83	B	145	140	320		43°01.65	5°34.60			DF	B
7	A 84	B	145	140	325		43°01.85	5°34.50			DF	B
7	A 85	B	130	135	320		43°02.30	5°33.80			L	
7	A 86	B	135	140	320		43°01.95	5°34.40			C-	
7	A 87	B	140	140	310		43°01.95	5°34.40			C	B
7	A 88	B	190	180	115		43°00.10	5°34.15			D	B
7	A 89	B	200	195	305		42°59.10	5°33.85			DF	B
7	A 90	B	190	210	310		42°59.10	5°33.65			L	
7	A 91	B	195	200	290		42°59.10	5°33.40			C-	B
7	A 92	B	245	250			42°59.40	5°33.25			D-	
7	A 93	B	245	250			42°59.70	5°32.90			D-	
7	A 94	B	250	260			42°59.65	5°33.15			DF	B
7	A 95	B	245	280			42°59.60	5°33.05			L	
7	A 96	P	150	145	325		42°57.20	6°08.25			D	
7	A 97	P	155	145			42°57.20	6°08.25			DF	B
7	A 98	P	150	140			42°57.20	6°07.50			L	
7	A 99	P	170	220	310		42°51.25	6°07.10			D	
7	A 100	P	195	210	120		42°57.20	6°07.30			DF-	B
7	A 101	P	220	190	115		42°57.15	6°08.10			L	
7	A 102	P	143	138	100		42°58.00	6°07.90			DF	B
7	A 103	P	128	130	340		42°58.40	6°07.60			DF	B
7	A 104	P	260	220	300		42°57.05	6°08.10			DF	B
7	A 105	P	280	260	100		42°57.05	6°07.70			D	
7	A 106	P	240	260	300		42°57.10	6°07.30			L	
7	A 107	P	125	120	140		42°57.30	6°09.40			DF	B
7	A 108	P	150	140	320		42°57.00	6°08.90			D	
8	TG 109	B	420	150	0		42°58'43	5°34'30	43°01'13	5°34'28	SUBM	B
9	K 110	B	445	469	310	0.20	42°59.00	5°33.00	42°59.00	5°32.80	DF	
9	K 111	B	537	546	95	0.18	42°58.83	5°33.54	42°58.78	5°33.78	D-	
9	K 112	B	439	463	275	0.12	42°59.06	5°32.98	42°59.08	5°32.82	D-	
9	K 113	B	473	475	100	0.69	42°58.88	5°33.45	42°58.63	5°34.37	L	
9	K 114	B	362	378	300	0.15	42°59.04	5°34.06	42°59.06	5°33.88	DF	
9	K 115	B	353	358	130	0.20	42°58.48	5°35.15	42°58.30	5°35.41	D	
9	K 116	B	352				42°58.28	5°35.57			B	
9	K 117	B	300	302	260	0.19	42°59.23	5°34.58	42°59.41	5°34.34	D	
9	K 118	B	302				42°59.41	5°34.34			B	B
9	K 119	B	270	259	120	0.61	42°59.11	5°34.97	42°58.69	5°35.74	L	
9	k 120	B	151	149	310	0.16	43°00.18	5°34.71	43°00.53	5°34.58	DF	
9	K 121	B	147				43°00.70	5°34.49			B	
9	K 122	B	146	149	150	0.17	43°00.45	5°34.91	42°59.64	5°35.49	L	
9	K 123	B	148	147	310	0.20'	43°00.05	5°35.20	43°00.36	5°34.97	D	
9	K 124	B	147	149	150	0.82'	43°00.00	5°35.20	42°59.48	5°36.06	C	B
9	K 125	B	155	160	290	0.82	42°59.10	5°35.60	43°00.14	5°34.59	C	B
9	K 126	B	166				43°00.49	5°33.80			B	
9	K 127	B	191	189	290	0.21	43°00.54	5°33.37	43°00.71	5°33.12	D	B
9	K 128	B	192				43°00.59	5°33.22			B	
9	K 129	B	188	170	130	0.76	43°00.35	5°33.90	42°59.91	5°35.00	L-	

9	K 130	B	118	119	270	0.15	43°02.10	5°34.80	43°02.29	5°34.44	DF	B
9	K 131	B	115	120	0	0.16	43°03.00	5°33.80	43°03.32	5°33.83	DF	B
9	K132	P	170	193	90	0.17	42°57.22	6°08.00	42°56.94	6°08.18	D-	B
9	K 133	P	200				42°57.21	6°08.03			B	
9	K 134	P	190	200		0.17	42°57.30	6°06.90	42°57.22	6°06.62	DF	B
9	K 135	P	133	126		0.14	42°58.16	6°08.11	42°58.11	6°07.49	DF-	
9	K 136	P	132				42°57.86	6°08.41			B	
9	K 137	P	131	130	315	0.14	42°58.04	6°08.06	42°58.16	6°07.89	DF	B
9	K 138	P	131	129	127	0.76	42°58.14	6°07.94	42°57.67	6°08.56	L	
9	K 139	P	302	294	280	0.32	42°57.00	6°07.84	42°57.05	6°07.31	D	
9	K 140	P	180	183	270	0.29	42°57.27	6°07.22	42°57.24	6°06.84	SF	B
9	K 141	P	183				42°57.24	6°06.84			B	
9	K 142	P	387	395	90	0.15	42°56.68	6°07.88	42°56.61	6°07.94	D-	
9	K 143	P	395				42°56.61	6°07.94			B	
9	K 144	P	415	419	140	0.18	42°56.50	6°08.00	42°56.36	6°08.10	DF	
9	K 145	P	393	457	320	0.77	42°56.50	6°07.50	42°56.75	6°06.96	L	
9	K 146	P	100	99	350	0.21	42°59.00	6°08.73	42°59.29	6°08.52	DF	
9	K 147	P	99				42°59.26	6°08.47			B	
9	K 148	P	129	130	130	0.53	42°58.85	6°07.00	42°58.41	6°07.55	C	B
10	TG 149	P	600	80	20		42°56.000	6°07.20	42°59.40	6°09.20	SUBM	B

Profondeurs en mètres et coordonnées du début [D] et fin [F] de traict sur le fond. Les distances sont en milles nautiques.

BRAPROV 0 : mars 1983 (N/O Antedon)

BRAPROV 1 : 28 février au 2 mars 1983 (N/O Antedon)

BRAPROV 2 : 27 janvier 1986 (BISM Triton & SMI Griffon)

BRAPROV 3 : 11 au 14 décembre 1986 (N/O Antedon)

BRAPROV 4 : 12 au 16 janvier 1987 (N/O Catherine-Laurence & ROV Modea)

BRAPROV 5 : 4 au 6 mars 1987 (N/O Antedon)

BRAPROV 6 : 30 mars au 3 avril 1987 (N/O Catherine-Laurence)

BRAPROV 7 : 1 au 5 juin 1987 (N/O Antedon)

BRAPROV 8 : 22 octobre 1987 (BISM Triton & SMI Griffon)

BRAPROV 9 : 16 au 25 novembre 1987 (N/O Korotneff)

BRAPROV 10 : 13 octobre 1989 (BISM Triton & SMI Griffon)

Engins de prélèvement : B = benne Shipeck ; C = petit chalut à perche (2m de large) ; D = drague Charcot-Picard avec caleçon (toile de jute) ; DF = drague Charcot-Picard (sans caleçon) avec un filet de 10mm de maille, protégé par un filet de 10 à grosse maille ; L = luge ; ROV = remotely operated vehicle ou véhicule sous-marin téléguidé ; SUBM = submersible. - : indique un prélèvement incomplet ou vide (avarie).

**Tableau 4** : Répartition des brachiopodes (en nombre d'individus) dans les stations des campagnes BraProv (Tableau 3). Figures 9-2 et 9-3. Dans certaines stations, des comptages ont été effectués sur les *Gryphus* selon la couleur de la coquille blanche ou verte colonisées par l'algue *Ostreobium*. Pour la légende complète : voir Tableau 3.

Campagne et Stations	Zones	Profondeur [ D - F ]	Dist [milles]	Engins	<i>Gryphus</i>	<i>Gryphus</i> b / v	<i>Terebratulina</i>	<i>Megerlia</i>	<i>Megathiris</i>	<i>Novocrania</i>	<i>Platidia</i>
0	A1	0		DF							
0	A2	160		DF							
0	A3			DF							
0	A4	145		DF							
0	A5	160		DF							
0	A6	250	220	DF							
1	A 2	240	130	DF-	10		10	10			
1	A3	140	100	DF	10						
1	A4	240	?	DF	60						
1	A6	250	280	DF-			40	10		10	
1	A 9	B	180	?	DF	10				2	
1	A 11	B	200	?	DF	20				40	

1	A 13	B	250	160		DF	90		2	15		1		
1	A 14	B	280	155		DF	25							
1	A 15	B	250	155		DF	100		60	60				
2	TG 16	M	345	70		SUBM	+++							
3	A 17	B	200	140		DF-	20	/0						
3	A 18	B	200	160		DF	4	/0	1					
3	A 19	B	160	180		DF	49	40/9						
3	A 20	M	110	105		DF	38	6/32	2	12		1		
3	A 22	M	120	130		DF	34	19/15	6	14	7	3		
3	A 24	M	120	160		DF	56	44/12	25	67	16			1
3	A 25	M	245	235		DF-	7	/0						
3	A 26	M	245	210		D-				40	20			60
3	A 27	M	200	120		DF-	10	8/2						
3	A 29	M	180	120		DF	140	/0	4	17				
3	A 30	PC	220	160		DF	10	/0	2					
3	A 32	PC	120	110		DF	2	/0		1				
3	A 35	B	180	260		DF-	5	/0						
3	A 36	B	175	180		DF	10	/0	3	14				
3	A 39	B	180	155		DF	137	/0						
5	A 45	B	140	140		DF	24	/0		4				
5	A 46	B	150	140		DF	6	/0						
5	A 48	B	130	125		D	1	/0						
5	A 49	B	130	125		L	300			2	6	1		2
5	A 52	B	155	160		C	2000		4	8		4		
5	A 54	B	160	160		D	1	/0						
5	A 55	B	250	260		D	3	/0						
5	A 57	B	240	230		C-	68	/0	2	5		2		
6	A 59	PC	120	96		DF	5	/0	12	25				
6	A 60	PC	170	140		D-	20	/0	20	20				
6	A 61	PC	250	130		DF	5	/0	5	8				
6	A 62	PC	150	160		DF	20	/0	20	20				
6	A 66	P	130	129		DF	70	/0		1				
6	A 67	P	132	132		DF	250	/0						
6	A 71	P	125	132		C	1500		1	5		1		
6	A 72	P	230	212		DF	10	/0						
6	A 77	P	280	230		DF-	2	/0						
7	A 82	B	130	133		D	20							
7	A 83	B	145	140		DF	22	/0						
7	A 84	B	145	140		DF	85	83/2		5		2		
7	A 87	B	140	140		C	>1000		2	60	1			
7	A 88	B	190	180		D	10		10	10	10			
7	A 89	B	200	195		DF	163							
7	A 91	B	195	200		C-	20		2	20	10			
7	A 94	B	250	260		DF	20							
7	A 97	P	155	145		DF	127							
7	A 100	P	195	210		DF-	12							
7	A 102	P	143	138		DF	55							
7	A 103	P	128	130		DF	52							
7	A 104	P	260	220		DF	2							
7	A 107	P	125	120		DF	33							
	TG													

8	109	B	420	150		SUBM	+++
9	K 118	B	302			B	12
9	K 124	B	147	149	0.82	C	80
9	K 125	B	155	160	0.82	C	80
9	K 127	B	191	189	0.21	D	80
9	K 130	B	118	119	0.15	DF	6
9	K 131	B	115	120	0.16	DF	12
9	K132	P	170	193	0.17	D-	12
9	K 134	P	190	200	0.17	DF	34
9	K 137	P	131	130	0.14	DF	50
9	K 140	P	180	183	0.29	DF	32
9	K 148	P	129	130	0.53	C	500
10	TG 149	P	600	80		SUBM	+++

10	80	40	10	10
10	80	40	10	10

**Tableau 5 :** Campagne IsoBra (CNRS ; chef de mission : Christian C. Emig) avec le N/O Catherine-Laurence: st. IB 2-6 en septembre 1996 et st. IB 9 en mars 1999 - engin: drague Charcot-Picard à filets (DF). Campagne DEPROG (IFREMER) avec le N/O Europe en avril 1996 - engin : chalut à perche. Figures 9-1 et 9-2.

[D] sont les données lors de la mise à l'eau de l'engin ; [F] au moment de la remontée de l'engin. Cap du traict et le nombre de *Gryphus* récoltés. Seules les stations avec brachiopodes sont listées.

Campagne et Stations	Profondeur [ D - F ]		Latitude N [D]	Longitude E [D]	Latitude N [F]	Longitude E [F]	cap °	<i>Gryphus</i>
IsoBra IB 2 DF	128	129	43°02'.54	5°33'.26	43°02'.15	5°33'.71	275	3
IsoBra IB 4 DF	156	157	43°01'.11	5°32'.67	43°01'.44	5°31'.44	280	200
IsoBra IB 6 DF	162	155	43°01'.85	5°30'.55	43°02'.34	5°30'.38	280	200
IsoBra IB 9 DF	155	154	43°02'.29	5°30'.28	43°02'.01	5°30'.69	150	180
DEPROG D-2	986	1030	42°43'.57	4°46'.99	42°42'.55	4°46'.60		2
DEPROG D-3	1129	1193	42°44'.57	4°29'.47	42°43'.90	4°29'.50		5
DEPROG D-4	1096	1179	42°34'.68	4°07'.40	42°33'.37	4°08'.19		4
DEPROG D-5	1136	1157	42°28'.52	4°05'.74	42°27'.66	4°07'.00		3
DEPROG D-6	1600	1630	42°20'.73	3°58'.93	42°19'.92	4°00'.45		1
DEPROG D-14	1153	1275	42°15'.67	3°42'.90	42°14'.27	3°44'.25		1
DEPROG D-17	744	725	42°29'.60	3°40'.34	42°29'.30	3°40'.85		2

**Tableau 6 :** Campagnes BraCors (CNRS ; chef de mission : Christian C. Emig). Figures 9-4, 9-5, 9-6, 9-7 et 9-8. [Légende en fin de tableau]<

Campagnes et Stations	Prof [ D - F ]	Cap	Latitude N [D]	Longitude E [D]	Latitude N [F]	Longitude E [F]	Engin	Brachiopoda
1 CL 1	125 125	50	42°32'.52	8°39'.15	42°33'.01	8°39'.42		B
1 CL 1	130		42°33'.03	8°39'.38			B	
1 CL 1	125 125		42°33'.03	8°39'.38	42°32'.50	8°39'.18		B
3 CL 1/2	146 150	0	42°32'.53	8°39'.15	42°33'.21	8°39'.10		B
3 CL 1/2	153 148	180	42°33'.21	8°39'.10	42°33'.00	8°39'.12	B	
1 CL 2	125 135	0	42°32'.58	8°39'.08	42°33'.35	8°39'.07		B
1 CL 2	135		42°33'.35	8°39'.07			B	
4 CL 2-85	125 130	10	42°32'.48	8°39'.06	42°33'.39	8°38'.47	B-	
4 CL 2-85	135 140	220	42°33'.48	8°38'.46	42°33'.37	8°38'.16		B
1 CL 3	130 130	25	43°33'.27	8°39'.03	43°33'.40	8°39'.13		B
1 CL 4	138 130	80	43°34'.22	8°40'.08	43°34'.27	8°40'.37		B
1 CL 4	138		43°34'.23	8°40'.32			-	
1 CL 5	120 120	202	42°34'.15	8°41'.03	42°33'.38	8°40'.55	C	
1 CL 6	140 135	120	42°33'.59	8°39'.50	42°33'.48	8°40'.13	-	

1 CL 7	120 100	120	42°33'32	8°40'35	42°33'10	8°41'12	C	
1 CL 8	135 130	72	42°34'06	8°39'30	42°34'13	8°40'00	C-	
1 CL 9	130 130	72	42°34'15	8°40'08	42°34'20	8°40'30		B
1 CL 10	130 105	76	42°34'34	8°41'05	42°34'37	8°41'28		B
1 CL 11	130 110	76	42°34'36	8°41'27	42°34'37	8°41'35		B
1 CL 12	110		42°34'35	8°41'23			B	
1 CL 12	125 105	76	42°34'36	8°41'27	42°34'37	8°41'23		B
1 CL 13	120 100	90	42°31'41	8°36'38	42°31'43	8°37'16		B
4 CL 13-1	140	100	42°31'18	8°35'43	42°31'17	8°35'46		B
4 CL 13-2	150 160	210	42°31'42	8°35'18	42°31'18	8°35'06		B
4 CL 13-3	130 110	40	42°31'51	8°36'15	42°32'04	8°36'34	DF-	
4 CL 13-4	115 120	220	42°32'12	8°36'52			DF-	
4 CL 13-5	130 135	220	42°31'29	8°36'18	42°31'47	8°36'28	DF	
4 CL 13-6	125 125	70	42°32'09	8°37'12				B
4 CL 13-7	110 115		42°31'57	8°37'17	42°31'50	8°36'34		B
4 CL 13-8	110 115	220	42°31'54	8°37'17			DF-	
4 CL 13-9	115 120	220	42°32'09	8°37'17			DF-	
4 CL 13-10	120 125	240	42°31'57	8°36'57	42°31'53	8°36'49	DF	
4 CL 13-11	120 120	60	42°31'56	8°37'06	42°32'00	8°36'16		B
4 CL 13-12	105 110	240	42°31'48	8°37'01	42°31'43	8°36'42	DF	
5 CL 13-13	140 140	25	42°31'48	8°36'00	42°32'18	8°36'42		B
5 CL 13-14	135 135	25	42°31'42	8°36'30	42°32'18	8°36'48		B
5 CL 13-14	136		42°32'18	8°36'48			B	
5 CL 13-15	117		42°31'42	8°34'30				B
5 CL 13-16	128 115		42°31'27	8°36'33	42°31'54	8°36'77		B
5 CL 13-17	142 137		42°31'48	8°36'00	42°32'30	8°37'15	D*	
5 CL 13-18	125 125	70	42°31'47	8°37'00	42°32'08	8°37'27		B
5 CL 13-19	107 98	70	42°31'50	8°37'00	42°31'47	8°37'17		B
5 CL 13-20	135 127	70	42°32'17	8°37'10	42°32'21	8°37'37		B
5 CL 13-21	123 110	70	42°31'43	8°36'43	42°31'50	8°37'10		B
1 CL 14	115 105	70	42°31'06	8°36'56	42°31'03	8°37'28		B
1 CL 14	105		42°31'02	8°37'30			B	
3 CL 14	140 85	90	42°31'05	8°36'55	42°31'33	8°37'43		B
1 CL 15	100 95	90	42°30'41	8°36'42	42°30'42	8°37'06		B
1 CL 15	95		42°30'42	8°37'06			B	
3 CL 15	110 98	90	42°30'42	8°36'38	42°30'40	8°37'22		B
3 CL 15bis	150 97	90	42°30'45	8°36'27	42°30'43	8°37'19		B
3 CL 15bis	96		42°30'38	8°37'05			B	
3 CL 15b2	155 139	90	42°30'45	8°36'27	42°30'55	8°36'52		B
3 CL 15b3	160 143	90	42°30'45	8°36'23	42°30'38	8°36'35		B
3 CL 15b4	160 135	90	42°30'48	8°30'05	42°30'37	8°36'45		B
3 CL 15b5	145		42°32'55	8°39'15			B	
3 CL 15ter	145 97	90	42°30'55	8°36'30	42°30'43	8°37'19	DF-	
3 CL 15-4	110 110	210	42°31'03	8°37'30	42°30'37	8°37'20		B
1 CL 16	140 105	90	42°32'27	8°36'53	42°32'13	8°37'47		B
1 CL 16	105		42°32'13	8°37'47			B	
1 CL 17	130 140	218	42°36'23	8°40'58	42°35'54	8°40'27		B
1 CL 18	130 135	218	42°36'03	8°41'27	42°36'02	8°40'52		B
1 CL 18	130 135		42°36'07	8°40'57			B	
1 CL 19	68 72	240	42°39'24	8°51'55	42°39'12	8°51'30	DF	
1 CL 19	71		42°39'12	8°51'30			B	
1 CL 20	85 90	240	42°39'37	8°51'30	42°39'32	8°51'07	DF	
1 CL 20	90		42°39'32	8°51'07			B	
1 CL 21	93 90	240	42°39'42	8°50'37	42°39'25	8°50'02		B
3 CL 21	105 105	60	42°39'25	8°50'00	42°39'33	8°50'07		B

3 CL 21-2	112 112	60	42°39'33	8°50'07	42°39'46	8°50'12	D	
4 CL 21	100 85	180	42°39'45	8°50'22	42°39'31	8°50'16	DF	
4 CL 21-1	100 95	80	42°39'33	8°48'49	42°39'31	8°49'13	DF	
4 CL 21-2	105 95	180	42°40'	8°50'	42°39'46	8°49'27	DF	
1 CL 22	116 125	245	42°40'29	8°49'15	42°40'23	8°48'50		B
1 CL 22	125		42°40'23	8°48'50				B
1 CL 23	120 130	245	42°40'28	8°48'55	42°40'12	8°48'15		B
1 CL 23	130		42°40'12	8°48'15				B
1 CL 24	160 150	65	42°39'05	8°44'47	42°39'32	8°45'42	C	
1 CL 24	150		42°39'32	8°45'42				B
1 CL 25	123 128	233	42°38'53	8°46'23	42°38'35	8°46'10		B
1 CL 25	126		42°38'44	8°46'25				B
1 CL 26	140 145	235	42°39'08	8°45'00	42°38'54	8°45'33		B
1 CL 26	145		42°39'03	8°46'52				B*
3 CL 26	150 150	55	42°38'54	8°45'33	42°39'17	8°45'47		B
3 CL 26	150 150	205	42°39'17	8°45'47	42°39'04	8°45'38	D	
4 CL 26	135 140	235	42°39'19	8°45'54	42°39'05	8°45'31	B	
4 CL 26-1	155 160	235	42°38'51	8°44'20	42°38'45	8°43'48		B
1 CL 27	165 145	165	42°39'27	8°45'15	42°38'52	8°45'15		B
1 CL 27	148		42°39'08	8°45'18				B
1 CL 28	92 78	180	42°35'40	8°46'08	42°35'17	8°46'06	DF	
1 CL 29	72 68	180	42°35'18	8°46'14	42°34'55	8°46'07	DF	
1 CL 30	300 250	235	42°37'45	8°43'52	42°37'12	8°43'23		B
1 CL 31	200 120	235	42°36'30	8°44'30	42°36'09	8°44'06		B
1 CL 32	110 110	80	42°42'16	8°56'22	42°42'25	8°56'41	DF-	
1 CL 33	?300 200	165	42°41'32	8°59'08	42°40'35	8°59'53'	DF	
1 CL 34	200 150	140	42°45'15	9°00'50			DF-	
1 CL 34'	160 140	140	42°44'52	9°01'05	42°44'13	9°01'13		B
1 CL 34'	145		42°44'17	9°01'09				B
3 CL 34'	?		42°44'50	9°01'05				D*
3 CL 34'1	170 180	170	42°44'50	9°01'05	42°44'08	9°00'57		B
3 CL 34'2	? ?	170	42°44'50	9°01'05	42°44'38	9°01'00	D-	
3 CL 34'3	? ?	170	42°44'38	9°01'00	42°44'12	9°00'47	D-	
3 CL 34'4	? ?	170	42°44'38	9°01'00	42°44'16	9°00'40	D-	
1 CL 35	105 125	40	42°44'15	9°02'00	42°44'36	9°02'15		B
1 CL 35	125		42°44'36	9°02'15				B
3 CL 35-1	150 150	30	42°44'15	9°01'57	42°45'03	9°02'05		B
3 CL 35-2	150 150	180	42°45'03	9°02'05				D*
1 CL 36	?370 210	235	42°41'42	8°58'25	42°41'35	8°38'18	DF-	
1 CL 37	58 55 135		42°43'54	9°02'12	42°43'47	9°03'13	DF	
1 CL 38	117 120	135	42°42'38	9°01'12	42°42'29	9°01'39		B
1 CL 39	?220 180	200	42°42'52	8°57'37	42°42'35	8°57'31		B
1 CL 39	215		42°42'55	8°57'45				B
1 CL 40	115 110	245	42°40'02	8°49'00	42°39'45	8°48'28	DF	
1 CL 40	110		42°40'04	8°48'43				B
1 CL 41	125 125	60	42°40'30	8°48'15	42°41'00	8°49'00		B
1 CL 41	122		42°40'58	8°49'05				B
1 CL 42	135 123	220	42°41'10	8°49'16	42°40'52	8°49'00		B
1 CL 42	125		42°41'00	8°49'07				B
1 CL 43	145 230	230	42°41'34	8°48'12	42°40'53	8°47'40		B
1 CL 43	150		42°41'00	8°47'46				B
1 CL 44	180 136	230	42°41'08	8°46'17	42°40'51	8°45'55		B
1 CL 44	163		42°40'50	8°45'59				B
3 CL 44bis	? ?	55	42°41'07	8°46'16			DF-	
1 CL 45	160 ?	50	42°40'54	8°46'04	42°41'18	8°46'48	DF-	
1 CL 46	170 150	190	42°41'30	8°47'03	42°40'44	8°47'03		B

1 CL 46	149		42°40'46	8°47'04			B	
3 CL 46bis	280 220	55	42°41'21	8°47'00	42°41'18	8°47'00	DF-	
3 CL 46b	280 220	180	42°41'18	8°47'00	42°41'06	8°47'09	D*	
4 CL 46	150 135	160	42°41'15	8°46'49	42°41'10	8°47'17		B
1 CL 47	170 143	180	42°41'37	8°47'08	42°40'46	8°47'44		B
1 CL 47	143		42°40'47	8°47'50			B	
1 CL 48	? ?	170	42°41'50	8°46'21	42°41'15	8°46'48	DF-	
1 CL 49	?150 130	270	42°46'27	9°13'38	42°46'33	9°13'18		B
1 CL 50	135 120	270	42°46'33	9°13'22	42°46'36	9°12'55		B
1 CL 51	? ?	245	42°43'53	9°12'58	42°45'37	9°12'30	DF	
1 CL 52	160 115	245	42°45'37	9°12'33	42°45'28	9°12'05		B
3 CL 52	? ?	250	42°45'36	9°12'17	42°45'30	9°11'53	DF	
3 CL 52-1	? ?	180	42°45'28	9°12'22	42°44'55	9°12'12	DF	
1 CL 53	160 115	245	42°45'28	9°12'08	42°45'25	9°12'05		B
1 CL 54	120 60	245	42°45'30	9°12'15	42°45'23	9°11'38	DF	
1 CL 55	150 115	245	42°45'40	9°12'30	42°45'31	9°12'18	D	
1 CL 56	140 120	245	42°45'33	9°12'23	42°45'28	9°12'06	D	
1 CL 57	? 150	245	42°45'44	9°12'40	42°45'43	9°12'22	DF	
1 CL 58	? 150	245	42°45'42	9°12'34	42°45'35	9°12'23	DF	
1 CL 59	? ?	245	42°45'48	9°12'85	42°45'43	9°12'21	DF-	
1 CL 59'	180 190	245	42°45'45	9°12'36	42°45'43	9°12'21		B
1 CL 60	? 180	200	42°46'00	9°13'52	42°45'32	9°13'26		B
1 CL 61	140 105	185	42°45'25	9°14'26	42°45'08	9°14'25		B
1 CL 62	140 110	205	42°43'55	9°17'30	42°43'35	9°17'12	DF	
1 CL 63	150 105	135	42°47'27	9°18'10	42°47'10	9°18'25		B
1 CL 64	150 77	85	42°47'53	9°19'18	42°47'52	9°19'45	DF	
1 CL 65	140 110	90	42°50'03	9°16'50	42°50'00	9°17'34	DF	
1 CL 66	? ?	125	42°51'53	9°18'04	42°51'42	9°18'31		B
1 CL 67	130 85	20	42°54'08	9°16'52	42°54'25	9°16'56	DF	
1 CL 68	115 95	50	42°54'03	9°17'21	42°54'27	9°17'40		B
1 CL 69	? ?	180	42°55'17	9°17'58			DF-	
1 CL 70	210 130	60	42°57'04	9°18'32	42°57'20	9°18'50		B
1 CL 71	?	210	43°00'54	9°17'46	43°00'40	9°17'35	DF-	
1 CL 72	190 160	210	43°00'45	9°17'30	43°00'37	9°17'15		B
1 CL 73	125 90	180	42°48'05	8°10'00	42°47'54	8°10'11		B
1 CL 74	110 170	205	42°48'08	8°09'32	42°47'43	8°09'22		B
3 CL 74	120 143	180	42°48'08	9°09'32	42°47'24	9°09'12		B
3 CL 74	152 150	180	42°48'08	9°09'32	42°47'57	9°09'15		B
3 CL 74-1	150 110	180	42°47'32	9°08'17	42°46'53	9°07'43		B
3 CL 74-2	150 90	155	42°46'25	9°06'08	42°46'15	9°06'2?		B
3 CL 74-3	200 180	150	Annulé	présence de	filets			B
3 CL 74-4	190 160	90	42°43'38	9°00'20	42°43'35	9°00'35		B
3 CL 74-5	? ?	90	42°43'20	9°00'37	42°43'57	9°01'28	DF	
1 CL 75	? ?	180	42°41'36	8°47'08	42°41'10	8°47'07	DF	
4 CL 75-85	140 135	180	42°41'36	8°47'11	42°41'	8°47'	DF	
1 CL 76	? ?	155	42°41'30	8°47'00			DF	
1 CL 77	? ?	150	42°41'25	8°47'18	42°41'10	8°47'50	DF	
1 CL 78	? ?	180	42°41'25	8°47'18	42°41'00	8°47'22	DF	
2 CL 79	150 95	200	41°38'47	8°49'27	41°58'22	8°49'12	DF	
2 CL 80	150 140	130	41°39'03	8°46'54	41°38'47	8°47'00		B
2 CL 81	150	130	41°38'50	8°46'54	41°38'47	8°47'10	DF-	
2 CL 82	145 115	130	41°38'54	8°47'03	41°38'42	8°47'25	DF	
2 CL 83	123 97	130	41°38'36	8°47'24	41°38'32	8°47'30		B
2 CL 84	100 58	140	41°38'27	8°47'30	41°38'14	8°47'45	DF	

2 CL 85	150 122	110	41°35'47	8°44'33	41°35'44	8°44'55		B
2 CL 86	125 110	110	41°35'42	8°44'55	41°35'40	8°45'12	DF	
2 CL 87	128 110	90	41°35'15	8°44'52	41°35'20	8°45'15		B
2 CL 87bis	110		41°35'18	8°45'05			B	
2 CL 88	100 87	90	41°35'25	8°45'12	41°35'24	8°45'24		B
2 CL 88bis	88		41°35'24	8°45'25			B	
2 CL 89	150 122		41°42'33	8°38'48	41°42'42	8°38'04	DF-	
2 CL 90	105 68		41°47'06	8°41'27	41°47'18	8°42'03	DF-	
2 CL 91	142	40	41°24'18	8°51'00	41°24'24	8°51'11		B
2 CL 92	127 ?	40	41°24'37	8°51'25	41°24'52	8°51'42	DF	
2 CL 93	110 118	70	41°24'42	8°54'30	41°24'45	8°54'40	DF	
2 CL 94	130 130	60	41°20'20	8°56'00	41°20'30	8°56'30	DF	
2 CL 95	120	60	41°20'48	8°57'00	41°20'55	8°57'30	DF-	
2 CL 96	150 160	315	41°35'09	9°29'33	41°35'12	9°29'21		B
2 CL 97	150 137	215	41°35'12	9°29'15	41°35'06	9°28'57		B
2 CL 98	160 145	285	41°35'16	9°29'15	41°35'00	9°28'48		B
2 CL 98	145		41°35'09	9°29'05			B	
2 CL 99	145		41°35'09	9°29'05	41°35'06	9°28'57		B
2 CL 100	145 145	340	41°35'06	9°28'54	41°35'24	9°28'57		B
2 CL 101	155 142	285	41°35'09	9°29'27	41°35'11	9°28'45		B
2 CL 102	117 113	275	41°35'00	9°27'53	41°35'06	9°27'27	DF	
2 CL 103	124 125	340	41°32'33	9°29'06	41°32'49	9°29'02		B
2 CL 104	146 140	280	41°32'51	9°29'54	41°32'54	9°29'30		B
2 CL 104	140		41°32'54	9°29'30			B	
2 CL 105	146 154	358	41°33'15	9°29'47	41°33'48	9°29'39	C-	
2 CL 106	148 154	358	41°32'15	9°29'47	41°33'30	9°29'43		B
2 CL 106	145		41°33'30	9°29'43			B-	
2 CL 107	150 120	238	41°43'46	9°26'13	41°43'38	9°25'59		B
2 CL 108	150 117	238	41°43'46	9°26'13	41°43'36	9°26'10	DF	
2 CL 109	150 100	238	41°43'34	9°26'11	41°43'26	9°25'48	DF	
2 CL 110	150 145	205	41°49'17	9°28'06	41°48'56	9°27'35		B
2 CL 110	150		41°48'45	9°27'36			B	
2 CL 111	155 130	180	42°22'09	9°37'15	42°21'37	9°37'00		B
2 CL 111	128		42°21'37	9°37'00			B	
2 CL 112	150 127		42°22'09	9°37'15	42°21'41	9°36'57		B
2 CL 112	146		42°22'09	9°37'15			B	
2 CL 113	+150 ?	180	42°39'51	9°33'25	42°39'23	9°33'11	DF-	
2 CL 114	200 150	150	42°39'19	9°33'06	42°38'55	9°33'22		B
2 CL 115	135 117	175	42°38'30	9°33'12	42°38'10	9°33'11		B
2 CL 116	150 119	225	42°38'22	9°33'24	42°38'20	9°32'58		B
2 CL 116	116		42°38'20	9°32'58			B	
2 CL 117	155 137		42°37'30	9°35'42	42°37'05	9°35'50		B
2 CL 118	123+150	340	42°37'12	9°35'39	42°37'33	9°35'28		B
2 CL 119	150 ?	145	42°37'21	9°37'54	42°36'42	9°38'24	DF-	
2 CL 120	150 ?	235	42°36'48	9°38'22	42°36'18	9°37'24	DF	
2 CL 121	150 95	235	42°36'10	9°37'22	42°36'03	9°36'49	DF-	
2 CL 122	69 67	300	42°36'00	9°36'27	42°36'11	9°36'12	D	
2 CL 123	150 130		42°37'32	9°35'38	42°37'04	9°35'49		B
2 CL 123	156		42°37'32	9°35'38			B	
2 CL 124	132 155	0	42°31'06	9°35'50	42°37'28	9°35'44		B
2 CL 125	140 128	160	42°37'19	9°35'29	42°36'58	9°35'45		B
2 CL 126	147 154	300	42°37'42	9°34'39	42°37'58	9°34'03		B
2 CL 126	155		42°37'58	9°34'03			B	
2 CL 127	150 113	270	42°37'58	9°34'03	42°37'55	9°33'19	DF-	
6 CL 128	200 220	235	42°40'30	8°44'35	42°40'09	8°44'04	DF-	
6 CL 129	181 192	235	42°40'30	8°44'56	42°40'17	8°44'29		B

6 CL 130	166 175	235	42°40'25	8°45'08	42°40'11	8°44'68		B
6 CL 131	156 162	235	42°40'04	8°45'30	42°39'50	8°45'07		B
6 CL 132	170 253	235	42°39'20	8°44'28	42°39'04	8°44'08		B
6 CL 133	420 460	235	42°40'17	8°43'00	42°39'48	8°42'02	D	
6 CL 134	325 330	235	42°38'34	8°39'34	42°38'28	8°39'19	D	
6 CL 135	335 343	235	42°38'17	8°38'28	42°38'02	8°38'04	D-	
6 CL 136	320 327	230	42°38'32	8°39'37	42°38'25	8°39'18	DF-	
6 CL 137	127 118	230	42°44'17	9°02'05	42°44'07	9°01'48		B
6 CL 138	155 164	230	42°45'07	9°01'35	42°44'43	9°01'06		B
6 CL 138-1	155 163	230	42°44'58	9°01'33	42°44'43	9°01'04		B
6 CL 139	165 169	230	42°44'55	9°01'08	42°44'37	9°00'42		B
6 CL 140	310 325	225	42°45'16	8°59'34	42°45'11	8°59'21	D-	
6 CL 141	330 340	225	42°44'59	8°59'00	42°44.83	8°58.78	D-	
6 CL 142	345 355	230	42°45'04	8°59'15	42°45.00	8°58.50	D	
6 CL 143	110 99	240	42°42'20	8°56'22	42°42.46	8°56.26		B
6 CL 144	455 350	225	42°43'27	8°55'31	42°43.24	8°55.32	D	
6 CL 145	120 127	300	42°47'50	9°11'23	42°48.00	9°11.02		B
6 CL 146	170 245	295	42°47'59	9°11'32	42°48.26	9°11.00	DF-	
6 CL 147	180 197	125	42°48'02	9°11'18	42°78.00	9°11.43		B
6 CL 148	163 178	305	42°48'04	9°11'10	42°48.22	9°10.97		B
6 CL 149	145 174	125	42°47'58	9°11'17	42°47.71	9°11.89		B
5 CL 150	220 161	95	42°40'32	8°45'08	42°40'34	8°45'43		B
5 CL 150	159		42°40'34	8°45'43			B	
5 CL 151	180 210	30	42°40'47	8°45'38	42°41'07	8°46'17		B
5 CL 151	220		42°41'07	8°46'17			B	
5 CL 152	180 146	120	42°41'00	8°46'18	42°40'48	8°46'55		B
5 CL 154-1	330 271	220	43°06'36	9°36'24	43°04'54	9°36'36	DF-	
5 CL 154-2	240 208	290	43°04'36	9°36'30	43°05'12	9°35'42		B
5 CL 155	280 240	260	43°05'18	9°36'30	43°05'30	9°36'00	DF	
5 CL 156	330 285	260	43°05'30	9°36'54	43°05'48	9°36'00		B
5 CL 157	120 111	260			43°05'54	9°34'30		B
5 CL 158	110 100	225	43°06'12	9°34'00	43°06'06	9°32'48		B
5 CL 159	130 140	330	43°07'42	9°34'24	43°08'39	9°34'12		B
5 CL 160	230 240	330	43°08'57	9°34'09	43°10'00	9°34'00		B
5 CL 161	225 150	330	43°10'00	9°34'00	43°10'45	9°33'27		B
5 CL 162	147 143	330	43°10'45	9°33'27	43°11'42	9°32'48		B
5 CL 163	290 310	347	43°12'54	9°33'06	43°13'42	9°32'42		B
5 CL 164	280 290	347	43°14'03	9°33'12	43°15'54	9°32'36		B
5 CL 165	160 160	6	42°56'18	9°33'00	42°56'57	9°33'27		B
5 CL 166	190 150	6	42°57'06	9°33'30	42°57'42	9°33'42		B
5 CL 166	154		42°57'42	9°33'42			B	
5 CL 167	200 195	185	42°57'39	9°33'48	42°57'24	9°33'42		B
5 CL 167	195		42°57'24	9°33'42			B	
5 CL 168	147 103	290	42°57'30	9°33'18	42°57'36	9°33'00		B
5 CL 169	220 210	6	42°58'00	9°34'06	42°58'54	9°33'54		B
5 CL 170	263 236	355	42°59'48	9°35'00	43°01'00	9°34'36		B
5 CL 170	236		43°01'30	9°34'42			B	
5 CL 171	150 105	355	42°58'06	9°33'24	42°58'36	9°33'42		B
5 CL 171	120		42°58'24	9°33'36			B	
5 CL 172	100 200	85	42°45'00	9°29'24				B
5 CL 173	100 190	80	42°45'21	9°29'45	42°45'26	9°30'15	DF	
5 CL 174	100 175	70	42°45'34	9°30'05	42°46'01	9°30'28		B
5 CL 175	230 110	280	42°53'48	9°33'12	42°53'24	9°32'18		B
5 CL 176	240 110	320	42°55'48	9°34'12	42°55'54	9°33'36		B
5 CL 176	250 120	320	42°53'48	9°33'12	42°54'00	9°32'18	DF-	

5 CL 176	248 110	320	42°53'48	9°33'12	42°54'00	9°32'18	DF-	
5 CL 177	280 250	10	42°55'48	9°34'12	42°55'54	9°33'36	DF	
5 CL 177	250		42°55'54	9°33'36			B	
5 CL 178	320 295	10	42°55'54	9°34'36	42°56'18	9°32'00	DF	
5 CL 179	211 160	10	42°56'36	9°33'36	42°56'24	9°33'36		B
5 CL 179	190		42°55'42	9°33'06			B	
5 CL 180	130 120	180	42°56'30	9°33'42	42°55'48	9°33'12		B
5 CL 180	124		42°55'42	9°33'12			B	
5 CL 181	90 120	90	42°44'43	9°29'18	42°44'28	9°29'47		B
5 CL 182	100 107	50	42°45'30	9°29'52	42°45'35	9°30'15		B
5 CL 182-2	120 105	10	42°45'35	9°30'15	42°45'47	9°30'19		B
5 CL 183	120 115	30	42°45'16	9°30'03	42°45'18	9°30'13		B
5 CL 184	160 140	195	42°45'18	9°30'16	42°44'41	9°29'55		B
5 CL 184	140		42°44'30	9°29'54			B	
5 CL 185	220 195	225	42°45'30	9°31'20	42°45'00	9°31'30	DF	
5 CL 185	195		42°45'00	9°31'29			B	
5 CL 186	130 105	200	42°45'35	9°29'50	42°45'17	9°29'46		B
5 CL 186-2	140 130	200	42°43'40	9°30'05			DF	
5 CL 187	145 150	205	42°45'34	9°30'23	42°45'08	9°30'07		B
5 CL 188	130 125	205	42°45'30	9°30'18	42°44'45	9°29'52		B
5 CL 189	130 125	205	42°45'05	9°30'03	42°44'43	9°29'45	D	
5 CL 190	150 148	205	42°45'37	9°30'28	42°44'57	9°30'00		B
5 CL 191	150 120	120	42°57'45	9°18'20	42°57'23	9°18'52		B
5 CL 192	120 75	90	42°57'25	9°18'45	42°57'27	9°19'00	DF	
5 CL 193	115 97	240	43°00'15	9°18'34	43°00'08	9°18'00	DF	
5 CL 194	140 65	240	43°00'23	9°17'55	43°00'08	9°17'20	DF	
5 CL 195	150 115	240	43°00'56	9°16'51	43°00'56	9°16'34	DF	
5 CL 196	107 115	330	42°49'11	9°17'43	42°49'30	9°17'26	DF	
5 CL 197	115 95	5	42°49'30	9°17'26	42°49'42	9°17'55	DF	
5 CL 198	141 200	290	42°47'28	9°12'03	42°47'47	9°11'22		B
5 CL 199	250 300	285	42°47'43	9°12'30	42°47'54	9°12'11	DF	
6 CL 200	580 620	310	42°48'03	9°12'23	42°48'27	9°11'48	D	
6 CL 201	166 160	345	43°11'09	9°33'10	43°11'29	9°32'56		B
6 CL 202	140 135	330	43°11'59	9°32'24	43°12'20	9°32'19		B

Profondeurs en mètres et coordonnées du début [D] et fin [F] de traict sur le fond. Cap en °. D\* prélèvement de sédiment avec la drague Charcot-Picard avec caleçon. Voir aussi Table 3bra.

BRACORS 1 : 31 mai au 9 juin 1983 (N/O Catherine-Laurence)  
 BRACORS 2 : 9 au 15 avril 1984 (N/O Catherine-Laurence)  
 BRACORS 3 : 2 au 6 juillet 1984 (N/O Catherine-Laurence)  
 BRACORS 4 : 4 au 8 juillet 1985 (N/O Korotneff)  
 BRACORS 5 : 4 au 22 novembre 1985 (N/O Catherine-Laurence)  
 BRACORS 6 : 19 au 23 janvier 1987 (N/O Catherine-Laurence)

Engins de prélèvement : B = benne Shipeck ; C = petit chalut à perche (2m de large) ; D = drague Charcot-Picard avec caleçon (toile de jute) ; DF = drague Charcot-Picard (sans caleçon) avec un filet de 10mm de maille, protégé par un filet de 10 à grosse maille ; L = luge. - : indique un prélèvement incomplet ou vide (avarie).

**Tableau 7 :** Répartition des brachiopodes (en nombre d'individus) dans les stations des campagnes BraCors (Tableau 6). Figures 9-4, 9-5, 9-6, 9-7 et 9-8. Dans certaines stations, des comptages ont été effectués sur les *Gryphus* selon la couleur de la coquille blanche ou verte colonisées par l'algue *Ostreobium*. Pour la légende complète : voir Tableau 6.

Station	Campagne	Engins	Prof [m]	Dist [milles]	<i>Gryphus</i>	<i>Gryphus</i> b / v	<i>Terebratulina</i>	<i>Megerlia</i>	<i>Megathiris</i>	<i>Novocrania</i>	<i>Platidia</i>
CL 1	1983 -1	D	125 125	.35	25		1	1			
CL 1	1983 -1	C	125 125	.20	40						
CL 1/2	1984 -3	DF	146 150	.40	36						

CL 2	1983 -1	C	125 135		40		40	10	1	
CL 2-85	1985 -4	DF	125 130		61	28 / 33				
CL 3	1983 -1	C	130 130		7		8	1		
CL 4	1983 -1	C	138 130		2		2	12	1	1
CL 6	1983 -1	C	140 135	.22	3					
CL 9	1983 -1	C	130 130	.20	3					
CL 10	1983 -1	C	130 105	.39	8			1		
CL 11	1983 -1	C	130 110	.50	5					
CL 12	1983 -1	DF	125 105	.24	20		1			
CL 13	1983 -1	DF	120 100	.34	40		40	20	20	
CL 13-1	1985 -4	DF	140		219	194 / 25	10	2		1
CL 13-2	1985 -4	DF	150 160		135	130 / 5				
CL 13-6	1985 -4	DF	125 125		61	13 / 48	40			
CL 13-7	1985 -4	DF	110 115		56	8 / 48				
CL 13-11	1985 -4	DF	120 120		24	7 / 17				
CL 13-13	1985 -5	DF	140 140	.39	200	200 / 15				
CL 13-14	1985 -5	DF	135 135	.43	264	144 / 120				
CL 13-15	1985 -5	DF	117	.27			10	10	10	
CL 13-16	1985 -5	DF	128 115	.79			40	20	20	20
CL 13-18	1985 -5	DF	125 125	.27	10		10	10	10	10
CL 13-19	1985 -5	DF	107 98	.32	10		10	10	10	10
CL 13-20	1985 -5	DF	135 127	.34	372	172 / 193	10	10		
CL 13-21	1985 -5	DF	123 110	.36			10	10	10	10
CL 14	1983 -1	DF	115 105	.18			55	104	76	30
CL 14	1984 -3	DF	140 85	.48	20		20	20	20	20
CL 15	1983 -1	DF	100 95	.27			40	100	40	68
CL 15	1984 -3	DF	110 98	.39			10	10	10	
CL 15bis	1984 -3	DF	150 97	.46			20	20	20	
CL 15b2	1984 -3	DF	155 139	.40			15	18		
CL 15b3	1984 -3	DF	160 143	.25	2					
CL 15b4	1984 -3	DF	160 135	.34			13	24	15	2
CL 15-4	1984 -3	DF	110 110	.32			20	20	10	
CL 16	1983 -1	C	140 105	.53	40		20	10		1
CL 17	1983 -1	C	130 140	.50	40					
CL 18	1983 -1	C	130 135	7.02	30		2	7		

CL	21	1983 -1	DF	93 90	.43	40														
CL	21	1984 -3	DF	105 105	.23	4							32	24	24	7				
CL	22	1983 -1	DF	116 125	.41	40														
CL	23	1983 -1	C	120 130	.44	100						1								
CL	25	1983 -1	C	123 128	.39	40						2	1							
CL	26	1983 -1	C	140 145	.35	20						40	20	1	1	30				
CL	26	1984 -3	DF	150 150	.42	90														
CL	26	1985 -4	DF	135 140		84	68 / 16					68	16	1						
CL	26-1	1985 -4	DF	155 160		8	6 / 2					6	2							
CL	27	1983 -1	DF	165 145	.43	7														
CL	30	1983 -1	DF	300 250	.52	1														
CL	31	1983 -1	DF	200 120	.24	100														
CL	34'	1983 -1	DF	160 140	.32	40														
CL	34' 1	1984 -3	DF	170 180	.51	90														
CL	35	1983 -1	DF	105 125	.37	9														
CL	35-1	1984 -3	DF	150 150	.69	27														
CL	38	1983 -1	DF	117 120	.38	5														
CL	39	1983 -1	DF	220 180	.24	8														
CL	41	1983 -1	DF	125 125	.43	40														
CL	42	1983 -1	DF	135 123	.60	40														
CL	43	1983 -1	DF	145 230	.66	40														
CL	44	1983 -1	C	?180 136	.35	23														
CL	46	1983 -1	DF	170 150	.45	100														
CL	46	1985 -4	DF	150 135		158	20 / 138													
CL	47	1983 -1	DF	170 143	.64	40														
CL	49	1983 -1	DF	150 130	.25	8														
CL	50	1983 -1	DF	135 120	.29	6														
CL	52	1983 -1	DF	160 115	.28	5														
CL	53	1983 -1	DF	160 115	.10	1														
CL	59'	1983 -1	DF	180 190	.20															
CL	60	1983 -1	DF	200 180	.35	2														
CL	61	1983 -1	DF	140 105	.25	1														
CL	63	1983 -1	DF	150 105	.20	1														
CL	66	1983 -1	DF	200 160	.20	1														





CL	170	1985 -5	DF	263 236	.38	1	1 / 0													
CL	171	1985 -5	DF	150 105	.31	43	33 / 10													
CL	172	1985 -5	DF	100 200	.62	27	27 / 0													
CL	174	1985 -5	DF	100 175	.56	1	0 / 1													
CL	175	1985 -5	DF	230 110	.48	10	10 / 0													
CL	176	1985 -5	DF	248 110	.70	10	10 / 0													
CL	179	1985 -5	DF	211 160	.19	93	93 / 0													
CL	180	1985 -5	DF	130 120	.41	17	11 / 6													
CL	181	1985 -5	DF	90 120	.43	15	1 / 14													
CL	182	1985 -5	DF	100 107	.56	2	2 / 0													
CL	182- 2	1985 -5	DF	120 105	.46	2	1 / 1													
CL	183	1985 -5	DF	120 115	.39	2	2 / 0													
CL	184	1985 -5	DF	160 140	.63	52	52 / 0													
CL	186	1985 -5	DF	130 105	.22	55	33 / 32													
CL	187	1985 -5	D	145 150	.36	2	2 / 0													
CL	188	1985 -5	DF	130 125	.60	269	220 / 49													
CL	190	1985 -5	DF	150 148	.58	1	1 / 0													
CL	191	1985 -5	DF	150 120	.43	1														
CL	195	1985 -5	DF	150 115	.38					10	10									
CL	198	1985 -5	DF	141 200	.57	248	248 / 0													
CL	201	1987 -6	DF	166 160	.28	10	10 / 0													
CL	202	1987 -6	DF	140 135	.24	15	10 / 5			5	5	3	10							

**Tableau 8 :** Campagne BathyMed (CNRS ; chef de mission : Christian C. Emig), du 7 au 22 novembre 1988 (N/O Catherine-Laurence). Figures 9-4, 9-5 et 9-6.

Profondeurs en mètres et coordonnées du début [D] et fin [F] de traict.

Engins de prélèvement : B = benne Shipeck ; C = petit chalut à perche (2m de large) ; D = drague Charcot-Picard avec caleçon (toile de jute) ; DF = drague Charcot-Picard (sans caleçon) avec un filet de 10mm de maille, protégé par un filet de 10 à grosse maille ; L = luge. - : indique un prélèvement incomplet ou vide (avarie).

Campagne et Stations	Profondeur [D - F]		cap	Latitude N [D]	Longitude E [D]	Latitude N [F]	Longitude E [F]	Engin	Transect	Brachiopoda
BM 1	200	180	60	42°45.00	9°01.04	42°45.38	9°02.15'	D-	C4	
BM 2	220	220	240	42°45.71	9°02.64	42°45.44	9°02.21	D-	C4	
BM 3	200	186	230	42°45.46	9°02.14	42°45.22	9°01.56	DF	C4	B
BM 4	200	200		42°45.20	9°01.31			B	C4	
BM 5	200	200	230	42°45.70	9°02.69	42°45.41	9°02.07	D	C4	
BM 6	173	199	230	42°45.30	9°01.87	42°45.25	9°01.55	L	C4	
BM 7	155	156	255	42°45.20	9°01.86	42°45.12	9°01.50	DF	C4	B
BM 8	155	155		42°45.12	9°01.50			B	C4	
BM 8'	155	155		42°45.12	9°01.50			B	C4	
BM 9	146	168	255	42°45.17	9°01.92	42°45.13	9°01.40	DJ	C4	

BM 10	149	164	255	42°45.30	9°02.16	42°45.13	9°01.41	C-	C4	
BM 11	150	159	255	42°45.18	9°01.91	45°44.81	9°00.88	C	C4	B
BM 12	146	145		42°45.00	9°02.19	45°44.71	9°01.80	DF-	C4	
BM 13	147	144		42°44.98	9°02.15	42°44.68	9°01.80	DF	C4	B
BM 14	141	140	230	42°44.88	9°02.16	42°44.61	9°01.78	DJ	C4	
BM 15	139	139		42°44.61	9°01.81	42°44.58	9°01.76	B	C4	
BM 15'	140	141		42°44.56	9°01.64	42°44.55	9°01.63	B	C4	
BM 16	460	457	230	42°46.65	9°00.99	42°46.30	9°00.34	D	C4	
BM 17	464	464		42°46.69	9°01.18	42°46.71	9°01.20	B-	C4	
BM 18	463	442		42°46.69	9°01.18	42°46.08	8°59.70	L	C4	
BM 19	143	141		42°45.03	9°02.34	42°44.62	9°01.76	DF-	C4	B
BM 20	137	123		42°44.51	9°01.64	42°43.88	9°01.32	DF	C4	B
BM 21	119	115		42°44.28	9°01.84	42°43.94	9°01.41	D-	C4	
BM 22	115	115		42°44.61	9°02.23			D-	C4	B
BM 23	117	118	210	42°44.76	9°02.73	42°44.59	9°02.41	DF	C4	B
BM 24	114	122		42°44.65	9°02.29			B-	C4	
BM 25	135	133		42°44.88	9°02.34	42°44.06	9°01.47	L	C4	
BM 26	132	128		42°41.31	8°48.86	42°41.20	8°48.47	DF	C3	B
BM 27	128	132		42°41.17	8°48.43	42°41.01	8°47.93	DF	C3	B
BM 28	143	136		42°41.56	8°48.47	42°41.51	8°48.14	DF	C3	B
BM 29	149	142		42°41.57	8°48.70	42°41.59	8°48.09	DF	C3	B
BM 30	147	139	250	42°41.67	8°48.11	42°41.60	8°47.61	DF	C3	B
BM 31	124	122	230	42°39.26	8°47.45	42°38.95	8°47.32	DF	C2	B
BM 32	124	122	230	42°39.54	8°47.10	42°39.34	9°46.78	DF	C2	B
BM 33	130	128		42°39.62	8°46.72	42°39.21	8°46.25	DF	C2	B
BM 34	126	126		42°39.15	8°46.27			B	C2	
BM 35	133	129		42°39.31	8°46.12	42°38.97	8°45.87	DJ	C2	
BM 36	131	129	220	42°39.77	8°46.75	42°39.09	8°45.95	L	C2	
BM 37	143	141		42°39.84	8°45.94	42°39.48	8°45.55	DF	C2	B
BM 38	150	152		42°39.62	8°45.25	42°39.28	8°44.88	DF	C2	B
BM 39	164	165	230	42°40.57	8°45.19	42°40.20	8°44.79	DF	C2	B
BM 40	181	176	230	42°42.37	8°44.47	42°40.03	8°44.21	D	C2	B
BM 41	176	177	220	42°40.47	8°44.71	42°39.87	8°44.05	L	C2	
BM 42	176	176		42°39.81	8°44.05			B-	C2	
BM 43	175	175		42°39.80	8°44.08			B-	C2	
BM 44	175	175		42°39.75	8°44.12			B-	C2	
BM 45	174	176		42°40.32	8°44.66	42°39.80	8°44.07	C	C2	B
BM 46	197	192	220	42°40.24	8°44.09	42°39.90	8°43.74	DF	C2	B
BM 47	231	238	220	42°40.39	8°43.78	42°40.27	8°43.44	DF-	C2	
BM 48	231	224	220	42°40.47	8°43.85	42°40.03	8°43.50	DF	C2	B
BM 49	231	238	40	42°40.19	8°43.52	42°40.81	8°44.54	D	C2	
BM 50	230	230		42°40.85	8°44.87			B	C2	
BM 51	175	175		42°39.77	8°44.07			B	C3	
BM 52	420	460		42°40.37	8°42.93	42°41.38	8°44.58	D-	C3	
BM 53	473	471	70	42°41.50	8°45.48	42°42.16	8°47.18	J-	C3	
BM 54	450	465	240	42°42.28	8°47.53	42°41.91	8°46.36	L-	C3	
BM 55	434	468	250	42°42.00	8°46.70	42°41.67	8°45.93	D	C3	
BM 56	368	420		42°41.95	8°46.97	42°42.11	8°48.12	D-	C3	
BM 57	448	448		42°42.22	8°48.37			B	C3	
BM 57'	448	448		42°42.22	8°48.37			B	C3	
BM 58	150	162	260	42°41.62	8°48.35	42°41.78	8°47.71	DF	C3	B
BM 59	170	188		42°41.78	8°47.65	42°41.73	8°47.09	DF	C3	B

BM 60	214	250		42°41.79	8°47.51	42°41.76	8°48.39	DF	C3	B
BM 61	345	373	240	42°41.92	8°47.20	42°41.79	8°46.41	DF	C3	B
BM 62	350	350		42°41.90	8°46.95			B	C3	
BM 63	230	230		42°41.79	8°47.39			B	C3	
BM 64	171	171		42°41.78	8°47.71			B	C3	
BM 64'	170	170		42°41.78	8°47.70			B	C3	
BM 65	145	145		42°41.62	8°48.19			B-	C3	
BM 66	148	148		42°41.58	8°48.22			B-	C3	B
BM 67	210	212	10	42°56.55	9°33.62	42°57.10	9°33.73	DF	C6 S	B
BM 68	234	237	190	42°57.07	9°33.99	42°56.43	9°33.78	DF	C6 S	B
BM 69	234	234	10	42°56.47	9°33.75	42°56.97	9°33.99	D	C6 S	
BM 70	303	310	190	42°56.80	9°35.83	42°56.12	9°35.46	D	C6 S	
BM 71	382	390	10	42°55.34	9°40.07	42°56.87	9°40.34	D	C6 S	
BM 72	392	392		42°57.01	9°40.48			B	C6 S	
BM 73	303	303		42°56.80	9°35.86			B	C6 S	
BM 74	230	230		42°57.08	9°33.97			B	C6 S	
BM 75	180	180		42°46.94	9°33.44			B	C6 S	
BM 76	182	196	190	42°57.46	9°33.55	42°56.76	9°33.48	DF	C6 S	B
BM 77	160	172	10	42°56.97	9°33.41	42°57.68	9°33.49	DF	C6 S	B
BM 78	163	170	190	42°57.72	9°33.49	42°57.13	9°33.45	D	C6 S	B
BM 79	142	146	10	42°57.29	9°33.35	42°57.74	9°33.44	DF-	C6 S	
BM 80	142	146	190	42°57.76	9°33.43	42°57.14	9°33.36	DF	C6 S	B
BM 81	128	134	10	42°57.20	9°33.31	42°57.66	9°33.37	DF	C6 S	B
BM 82	148	146	190	42°57.43	9°33.36	42°56.27	9°33.12	C	C6 S	B
BM 83	125	122	10	42°56.40	9°33.14	42°57.03	9°33.26	DF	C6 S	B
BM 84	111	105	190	42°57.01	9°33.18	42°56.39	9°32.78	DF	C6 S	B
BM 85	106	106		42°56.40	9°32.77			B	C6 S	
BM 86	136	136		42°57.68	9°33.40			B	C6 S	
BM 87	116	108	10	42°57.69	9°33.32	42°58.38	9°33.41	DF	C6 S	
BM 88	152	150	350	43°12.05	9°32.53	43°12.93	9°32.22	DF	C6 N	B
BM 89	182	190	170	43°12.98	9°32.37	43°12.36	9°32.58	DF	C6 N	B
BM 90	215	233	350	43°12.44	9°32.66	43°13.23	9°32.35	DF	C6 N	B
BM 91	278	290	170	43°13.20	9°32.64	43°12.33	9°33.06	DF	C6 N	B
BM 92	340	353	350	43°12.37	9°33.68	43°13.57	9°33.26	D	C6 N	
BM 93	410	410	186	43°14.08	9°35.57	43°13.34	9°35.49	D	C6 N	
BM 94	410	410		43°13.34	9°35.52			B	C6 N	
BM 95	350	350		43°13.34	9°33.22			B	C6 N	
BM 96	314	320		43°13.31	9°32.89	43°12.36	9°33.42	B	C6 N	
BM 97	232	232		43°12.26	9°32.74			B	C6 N	
BM 98	154	154		43°12.31	9°32.49			B	C6 N	
BM 99	173	248	170	43°12.12	9°32.56	43°10.88	9°33.18	C	C6 N	B

**Tableau 9 :** Répartition des brachiopodes (en nombre d'individus) dans les stations de la campagne BathyMed (Tableau 8). Figures 9-4, 9-5 et 9-6. Dans certaines stations, des comptages ont été effectués sur les *Gryphus* selon la couleur de la coquille blanche ou verte colonisées par l'algue *Ostreobium*. Pour la légende complète : voir Tableau 8.

Campagne et Stations	Profondeur [ D - F ]		Dist [milles]	Transect	<i>Gryphus</i>	<i>Gryphus</i> b / v	<i>Terebratulina</i>	<i>Megerlia</i>	<i>Megathiris</i>	<i>Novocrania</i>	<i>Platidia</i>
BM 3 D	200	186		C4	36	36/0	3				
BM 7 D	155	156		C4	11	11/0	19	1		1	
BM 11 C	150	159		C4	421	302/119					
BM 13 D	147	144		C4	7	6/1					
BM 19 D	143	141		C4	10	10/0	1				
BM 20 D	137	123	0,49	C4	3	1/2					
BM 22 DJ	115	115		C4	1		8	15	7	1	
BM 23 D	117	118	0,25	C4	8	6/2	25	11	2		
BM 26 D	132	128	0,24	C3	14		4	11	2		
BM 27 D	128	132	0,36	C3	138	8/130	2	1		1	
BM 28 D	143	136	0,24	C3	16	16/0	29	7	2	3	
BM 29 D	149	142	0,37	C3			5	13		2	
BM 30 D	147	139	0,35	C3	2		21	41			36
BM 31 D	124	122	0,20	C2			3		3		
BM 32 D	124	122	0,21	C2	2		5	2			
BM 33 D	130	128	0,44	C2	29	5/24					
BM 37 D	143	141	0,36	C2	9	1/8					
BM 38 D	150	152	0,39	C2	7	6/1					
BM 39 D	164	165	0,41	C2	166	155/11					
BM 40 DJ	181	176	0,35	C2	21	19/2					
BM 45 C	174	176	0,68	C2	441	424/17					
BM 46 D	197	192	0,38	C2	92	92/0					
BM 48 D	231	224	0,56	C2	2	2/0					
BM 58 D	150	162	0,47	C3			5	7		1	4
BM 59 D	170	188	0,39	C3			13	11		26	
BM 60 D	214	250	0,44	C3	32	32/0	25	6		1	1
BM 61 D	345	373	0,67	C3	2	2/0					
BM 66 B	148	148		C3			1	10			3
BM 67 D	210	212	0,46	C6 S	76	75/1					
BM 68 D	234	237	0,41	C6 S	12	12/0					
BM 76 D	182	196	0,49	C6 S	74	74/0					
BM 77 D	160	172	0,62	C6 S	28	28/0					
BM 78 DJ	163	170	0,34	C6 S	5	5/0					
BM 80 D	142	146	0,33	C6 S	43	39/4					
BM 81 D	128	134	0,43	C6 S	7	7/0					
BM 82 C	148	146	0,76	C6 S	351	260/91					
BM 83 D	125	122	0,55	C6 S	15	14/1					
BM 84 D	111	105	0,42	C6 S	24	10/14					
BM 88 D	152	150	0,57	C6 N	56	5/51					
BM 89 D	182	190	0,56	C6 N	18	11/7		1			
BM 90 D	215	233	0,53	C6 N	12	11/1					
BM 91 D	278	290	0,77	C6 N	32	32/0					
BM 99 C	173	248	0,83	C6 N	374	231/143					

**Tableau 10** : Campagnes Meditis 2-4 (IFREMER) avec le N/O Europe. Elles ont eu lieu en mai ou juin entre 2012 et 2014; seules les stations avec brachiopodes ont été listées. Figures 9-4 et 9-7.

[D] sont les données lors de la mise à l'eau du chalut ; [F] au moment de la remontée du chalut. Distance du traict en mètres, sa durée en minutes et le nombre de *Gryphus* récoltés avec un chalut.

Année	Station	Latitude N [D]	Longitude E [D]	Prof [m] [D]	Latitude N [F]	Longitude E [F]	Prof [m] [F]	Durée [min]	Distance [m]	<i>Gryphus</i>
2012	2-7	42°14,22'	9°37,70'	110	42°15,65'	9°38,38'	108	30	2815	141
2012	2-10	41°56,60'	9°33,73'	142	41°55,48'	9°32,49'	130	30	2685	4237
2012	2-13	42°21,20'	9°39,47'	318	42°24,25'	9°40,28'	361	60	5759	5
2012	2-15	42°34,75'	9°40,78'	337	42°37,32'	9°39,67'	365	54	5000	1
2012	2-16	42°22,35'	9°37,16'	113	42°20,83'	9°37,14'	112	31	2833	374
2012	2-20	41°35,21'	9°31,98'	383	41°32,34'	9°33,22'	376	60	4777	15
2012	2-21	41°28,46'	9°28,53'	92	41°29,82'	9°27,61'	88	30	2815	1
2012	2-22	41°38,54'	9°27,64'	106	41°37,11'	9°28,32'	117	30	2796	506
2012	2-23	41°36,91'	9°32,05'	479	41°34,34'	9°34,21'	482	60	5630	17
2012	2-80	42°52,28'	4°40,17'	330	42°50,33'	4°43,17'	313	61	5556	35
2013	3-2	42°28,11'	9°37,38'	89	42°26,64'	9°37,19'	77	30	2741	6
2013	3-5	42°20,95'	9°37,19'	112	42°22,49'	9°37,16'	110	29	2852	2894
2013	3-11	41°32,17'	9°33,21'	377	41°35,02'	9°32,09'	370	60	5519	42
2013	3-13	41°36,79'	9°28,43'	114	41°38,15'	9°27,78'	105	30	2667	5219
2013	3-15	41°46,04'	9°28,92'	479	41°48,58'	9°31,26'	493	60	5704	41
2013	3-19	41°56,77'	9°33,91'	143	41°55,54'	9°32,64'	129	29	2852	2391
2013	3-20	42°14,30'	9°37,73'	106	42°15,71'	9°38,35'	106	29	2760	23
2013	3-35	42°47,13'	3°54,31'	350	42°44,07'	3°55,19'	478	60	5815	1
2013	3-75	42°52,33'	4°39,62'	158	42°50,89'	4°41,92'	269	60	5574	94
2013	3-76	42°49,12'	4°41,75'	345	42°46,13'	4°43,38'	760	60	6000	3
2014	4-3	42°40,96'	9°34,40'	300	42°38,34'	9°36,49'	268	60	5667	3
2014	4-6	42°14,76'	9°38,00'	110	42°16,18'	9°38,43'	106	30	2759	19
2014	4-9	41°37,42'	9°31,40'	448	41°34,96'	9°33,79'	484	60	5556	51
2014	4-10	41°37,19'	9°28,21'	114	41°38,59'	9°27,57'	105	30	2741	1
2014	4-12	41°47,37'	9°30,06'	460	41°44,81'	9°27,81'	351	60	5667	36
2014	4-13	41°57,17'	9°37,14'	446	41°54,14'	9°36,52'	554	60	5667	7
2014	4-16	41°57,17'	9°34,34'	151	41°56,01'	9°33,03'	135	31	2797	2106
2014	4-19	42°22,50'	9°37,12'	111	42°20,86'	9°37,14'	112	30	3037	517
2014	4-21	41°58,53'	9°37,78'	440	42°01,22'	9°39,48'	386	61	5500	4
2014	4-69	42°35,69'	4°13,25'	750	42°32,90'	4°12,20'	897	60	5371	1
2014	4-75	42°52,36'	4°40,13'	272	42°50,30'	4°43,08'	315	60	5556	52

## 9. Cartes

### A. Cartes des campagnes en Languedoc et Provence

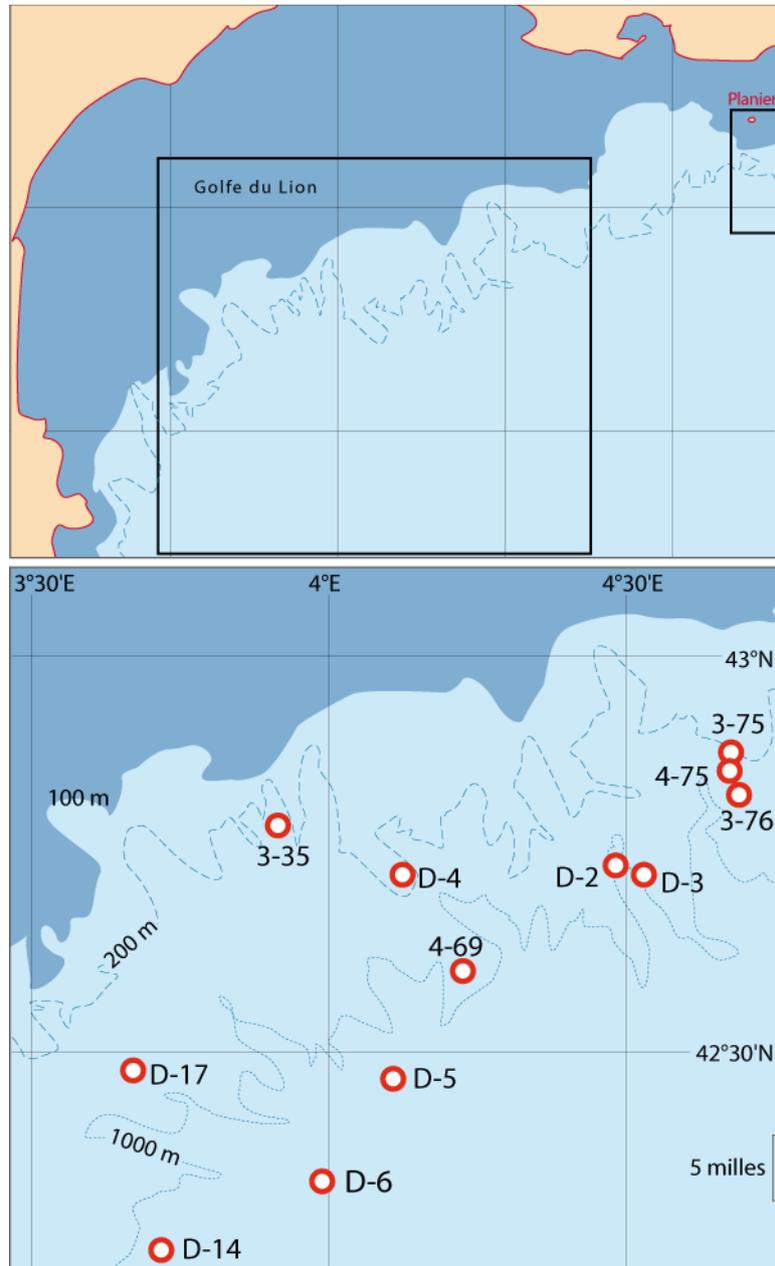


Fig. 9-1. Golfe du Lion. Localisation de la zone de récolte - et - Stations de récolte de *Gryphus vitreus* lors des campagnes Meditis et Deprog. Voir Tableaux 3 et 4.

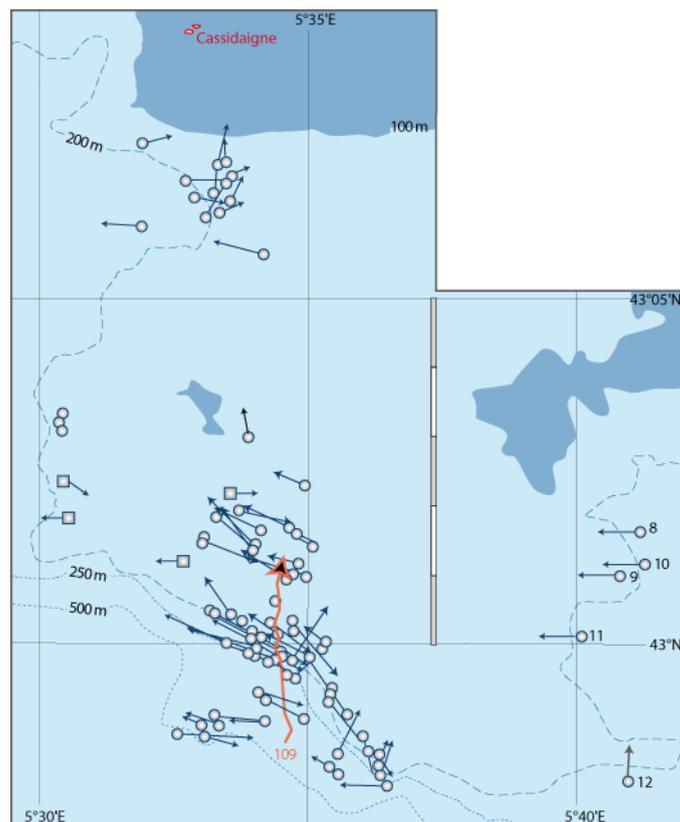
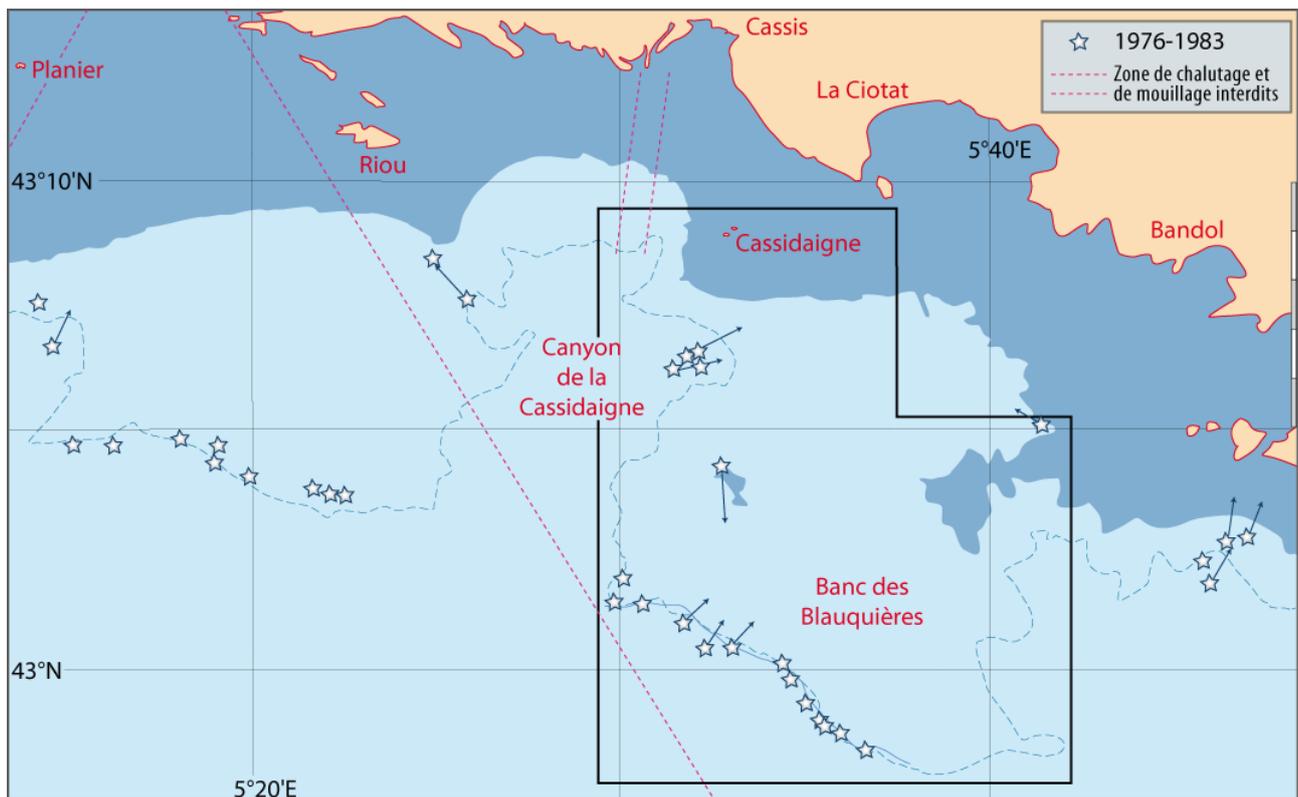
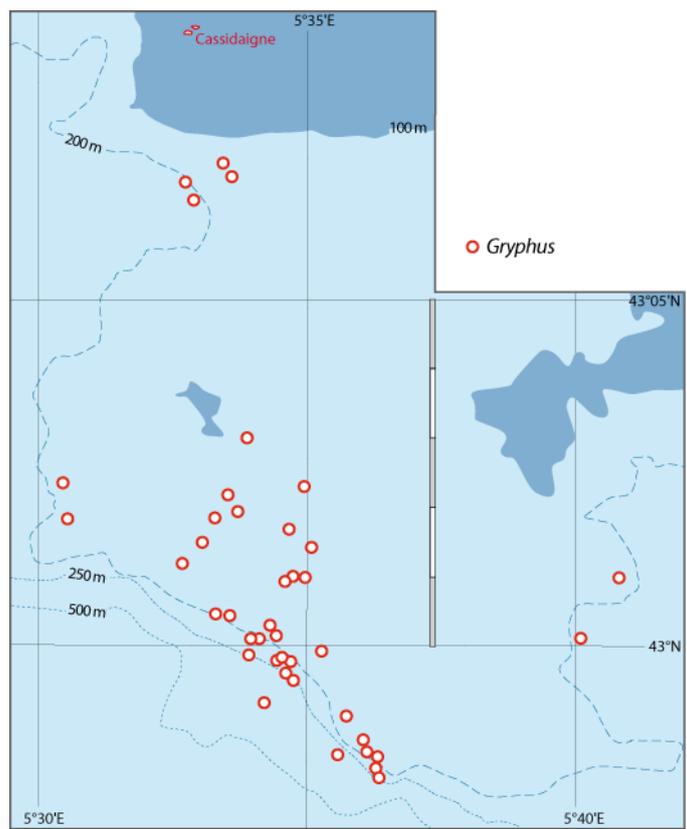
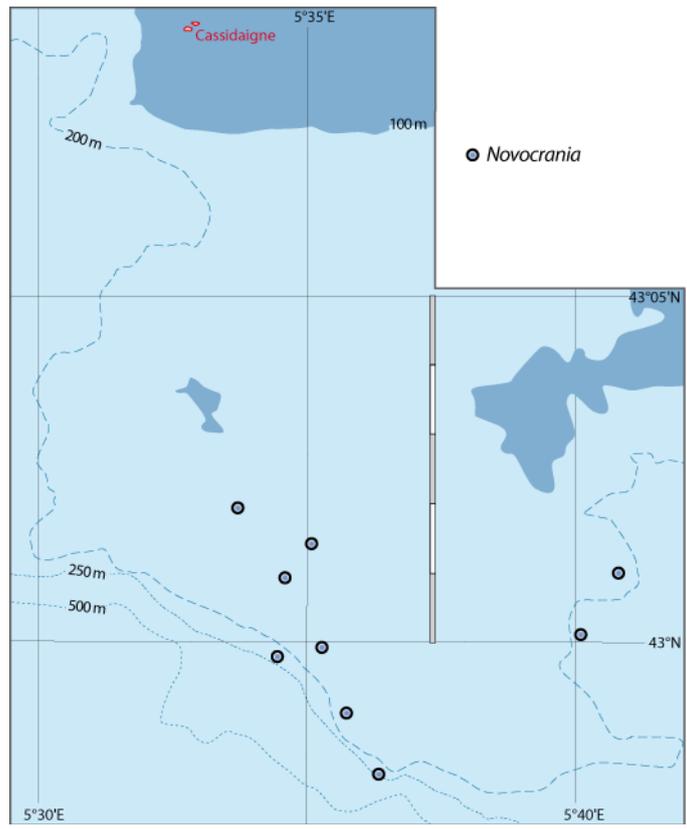
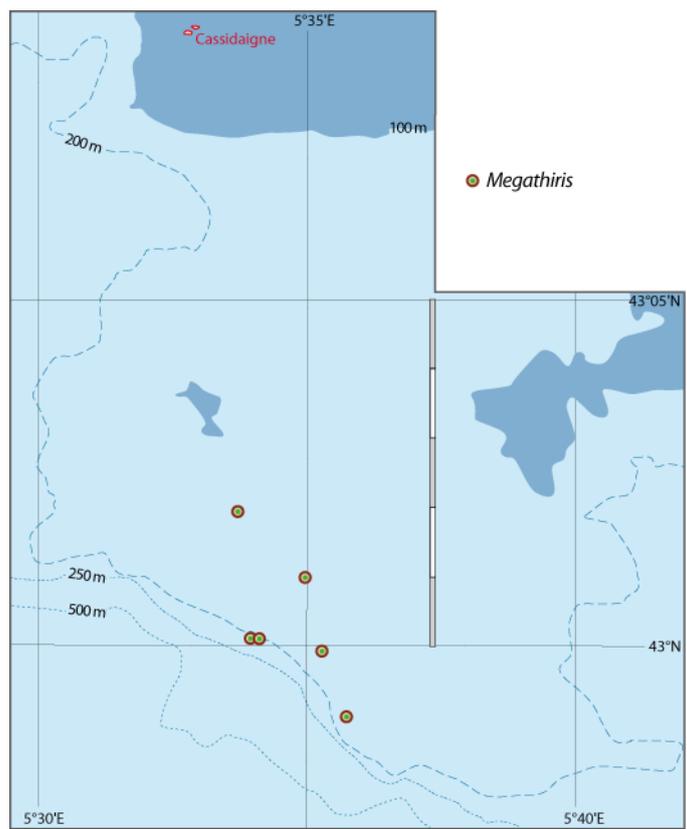
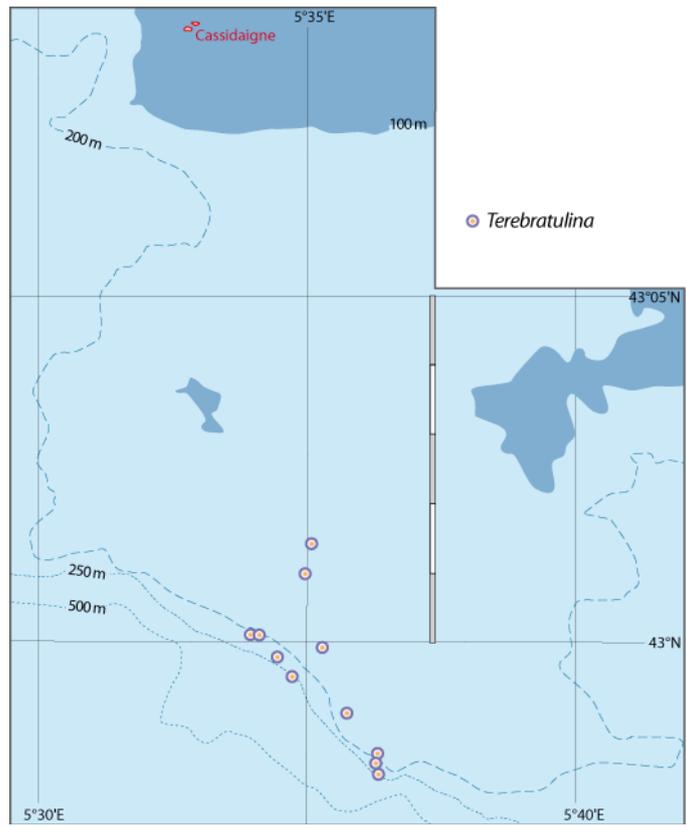
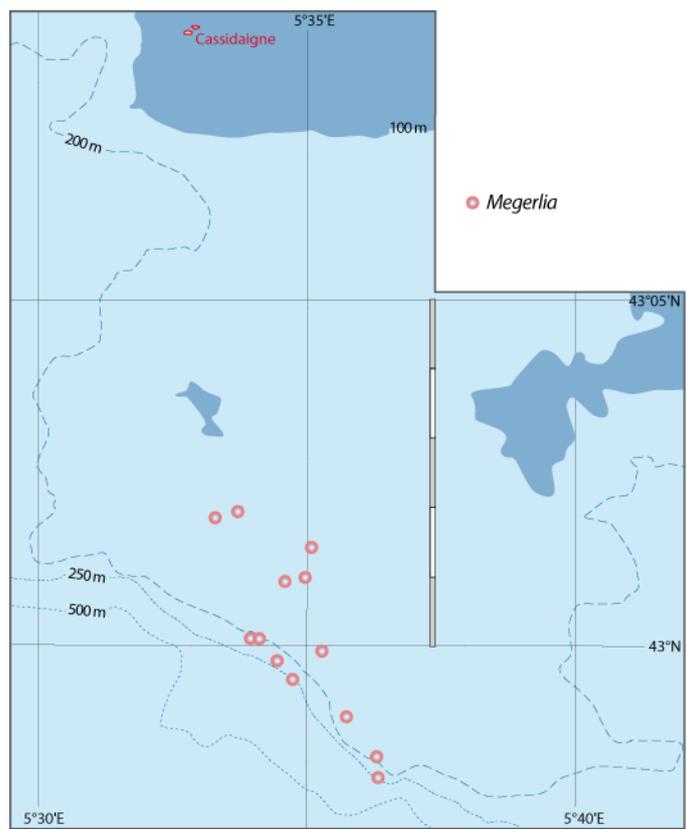
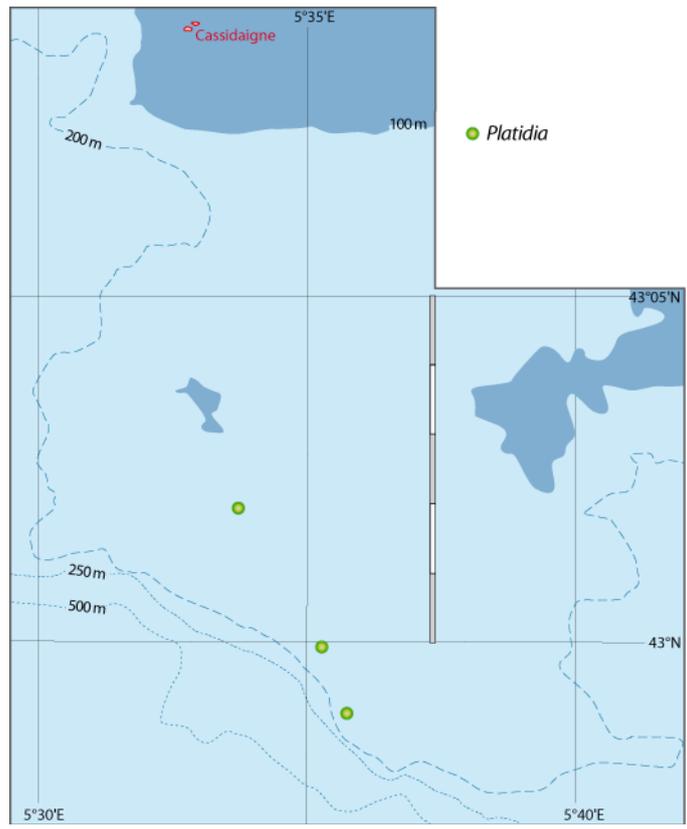


Fig. 9-2. Provence Ouest. Localisation des zones de récolte. Les étoiles indiquent les stations de prospection sur les brachiopodes entre 1976 et 1983 - et - Stations des campagnes BraProv (CNRS) et IsoBra (CNRS). Voir Tableaux 3 et 5.

Ci-dessous les cartes de distribution de *Novocrania anomala*. - *Gryphus vitreus*. - *Terebratulina retusa*. - *Megathiris detruncata*. - *Platidia anomioides*. - *Megerlia truncata*. Voir Tableaux 4 et 5.







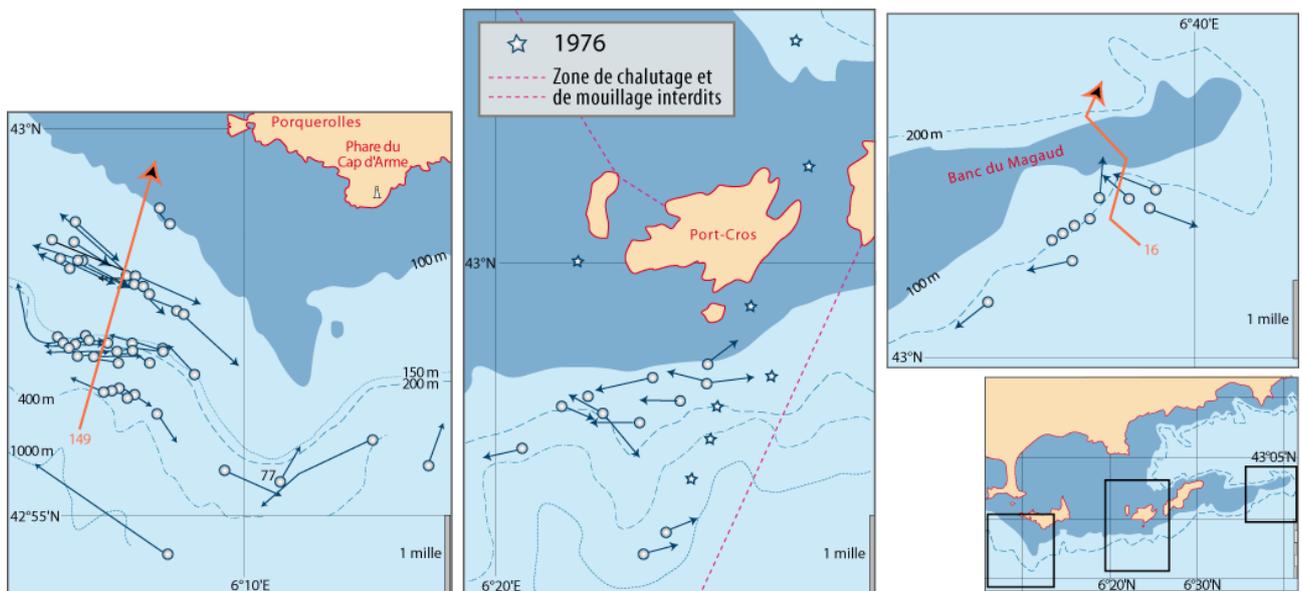
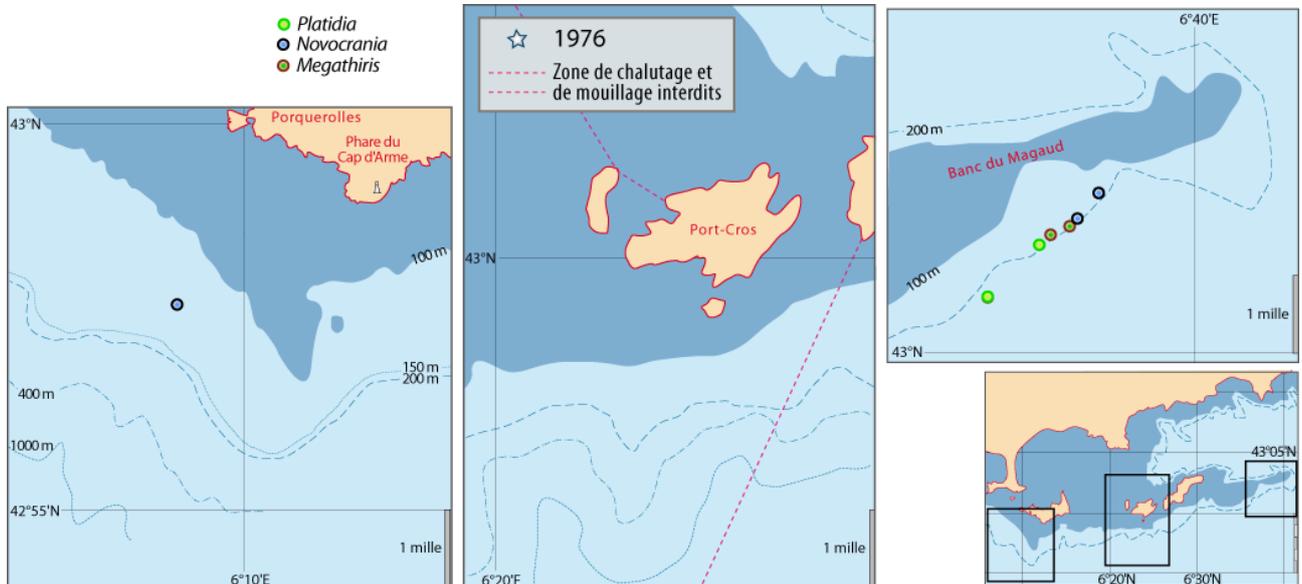
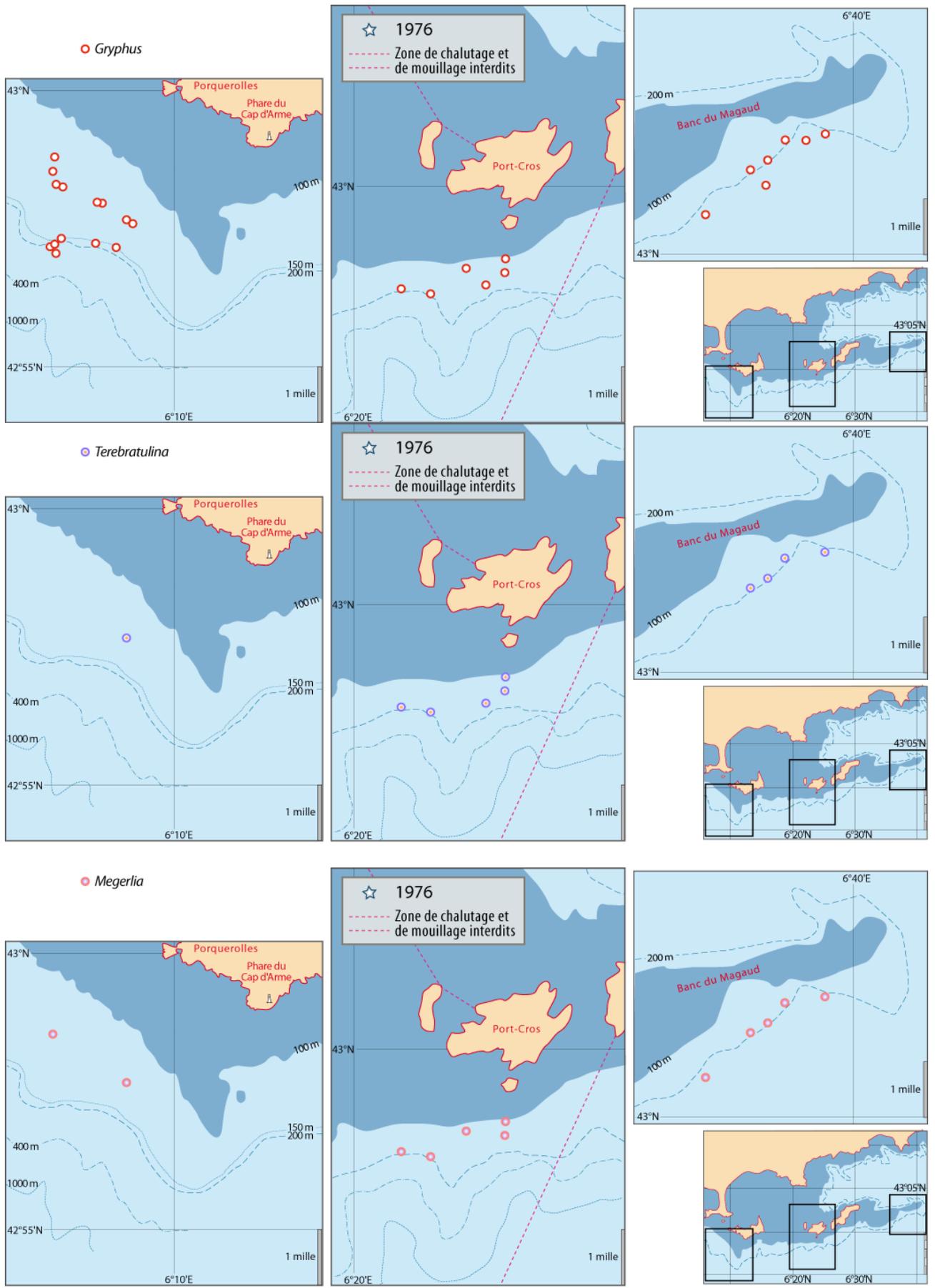


Fig. 9-3. Provence Est. Localisation des zones de récolte et des stations de campagnes BraProv (CNRS). Voir Tableau 3. Les étoiles indiquent les stations de prospection sur les brachiopodes en 1976 lors d'une campagne avec le N/O Antedon dans le Parc national marin de Port-Cros. Cette zone comprend deux des radiales (flèches) suivies par submersible.

Ci-dessous, les cartes de distribution de *Novocrania anomala*. - *Megathiris detruncata*. - *Platidia anomioides*. - *Gryphus vitreus*. - *Terebratulina retusa*. - *Megerlia truncata*. Voir Tableau 4.





## B. Cartes des campagnes en Corse

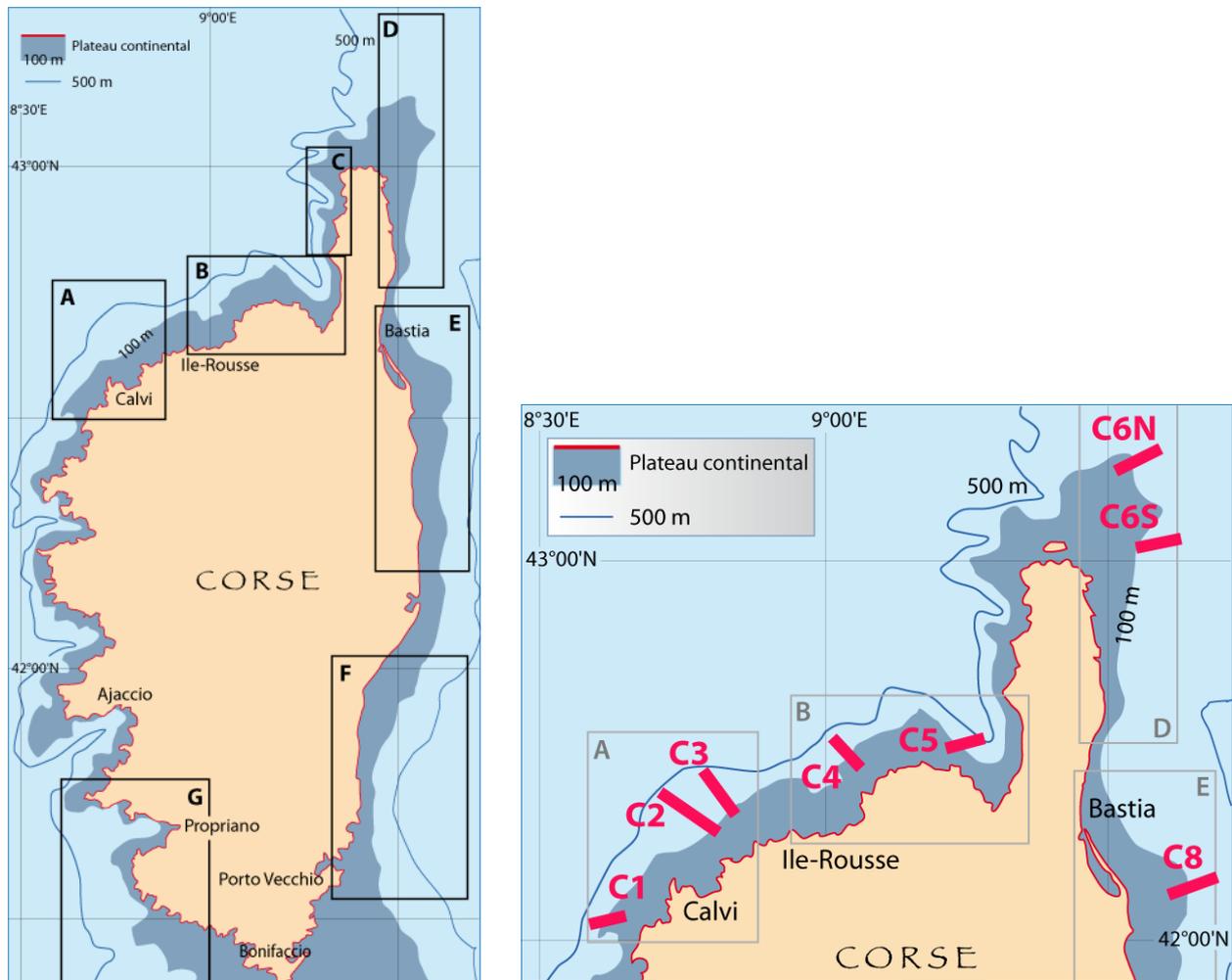


Fig. 9-4. Campagnes en Corse :

À gauche - Localisation des zones de récoltes (A à G) au cours des campagnes BraCors (CNRS), BathyMed (CNRS) et Meditis (Ifremer). Voir Tableaux 6, 8, et 10.

À droite - Les radiales qui ont été suivies sur plusieurs années. (voir chapitre 6).

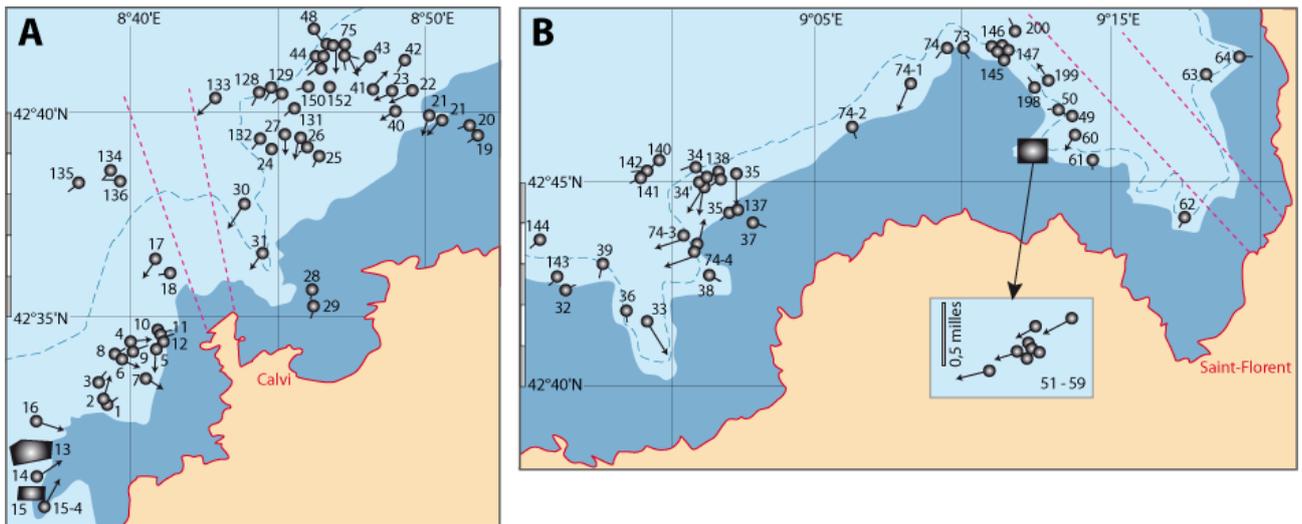
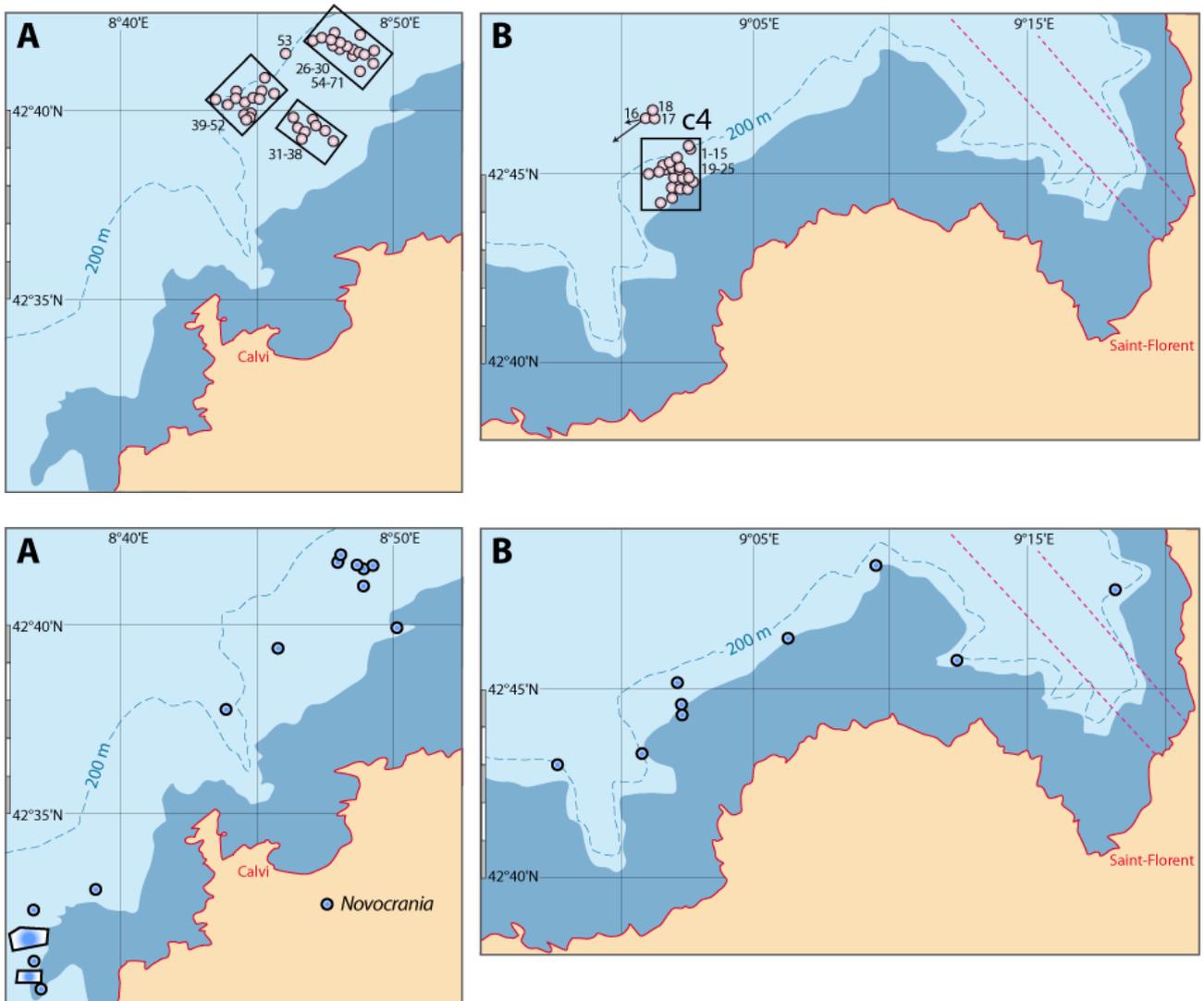
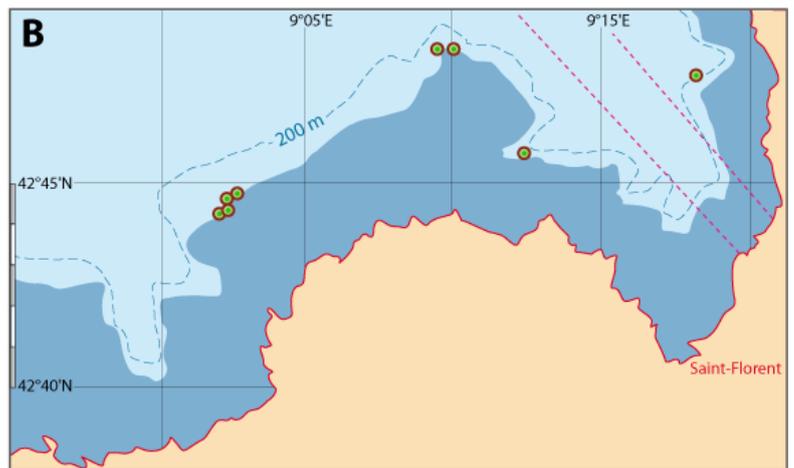
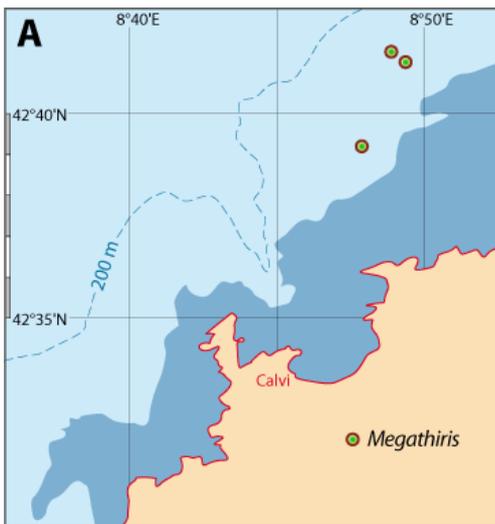
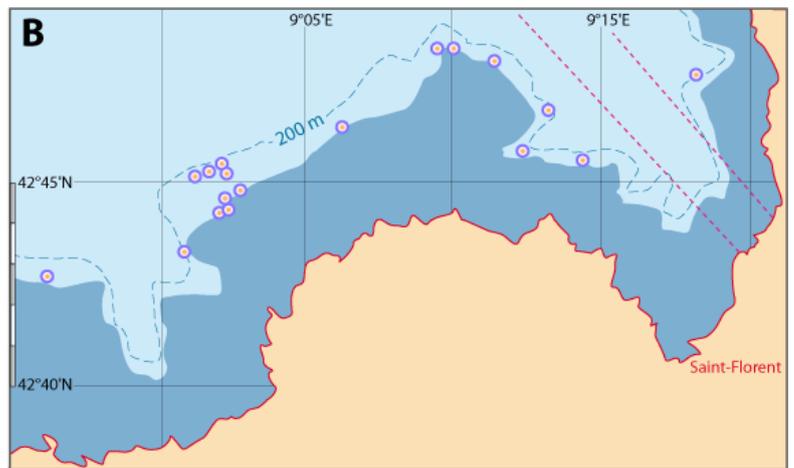
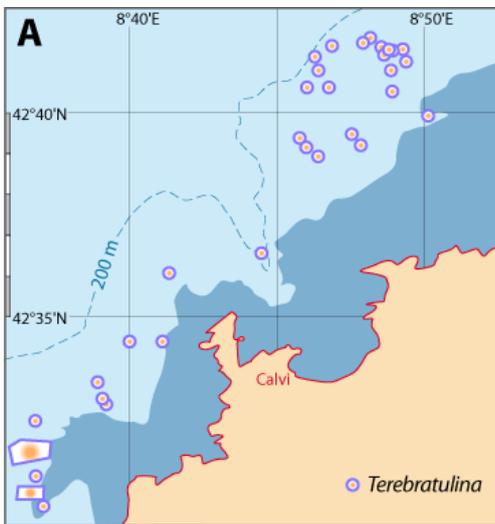
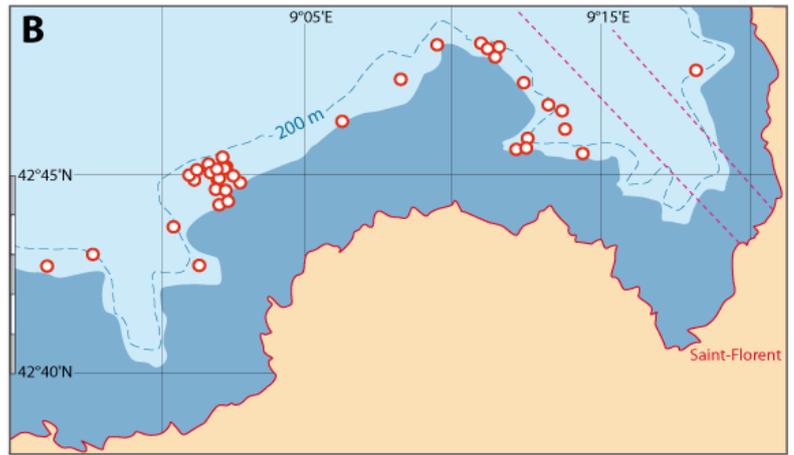
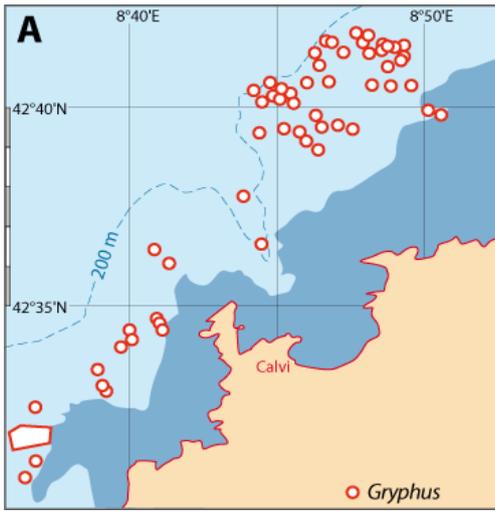
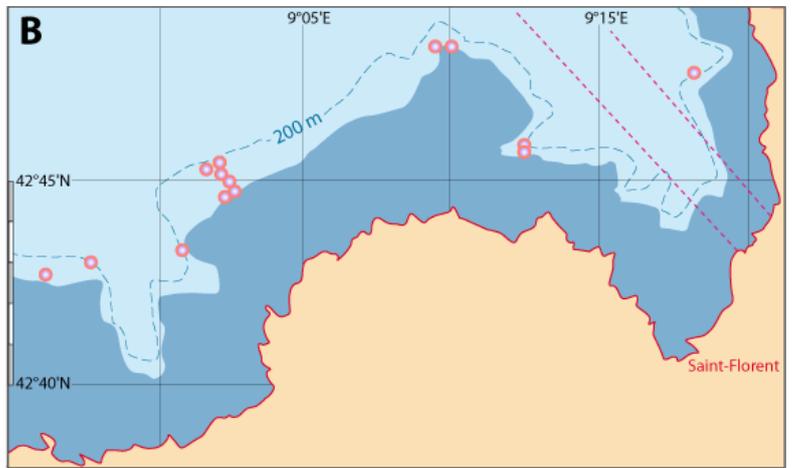
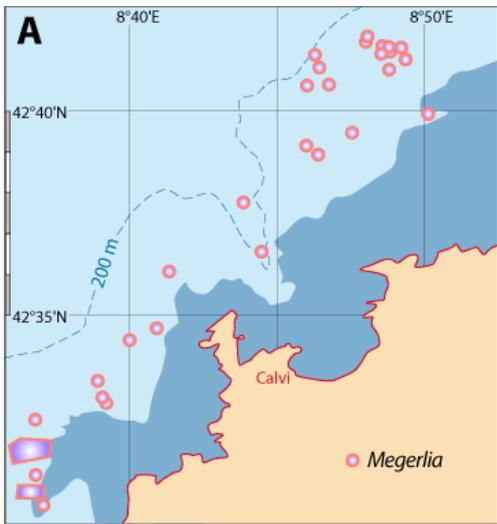
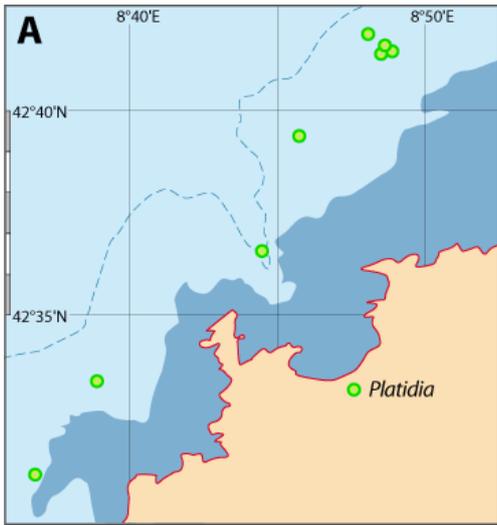


Fig. 9-5. Corse Nord-Ouest : zones A et B. À gauche : localisation des stations de campagnes BraCors (CNRS). À droite : localisation des stations des campagnes BathyMed (CNRS). Voir Tableaux 7, 9 et 10.

Ci-dessous, les cartes de distribution de *Novocrania anomala*. - *Gryphus vitreus*. - *Terebratulina retusa*. - *Megathiris detruncata*. - *Platidia anomioides*. - *Megerlia truncata*. Voir Tableaux 7, 9 et 10.







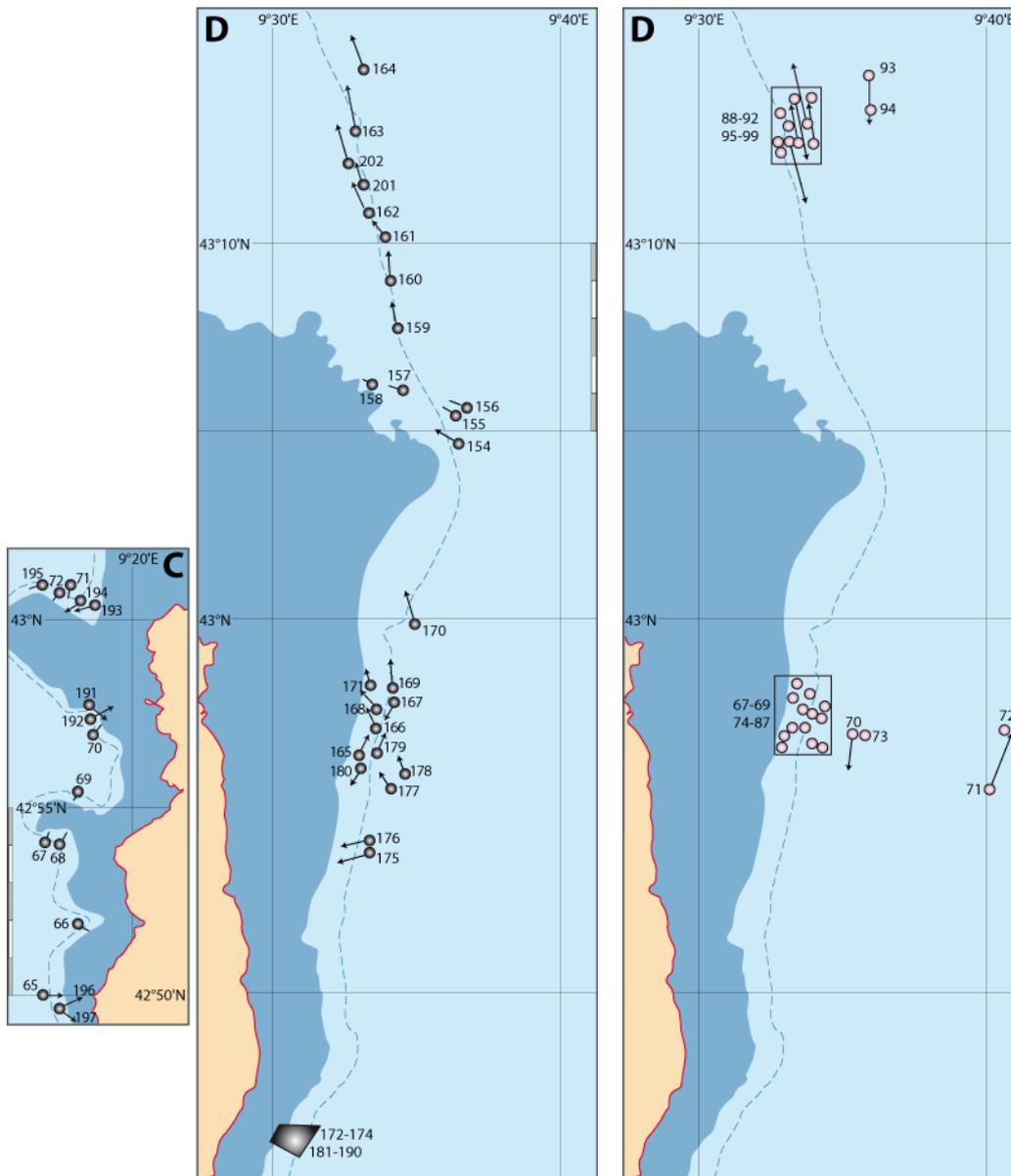
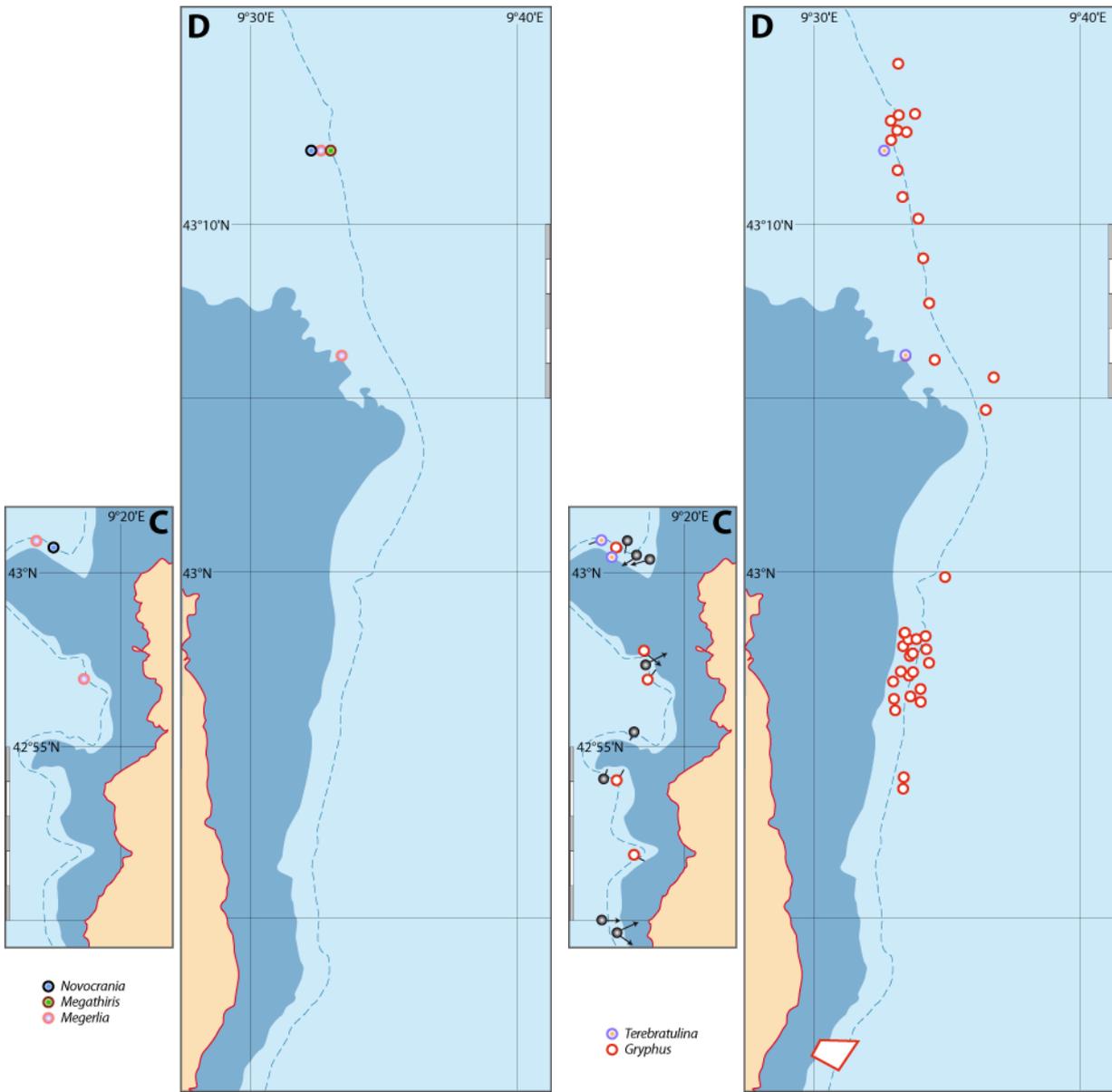


Fig. 9-6. Corse Nord : zones C et D. Localisation des stations de campagnes BraCors (CNRS) et BathyMed (CNRS). Voir Tableaux 6 et 8.

Ci-dessous, les cartes de distribution de *Novocrania anomala*. - *Gryphus vitreus*. - *Terebratulina retusa*. - *Megathiris detruncata*. - *Megerlia truncata*. Voir Tableaux 7 et 9.



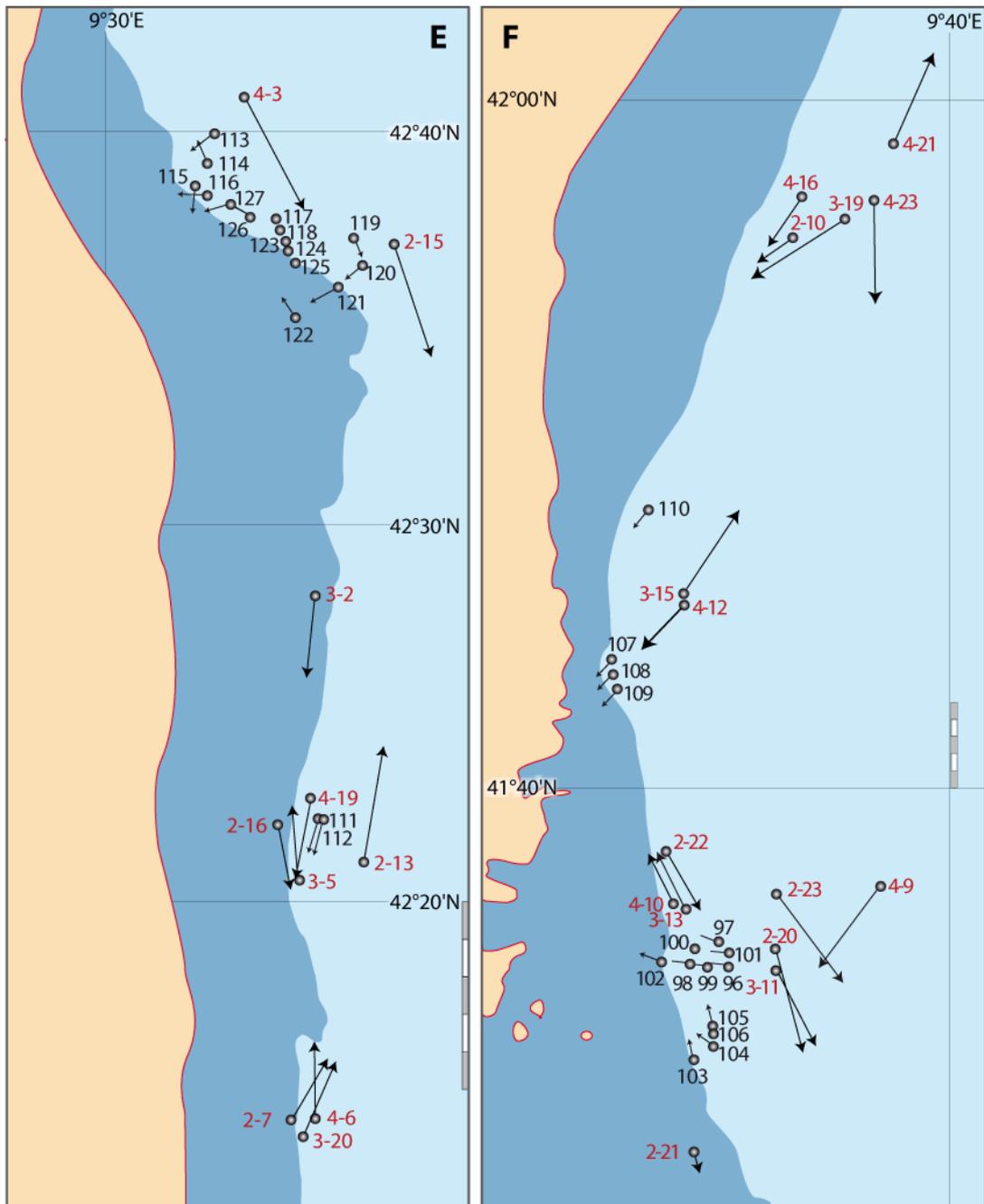
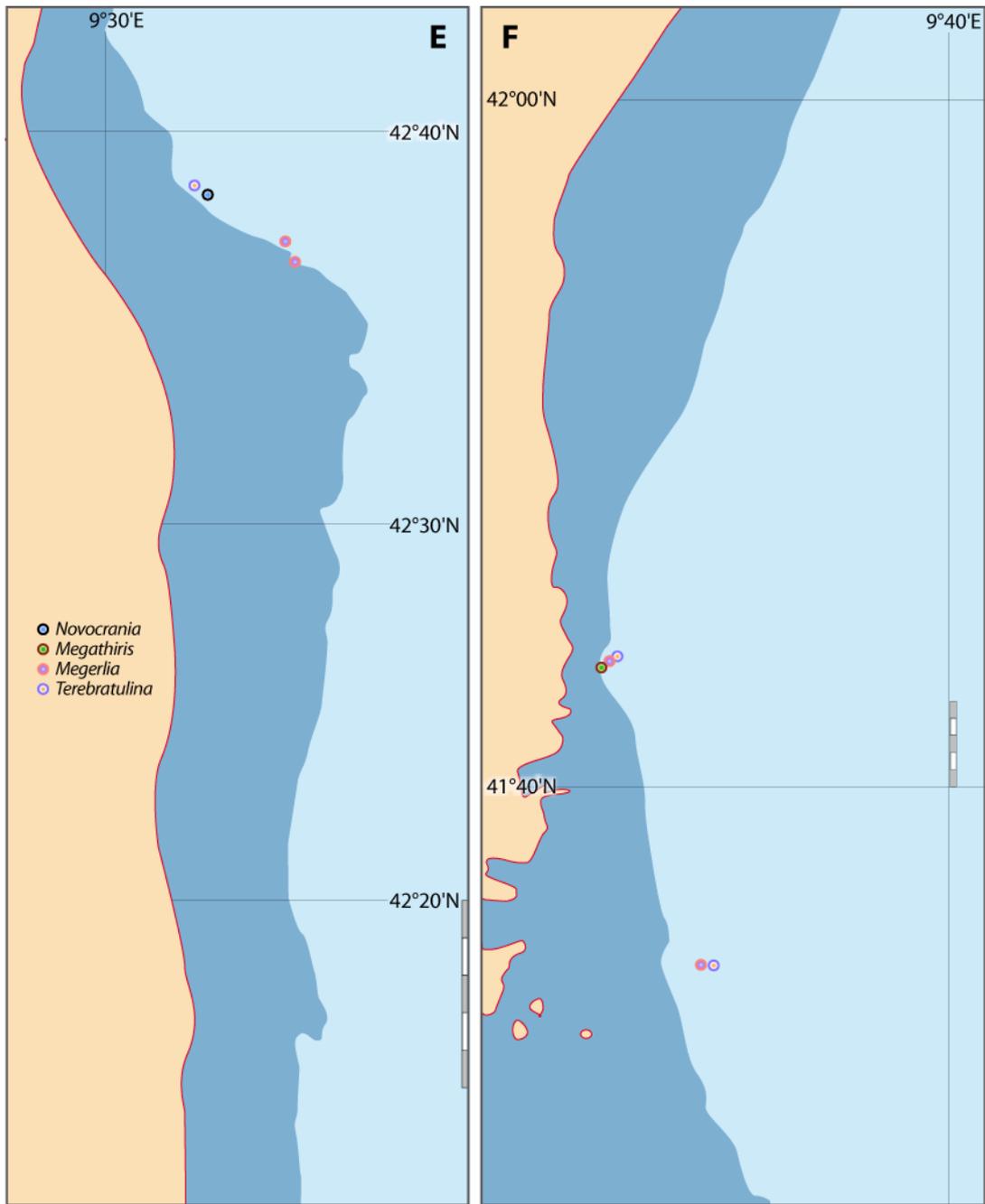
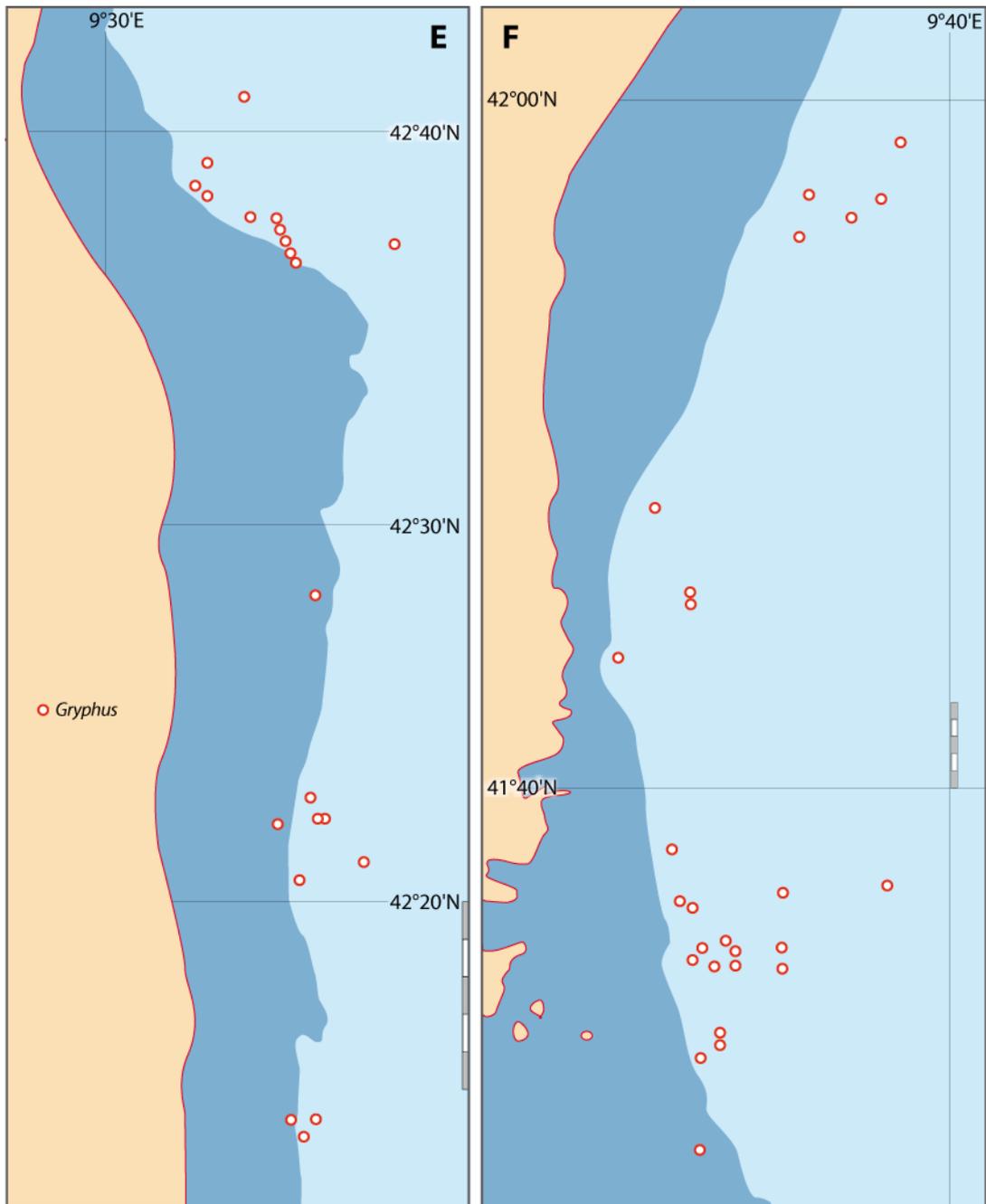


Fig. 9-7. Corse Est : zones E et F. Localisation des stations de campagnes BraCORS (CNRS) – numérotées en noir - et Meditis (Ifremer) – numérotées en rouge. Voir Tableaux 6 et 10.

Ci-dessous, les cartes de distribution de *Novocrania anomala*. - *Terebratulina retusa*. - *Megathiris detruncata*. - *Megerlia truncata*. - *Gryphus vitreus*. Voir Tableaux 7 et 10.





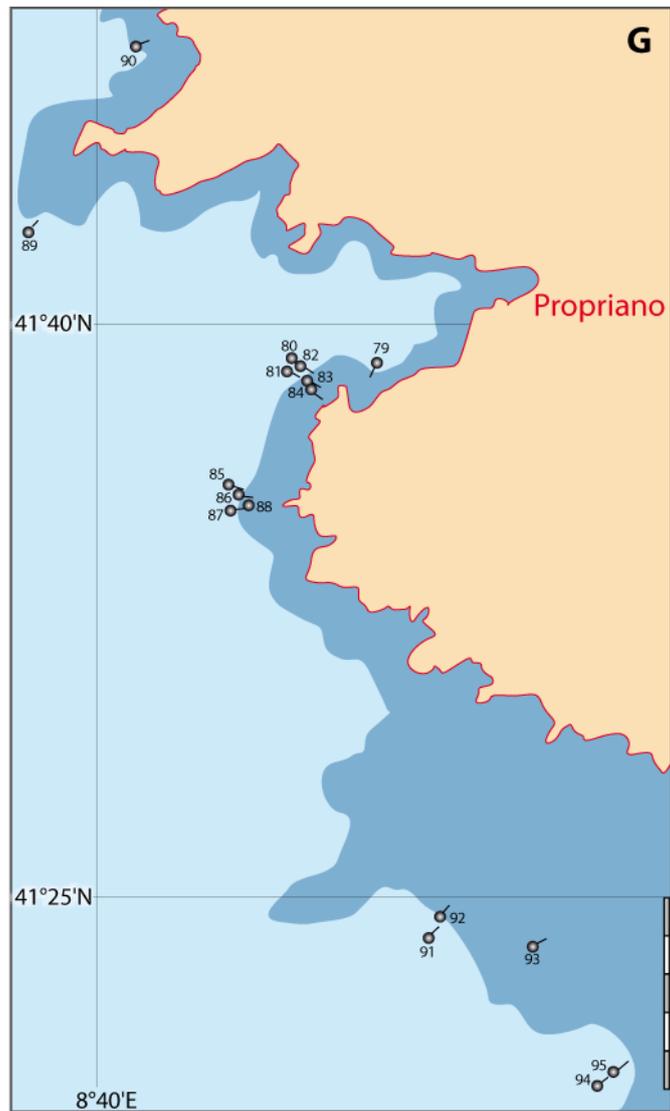


Fig. 9-8. Corse Sud : zone G. Localisation des stations de campagnes BraCORS (CNRS). Voir Tableau 6.

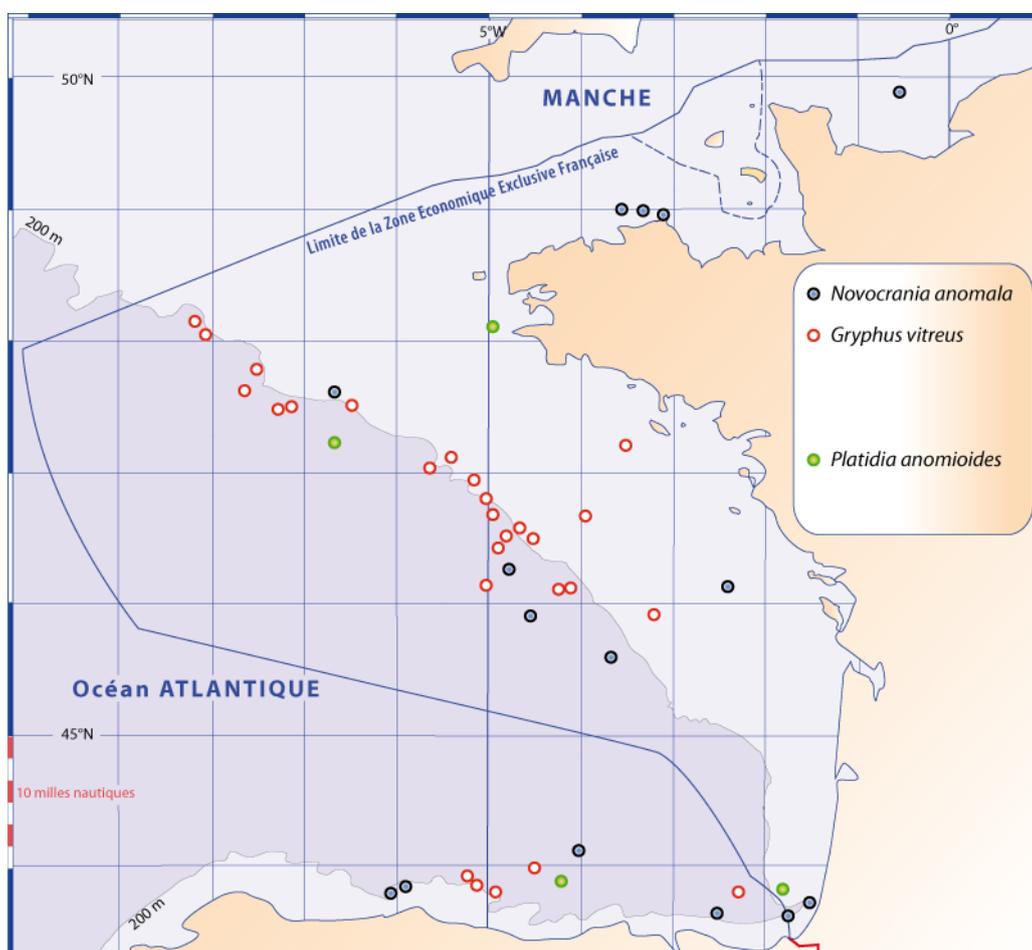
Ci-dessous, les cartes de distribution de *Novocrania anomala*. - *Terebratulina retusa*. - *Megathiris detruncata*. - *Megerlia truncata*. - *Gryphus vitreus*. Voir Tableau 7.

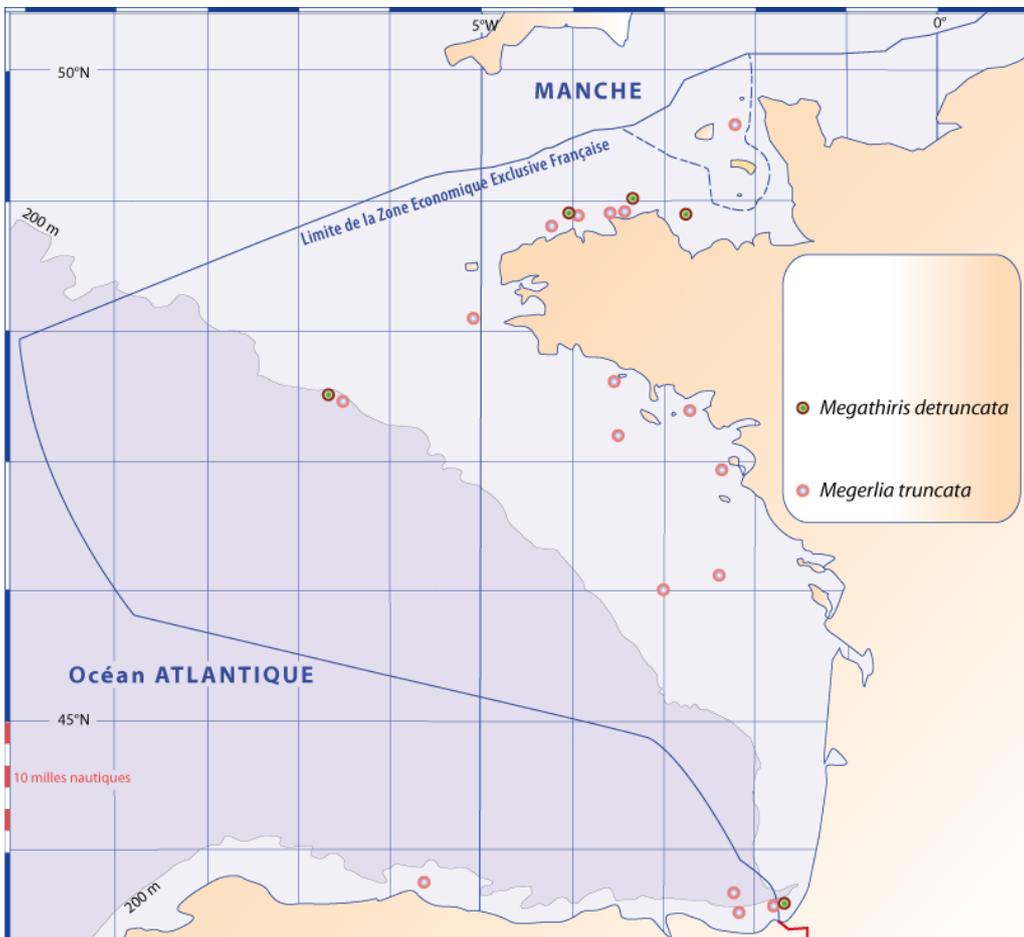
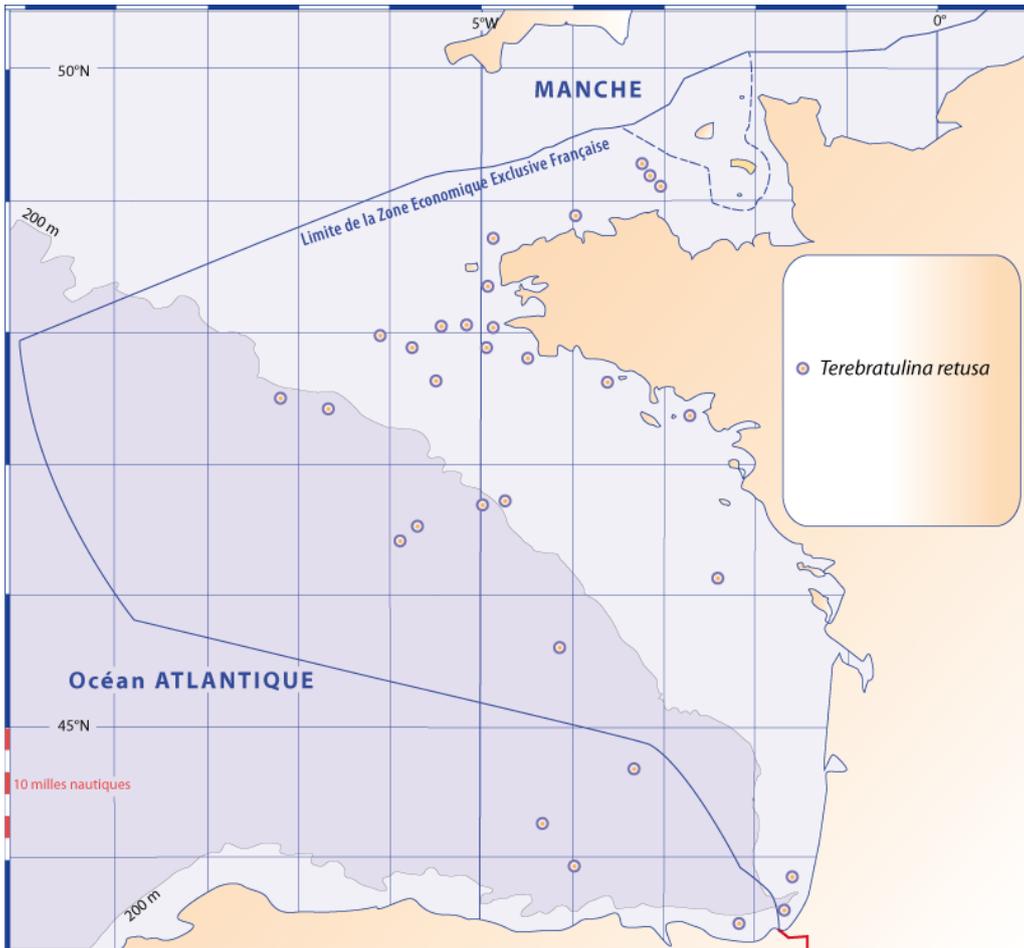


### C. Cartes de distribution en Atlantique et Manche

Aux cartes marines (ci-dessus en A et B) avec les résultats des campagnes rapportées dans ce travail, il apparaît judicieux de compléter ces données en reproduisant les cartes de répartition géographique des six espèces de brachiopodes le long des côtes françaises métropolitaines dans l’océan Atlantique et la Manche, d’après les cartes publiées par Emig (2016, 2017a).

Fig. 9-9. Répartition géographique de six espèces de brachiopodes au large des côtes françaises métropolitaines en Atlantique et Manche (modifié, d’après Emig, 2016, 2017a).





## Remerciements

Je voudrais adresser tous mes remerciements à tous les marins avec lesquels j'ai navigué sur divers océans et mers. Et bien sûr, j'ai une pensée émue à tous les marins et leurs capitaines des navires du CNRS : ceux de Marseille, le N/O Antedon sur lequel j'ai commencé ma carrière et appris le travail en mer, le N/O Antedon 2 sur lequel j'ai fait ma dernière mission en mer, le N/O Alciope ; ceux de Villefranche-sur-mer le N/O Catherine-Laurence et le N/O Korotneff. Que de moments de partage, de vie en commun, de plaisir et de bonheur, aussi de labeur et de gros temps... une vraie vie de marin ! Et transmettre toutes mes amitiés à tous les collègues qui ont participé aux campagnes en mer de la RCP-CNRS n° 728, et en particulier à tous les membres du programme, parmi lesquels Fernando Álvarez (Oviedo), Jean-Henri Delance (Dijon), Italo Di Geronimo (Catania), Bernard Laurin (Dijon), Jean Revert (Pau).



À bord du N/O Catherine-Laurence durant une campagne BRACORS, de gauche à droite : Italo Di Geronimo, Bernard Laurin, Christian Emig, Jean-Henri Delance, Jean Revert.

Mes remerciements aussi à Jocelyne Martin (Ifremer, Nantes) et à Angélique Jadaud (Ifremer, Sète) pour m'avoir communiqué les données sur les brachiopodes des campagnes Ifremer, citées dans ce travail.

Le Commandant en chef pour la Méditerranée et Préfet maritime de la Méditerranée (Marine Nationale) m'a toujours accordé les autorisations pour pouvoir travailler dans certaines zones interdites à tous dragages et surtout a accédé à mes demandes de plongée en submersible nommé SMI (Sous-Marin d'Intervention de la Marine Nationale) Griffon, qu'il en soit chaleureusement remercié. Trois plongées ont été effectuées, les pilotes furent le Lieutenant de Vaisseau Roque, les Enseignes de Vaisseau 1<sup>e</sup> Classe Gomez et Arnault. C'est avec ce dernier que nous avons plongé jusqu'à 600 m de profondeur, la limite autorisée et rarement atteinte par le « Griffon », aussi c'est avec une attention particulière que le mécanicien à bord a surveillé toute possible intrusion d'eau ! Mes remerciements aussi à l'aide fournie par Paul-Henri Nargeolet dans l'équipement du submersible par le Groupe d'intervention sous la mer (GISMER) de la Marine Nationale.

Enfin, mes meilleurs souvenirs à mes amis Aleksandra Bitner (Varsovie) et Fernando Álvarez (Oviedo) pour leurs aide, commentaires et critiques dans la réalisation de ce livre, qu'ils en soient cordialement et chaleureusement remerciés.

## 10. Références bibliographiques

- Albertelli G., Della Croce N. & Frascchetti S. (1991). Benthos della piattaforma continentale ligure (Chiavari) : trasversale - Luglio 1989. *Rapporto tecnico dell'Università degli Studi di Genova, Istituto di Scienze ambientali marine*, 37, 1-11.
- Albertelli G. & Frascchetti S. (1992). Observations on the structure of three different communities of the continental shelf in the Ligurian Sea. *Atti del IX Congresso Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia*, p. 351-362.
- Álvarez F., Alonso-Zarazaga M.A. & Emig C.C. (2005). Apéndice 2. Nomenclatura : Lista de sinónimos y combinaciones filo Braquiópoda. In : Fauna Ibérica, Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid, vol. 27, 215-226.
- Álvarez F. & Brunton C.H.C. (2008). On the reliability of reconstructing and comparing brachiopod interiors and their morphological variations based solely on serial sections. *Proceedings of the Royal Society of Victoria*, 120 (1), 58-74.
- Álvarez F. & Emig C.C. (2005). Filo Brachiopoda. In : Fauna Ibérica, Museo de Ciencias Naturales, CSIC Madrid, 27, 55-177, 186-205, 224-236.
- Álvarez F., Emig C.C. & Tréguier J. (2016). Brachiopodes actuels : historique et révision de la collection D.-P. Ehlert (Laval) ; brachiopodes des côtes françaises métropolitaines. *Bulletin de la Société des Sciences naturelles de l'Ouest de la France*, hors-série 1, 386 p. - & - & *Sciences etc, Annales des collections de Sciences et techniques du Musée des Sciences de Laval*, hors-série 1, 386 p.
- Álvarez F., Emig C.C. & Tréguier J. (2017). Brachiopodes actuels : historique et révision de la collection D.-P. Ehlert (Laval) ; brachiopodes des côtes françaises métropolitaines. *Carnets de Géologie*, CG2017\_B02, 386 p.
- Anastasios A. (ed.) (2013). *Methods for the Study of Marine Benthos*. 4<sup>e</sup> édition, Wiley-Blackwell, Chichester, 496 p.
- Aradas A. (1847). Descrizione delle conchiglie fossili di Gravitelli presso Messina. *Atti dell'Accademia Gioenia di Scienze naturali di Catania*, (serie 2), 4, 58-88 [Brachiopoda : p. 70].
- Aradas A. & Benoit L. (1870). Conchigliologia vivente marina della Sicilia e delle isole che la circondano. *Atti dell'Accademia Gioenia di Scienze naturali di Catania*, (serie 3), 6, 1-324, 5 pl. [Brachiopoda : p. 106-110].
- Arnaud P.M. & Emig C.C. (1987). La population, unité fonctionnelle de la biocoenose. *Actes du Colloque national du C.N.R.S. « Biologie des populations »*, Lyon 1986, p. 69-72.
- Atkins D. (1959). The growth stages of the lophophore of the brachiopod *Platidia davidsoni* (Eudes Deslongchamps) et *P. anomoides* (Philippi) with notes on the feeding mechanism. *Journal of the marine biological Association of the United Kingdom*, 38, 103-132.
- Barrier P. (1984). Evolution tectono-sédimentaire pliocène et pléistocène du détroit de Messine (Italie). Thèse de Doctorat, Université d'Aix-Marseille 2, 270 p.
- Baumiller T.K., Bitner M.A. & Emig C.C. (2006). High frequency of drill holes in brachiopods from the Pliocene of Algeria and its ecological implications. *Lethaia*, 39 (4), 313-320.
- Bellan-Santini D. (1983). The Mediterranean benthos: Reflections and problems raised by a classification of the benthic assemblages. In : *Mediterranean Marine Ecosystems*. Morairou-Apostolopoulou M. & Kiortsis V. (eds). *NATO Conference Series*, (1 Ecology), 8, 19-48.
- Bellan-Santini D., Lacaze J.C. & Poizat C. (1994). Les biocénoses marines et littorales des côtes françaises de Méditerranée : synthèse, menaces et perspectives. *Collection Patrimoines naturels*, MNHN, Paris, vol. 19, 246 p.
- Bitner M.A. (2007). Recent brachiopods from the Austral Islands, French Polynesia, South Central Pacific. *Zoosystema*, 29 (3), 491-502.
- Bitner M.A. & Dulai A. (2004). Revision of Miocene brachiopods of the Hungarian Natural History Museum, with special regard to the Meznerics collection. *Fragmenta Palaeontologica Hungarica*, 22, 69-82.

- Bitner M.A. & Logan A. (2016). Recent Brachiopoda from the Mozambique-Madagascar area, western Indian Ocean. *Zoosystema*, 38 (1), 5-41.
- Bitner M.A., Lozouet P. & Cahuzac B. (2013). Upper Oligocene (Chattian) brachiopod fauna from the Aquitaine Basin, southwestern France and its paleoenvironmental implications. *Geodiversitas*, 35 (3), 579-606.
- Blake N.J. & Doyle L.J. (1983). Infaunal-sediment relationships at the shelf-slope break. In: *The shelfbreak: critical interface on continental margins*. Stanley D.J. & Moore G.T. (eds). *SEPM Special Publications*, 33, 381-389.
- Blanc J.J. (1968). Sedimentary geology of the Mediterranean sea. *Oceanography and marine Biology: an annual Review*, 6, 377-454.
- Blochmann F. (1906). Neue Brachiopoden der Valdivia- und Gaußexpedition. *Zoologischer Anzeiger*, 30 (21-22), 690-702 & 824.
- Borghi E., Bajo Campos I. & Rico García A. (2005). *Arbacina romana* (Merian, 1858) from the lower Pleistocene of Favignana Island (Sicily). *Parvia Naturalia*, 7, 47-71.
- Boullier A., Delance J.H., Emig C.C., d'Hondt J.L., Gaspard D. & Laurin B. (1986). Les populations de *Gryphus vitreus* (Brachiopoda) en Corse. Implications paléontologiques. *Biostratigraphie du Paléozoïque*, 4, 179-196, 1 pl.
- Brunton C.H.C. (1989). Some brachiopods from the Eastern Mediterranean Sea. *Israel Journal of Zoology*, 35, 151-169.
- Brunton C.H.C. & Curry G.B. (1979). British brachiopods. *Synopses British Fauna*, Academic. Press Londres, vol. 17, 64 p.
- Calcara P. (1845). Cenno sui molluschi viventi e fossili della Sicilia da servire di supplimento ed insieme di critiche osservazioni all'opera di R. A. Philippi. Reale Stamperia e Libreria, Palermo, 65 p., pl. I-IV.
- Carpine C. (1970). Écologie de l'étage bathyal dans la Méditerranée occidentale. *Mémoires de l'Institut océanographique de Monaco*, 2, 1-146.
- Carus J.V. (1893). *Prodromus faunae mediterraneae, sive Descriptio animalium maris Mediterranei incolarum, quam comparata silva rerum quatenus innotuit, adiectis locis et nominibus vulgaribus eorumque auctoribus, incommodum zoologorum*. Schweizerbartsche Verlag, Stuttgart, vol. 2, 854 p. [Brachiopoda : p. 54-61]
- Cohen B.L., Balfe P., Cohen M. & Curry G.B. (1993). Molecular and morphometric variation in European populations of the articulate brachiopod *Terebratulina retusa*. *Marine Biology*, 115, 105-111.
- Cohen B.L., Kaulfuss A. & Lüter C. (2014). Craniid brachiopods: aspects of clade structure and distribution reflect continental drift (Brachiopoda: Craniiformea). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 171 (1), 133-150.
- Collins M.J. (1986). Post mortality strength loss in shells of the Recent articulate brachiopod *Terebratulina retusa* (L.) from the west coast of Scotland. *Biostratigraphie du Paléozoïque*, 4, 209-218.
- Cooper G.A. (1977). Brachiopods from the Caribbean sea and adjacent waters. *Studies of tropical Oceanography*, Miami, 14, 1-211.
- Cooper G.A. (1973). *Vema's* Brachiopoda (Recent). *Smithsonian Contributions to Paleobiology*, 17, 51 p., 9 pl.
- Cooper G.A. (1983). The Terebratulacea (Brachiopoda), Triassic to Recent: A study of the Brachidia (loops). *Smithsonian Contributions to Paleobiology*, 50, 1-445.
- Cormaci M., Funari G. & Alongi G. (2014). Flora marina bentonica del Mediterraneo : Chlorophyta. *Bollettino Accademia Gioenia Scienze naturale*, 47 (377), 11-436.
- Costello M.J. & Chaudhary C. (2017). Marine biodiversity, biogeography, deep-sea gradients, and conservation. *Current Biology*, 27 (11), R511-R527.
- Courp T. & Monaco A. (1990). Sediment dispersal and accumulation on the continental margin of the Gulf of Lions : sedimentary budget. *Continental Shelf Research*, 10, 1063-1087.

- Cuvier G. (1798). Tableau élémentaire de l'histoire naturelle des animaux. Baudouin, Paris, 710 p. (pl. I-XIV).
- Dall W.H. (1920). Annotated list of the Recent Brachiopoda in the Collection of the United States National Museum, with descriptions of thirty-three new forms. *Proceedings of the U. S. National Museum*, 57 (2314), 261-377.
- Darlu P. & Tassy P. (2018). La reconstruction phylogénétique. Editions Matériologiques, Paris, 2e édition, 430 p.
- Davidson T. (1852). Sketch of a classification of Recent Brachiopoda based upon internal organisation. *Annals and Magazine of natural History*, (series 2), 9, 361-377.
- Davidson T. (1864). Description of the Brachiopoda. *Annals and Magazine of Natural History*, (series 3), 14, 5-11.
- Davidson T. (1869). Notes on some Recent Mediterranean species of Brachiopoda. *Annals and Magazine of Natural History*, (series 4) 3, 374-377.
- Davidson T. (1870). On Italian Tertiary brachiopoda. *Geological Magazine*, 7, 359-370, 399-408, 460-466.
- Davidson T. (1880). Report on the Brachiopoda dredged by the HMS Challenger during the years 1873-1876. *Report of the scientific Results of the Voyage of H. M. S. Challenger during the years 1873-76*, Zoology 1 (1), 1-67, pl. 1-4.
- Davidson T. (1886-1888). A monograph of the Recent Brachiopoda (1886-1888). *Transactions of the Linnean Society of London*, (2) 4 (Zoology), part I : p. 1-74, pl. 1-13 (1886) ; part II : p. 75-182, pl. 14-25 (1887) ; part III : p. 183-248, pl. 26-30 (1888).
- Delance J.H. & Emig C.C. (2004). Drilling predation on *Gryphus vitreus* (Brachiopoda) off the French Mediterranean coasts. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 208 (1-2), 23-30.
- Deshayes G.P. (1863). Catalogue des Mollusques de l'île de la Réunion (Bourbon). In : Notes sur l'île de la Réunion, Maillard L. (ed.). Dentu, Paris, 144 p., 41 pl.
- Di Geronimo I. (1979). Il pleistocene in facies batiale di Valle Palione (Grammichele, Catania). *Bollettino malacologico*, Milano, 15 (5-6), 85-156.
- Di Geronimo I. (1984). Stabilité des peuplements et stabilité des bassins sédimentaires. *Geobios*, Mémoire spécial, 8, 145-150.
- Di Geronimo I. (1987). Bionomie des peuplements benthiques des substrats meubles et rocheux plio-quadernaires du Déroit de Messine. *Documents et Travaux de l'IGAL* (Institut géologique Albert-de-Lapparent), 11, 153-169.
- Di Geronimo I. (1990). Biogeografia dello zoobenthos del Mediterraneo: origine e problematiche. *Oebalia*, supplement 16, 31-49.
- Emig C.C. (1966). Anatomie et écologie de *Phoronis psammophila* Cori (Golfe de Marseille; Etang de Berre). *Recueil des Travaux de la Station marine d'Endoume*, Marseille, 40, 161-248.
- Emig C. C. (1983). Appareillages et techniques utilisés en océanographie. Description et mise en oeuvre. CNRS - Formation des marins océanologues, Marseille, 2e édition, 172 p.
- Emig C.C. (1985a). Distribution et synécologie des fonds à *Gryphus vitreus* (Brachiopoda) en Corse. *Marine Biology*, 90, 139-146.
- Emig C.C (1985b). Phylogenetic systematics in Phoronida (Lophophorata). *Zeitschrift für zoologische Systematik und Evolution Forschungen*, 23 (3), 184-193.
- Emig C.C. (1987). Offshore brachiopods investigated by submersible. *Journal of experimental and marine Biology and Ecology*, 108, 261-273.
- Emig C.C. (1988). Les Brachiopodes actuels sont-ils des indicateurs (paléo)bathymétriques ? *Géologie méditerranéenne*, 15 (1), 65-71.
- Emig C.C. (1989a). Distribution bathymétrique et spatiale des populations de *Gryphus vitreus* (Brachiopoda) sur la marge continentale (Nord-Ouest Méditerranée). *Oceanologica Acta*, 12 (2), 205-209.

- Emig C.C. (1989b). Distributional patterns along the Mediterranean continental margin (Upper Bathyal) using *Gryphus vitreus* (Brachiopoda) densities. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 71, 253-256.
- Emig C.C. (1989c). Observations préliminaires sur l'envasement de la biocoenose à *Gryphus vitreus* (Brachiopoda), sur la pente continentale du Nord de la Corse (Méditerranée). Origines et conséquences. *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 309 (série III), 337-342.
- Emig C.C. (1990). Examples of post-mortality alteration in Recent brachiopod shells and (paleo)ecological consequences. *Marine Biology*, 104, 233-238.
- Emig C.C. (1997a). Bathyal zones on the Mediterranean continental slope: An attempt. *Publicaciones Especiales del Instituto Español de Oceanografía*, 23, 23-33.
- Emig C.C. (1997b). Ecology of the inarticulated brachiopods. Biogeography of the inarticulated brachiopods. In: Kaesler R.L. (ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part H revised Brachiopoda*. Geological Society of America and University of Kansas. Boulder, Colorado, and Lawrence, Kansas, vol. 1, 473-502.
- Emig C.C. (2002). Death : a key information in marine palaeoecology. In : Current topics on taphonomy and fossilization. *Col·lecció Encontres*, Valencia, 5, 21-26.
- Emig C.C. (2008). On the history of the names *Lingula*, *anatina*, and on the confusion of the forms assigned them among the Brachiopoda. *Carnets de Géologie [Notebooks on Geology]*, Article 2008/08 (CG2008\_A08), 13 p., 10 fig., 2 tabl.
- Emig C.C. (2010). Brachiopoda. *Biologia Marina Mediterranea*, 17 (suppl. 1), 586-588.
- Emig C.C. (2012). Révision des espèces de brachiopodes décrits par A. Risso. *Carnets de Géologie [Notebooks on Geology]*, Article CG2012\_A02 (CG2012\_A02), 15-30.
- Emig C.C. (2013). Daniel Œhlert (1849-1920) : biographie scientifique et bibliographie. *Carnets de Géologie [Notebooks on Geology]*, Article 2013/08 (CG2013\_A08), 303-314.
- Emig C.C. (2014). *Novocrania turbinata* synonyme de *N. anomala*. *Carnets de Géologie [Notebooks on Geology]*, 14 (8), p. 159-170.
- Emig C.C. (2016). Les Brachiopodes des côtes françaises métropolitaines. *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de l'Ouest de la France*, hors-série 1, 129-167 et 183-188. - & *Sciences etc, Annales des collections de Sciences et techniques du Musée des Sciences de Laval*, hors-série 1, 129-167 et 183-188.
- Emig C.C. (2017a). Les Brachiopodes des côtes françaises métropolitaines. In : Álvarez F., Emig C.C. & Tréguier J., Brachiopodes actuels : historique et révision de la collection D.-P. Œhlert (Laval) ; brachiopodes des côtes françaises métropolitaines. *Carnets de Géologie*, CG2017\_B02, 386 p.
- Emig C.C. (2017b). Atlas of Antarctic and sub-Antarctic Brachiopoda. *Carnets de Géologie*, CG2017\_B03, 93 p.
- Emig C.C. (2018). BrachNet. Accessed at <http://paleopolis.rediris.es/BrachNet/CLASS/Taxindex.htm> on 30-11-2018.
- Emig C.C. & Arnaud P.M. (1988). Observations en submersible sur la densité des populations de *Gryphus vitreus* (Brachiopodes) le long de la marge continentale de Provence (Méditerranée nord-occidentale). *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 306 (série III) (16), 501-505.
- Emig C.C., Bhaud M. & Liberman M. (1987). Engins mis en service sur les navires océanographiques côtiers (1<sup>re</sup> partie), 34 minutes. Réalisateur Lecomte J.; co-production CNRS-Formation permanente & CNRS-PIROcéan ; éditeur : CNRS-Audiovisuel, Paris.
- Emig C.C., Bitner M.A. & Álvarez F. (2013). Phylum Brachiopoda. *Zootaxa*, 3703 (1), 75-78.
- Emig C.C., Bitner M.A. & Álvarez F. (2015). Scientific death-knell against databases? Errors induced by database manipulations and its consequences. *Carnets de Géologie*, 15 (16), 231-238.
- Emig C.C., Bitner A.M. & Álvarez F. (2018). Brachiopoda Database. Accessed at [http://paleopolis.es/brachiopoda\\_database/](http://paleopolis.es/brachiopoda_database/) on 30-11-2018.

- Emig C.C. & García-Carrascosa M.A. (1991). Distribution of *Gryphus vitreus* (Born, 1778) (Brachiopoda) on transect P2 (Continental margin, French Mediterranean coast) investigated by submersible. *Scientia marina*, 55 (2), 383-388.
- Emig C.C. & Geistdoerfer P. (2004). The Mediterranean deep-sea fauna: historical evolution, bathymetric variations and geographical changes. *Carnets de Géologie [Notebooks on Geology]*, Article 2004/01 (CG2004\_A01\_CCE-PG), 10 p., 4 fig., 3 tabl.
- Emig C.C. & Geistdoerfer P. (2008). Les échanges de la faune profonde en Mer Méditerranée. In : "La Méditerranée autour de ses îles", sous la direction de Emig C.C., Villain-Gandossi C. & Geistdoerfer P. *Actes des Congrès nationaux des Sociétés historiques et scientifiques* (version électronique), p. 31-43. Editions CTHS, Paris.
- Emig C.C. & Rachebœuf P.R. (1990). Systèmes biologiques et Taphonomie: un point de vue biologique. *Comunicación de la Reunión de Tafonomía y Fosilización*, Madrid 1990, p. 87-93.
- Ercegovic A. (1957). Principes et essai d'un classement des étages benthiques. *Recueil des Travaux de la Station marine d'Endoume*, Marseille, 22, 17-21.
- Eudes-Deslongchamps E. (1855). On a new species of *Morrisia*. In : Davidson T., A few remarks on the Brachiopoda. *Annals and Magazine of natural History*, (series 2), 16, 443-444, pl. 10.
- Eyzaguirre-Philippi M.T. (2008). Homenaje : Rodolfo Amando Philippi (1808-1904) - Explorador de nuestra biodiversidad. *Gayana Botánica*, Concepción, 65 (2), VII-XI.
- Falconetti C. (1980). Bionomie benthique des fonds situés à la limite du plateau continental du Banc du Magaud (Iles d'Hyères) et de la région de Calvi (Corse). Thèse de Doctorat es-Sciences, Université de Nice, 287 p.
- Fischer P. & Ehlert D.-P. (1891). Brachiopodes. *Expeditions scientifiques du « Travailleur » et du « Talisman » pendant les années 1880, 1881, 1882, 1883*, Masson, Paris, 2, 1-140.
- Fleming J. (1822). The philosophy of zoology, or, A general view of the structure, functions, and classification of animals. Constable, Edimbourg, vol. 2, 618 p.
- Font J. (1990). A comparison of seasonal winds with currents on the continental slope of the Catalan Sea (Northwestern Mediterranean). *Journal of Geophysical Research*, 95 (C2), 1537-1545.
- Fredj G. & Falconetti C. (1977). Sur la présence d'algues filamenteuses perforantes dans le test des *Gryphus vitreus* (Born) (Brachiopodes terebratulidés) de la limite inférieure du plateau continental méditerranéen. *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 284 B, 1167-1170.
- Fredj-Reygrobelle D. & G. Fredj, 1982. Etat des recherches sur les populations méditerranéennes de *Gryphus vitreus* (Born) de la limite inférieure du plateau continental. *Bulletin de la Société zoologique de France*, 107 (2), 217-223.
- Gaetani M. (1986) Brachiopod palaeocommunities from the Plio/Pleistocene of Calabria and Sicilia (Italy). *Biostratigraphie du Paléozoïque*, 4, 281-288.
- Gaetani M. & D. Saccà (1983). Brachiopodi neogenici pleistocenici della Provincia di Messina e della Calabria meridionale. *Geologica Romana*, 22, 1-43.
- Gaetani M. & Saccà D. (1984). Brachiopodi batiali nel Pliocene e Pleistocene di Sicilia e Calabria. *Rivista italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 90 (3), 407-458.
- Gautier Y. & Picard J. (1957). Bionomie du banc du Magaud (Est des Îles d'Hyères). *Recueil des Travaux de la Station marine d'Endoume*, Marseille, 21 (12), 28-40.
- Gmelin J.F. (1789). *Systema Naturae, editio decima tertia aucta*. Reformata I, Ps. VI. Vermes. Beer, Leipzig, p. 3021-4120.
- Goujard A. & Fourn M. (2012). Atlas thématique de la campagne MEDSEACAN (têtes des canyons méditerranéens continentaux) novembre 2008 - avril 2010. Phase 3. Partenariat Agence des aires marines protégées - GIS Posidonie. GIS Posidonie, Marseille, 100 p.
- Granier J. (1978). Notes sur quelques brachiopodes dragués par les chalutiers du Grau-du-Roi (Gard). *Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon*, 47 (2), 66-69.
- Grinyó J., Gori A., Greenacre M., Requena S., Canepa A., Lo Iacono C., Ambroso S., Purroy A. & Gili J.M. (2018). Megabenthic assemblages in the continental shelf edge and upper slope of the Menorca Channel, Western Mediterranean Sea. *Progress in Oceanography*, 162, 40-51.

- Guille A. (1970). Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane française. 2. Les communautés de la macrofaune. *Vie et Milieu*, 21 (1B), 149-280.
- Helmcke J.G. (1939). Die Brachiopoden des Zoologischen Museums zu Berlin. III. *Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin*, Jahrgang 1938 (Oktober-Dezember), p. 221-268.
- Helmcke J.G. (1940). Die Brachiopoden der Deutschen Tiefsee-Expedition. *Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer "Valdivia" 1898-1899*, Fischer, Jena, 24 (3), 216-316.
- Huang D. & Su J. (1991). On the stability of fronts near shelfbreak. *Acta oceanologica sinica*, 10, 167-181.
- Huault V. (1990). Modélisation de la morphogenèse d'une térébratule actuelle : *Gryphus vitreus*. Ontogenèse, variation morphologique et prospective méthodologique. Mémoire de DEA, Université de Bourgogne, Dijon, 44 p.
- Huthnance J.M. (1992). Extensive slope currents and ocean-shelf boundary. *Progress in Oceanography*, 29, 61-196.
- ICZN - International Commission on Zoological Nomenclature (1999). International Code of Zoological Nomenclature / Code International de Nomenclature Zoologique. The International Trust for Zoological Nomenclature, Londres, 4<sup>e</sup> édition, 306 p.
- Jeffreys J.G. (1878). On the Mollusca procured during the "Lightning" and "Porcupine" expeditions 1868-1870. Part 1. *Proceedings of the zoological Society of London*, 1878, 393-416.
- Kornmann P. & Sahling P.H. (1980). The shell-inhabiting, marine alga *Ostreobium quekettii* Bornet & Flahault is a distinct species reproducing by zoospores with four flagella. *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, 34, 115-122.
- Lamarck J.P.B.A., Monet de (1801). Histoire naturelle des animaux sans vertèbres, ou Tableau général des classes, des ordres et des genres de ces animaux; présentant leurs caractères essentiels et leur distribution, d'après la considération de leurs rapports naturels et de leur organisation, et suivant l'arrangement établi dans les galeries du Muséum d'Hist. Naturelle parmi leurs dépouilles conservées; Précédé du discours d'ouverture du Cours de Zoologie, donné dans le Muséum National d'Histoire Naturelle l'an 8 de la République. Déterville, Paris, vol. 6 (1<sup>e</sup> partie), 432 p.
- Laubier L. & Emig C.C. (1993). La faune benthique profonde de Méditerranée. In : Symposium Mediterranean Seas 2000, Della Croce F.R. (ed.), Istituto di Scienze ambientali marine, S. Margherita Ligure, p. 397-428.
- Ledoyer M. (1987). Les cumacés méditerranéens profonds (Crustacea) des campagnes Biomède I et II et Balgim. Synthèse de la distribution bathyale du groupe en Méditerranée occidentale. *Mésogée*, 47, 59-70.
- Lee D.E. & Brunton C.H.C. (1986). *Neocrania* n. gen., and a revision of Cretaceous-Recent brachiopod genera in the Family Craniidae. *Bulletin of the British Museum of natural History (Geology)*, 40 (4), 141-160.
- Lee D.E. & Smirnova T.N. (2006). Terebratuloidea. In : Kaesler R.L. (ed.) Treatise on Invertebrate Paleontology. Part H revised Brachiopoda. Geological Society of America and University of Kansas. Boulder, Colorado, and Lawrence, Kansas, vol. 6, 2054-2081.
- Linné C. (1767). *Systema naturae per regna tria naturae: secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*. Editio duodecima reformata. Laurentii Salvii, Stockholm, p. 533-1327.
- Lipparini T., Malatesta A., Nicosia M.L. & Valdinucci A. (1981). Pliocene a quaternario del capo Milazzo in Sicilia. *Bollettino del Servizio geologico d'Italia*, 77 (4/5), 579-604.
- Logan A. (1979). The Recent Brachiopoda of the Mediterranean Sea. *Bulletin de l'Institut océanographique de Monaco*, 72 (1434), 1-112.
- Logan A. (1998). Recent Brachiopoda from the oceanographic expedition Seamount 2 to the north-eastern Atlantic in 1993. *Zoosystema*, 20, 549-562.

- Logan A. & Long S.L. (2001). Shell morphology and geographical distribution of *Neocrania* (Brachiopoda, Recent) in the eastern North Atlantic and Mediterranean Sea. *Systematic Association Special Volume Series*, 63, 71-79.
- Lovén S. (1846). Nordens Hafs-Mollusker. Brachiopoda. Index Molluscorum litora Scandinaviae occidentalia habitantium. *Öfversigt af Kungliga svenska Vetenskaps-akademiens Förhandlingar 1846*, Stockholm, (3) 6 (7), 182-184.
- Lüter C. & Sieben K. (2005). Types of recent Brachiopoda in the Museum für Naturkunde, Berlin - catalogue and taxonomic notes. *Mitteilungen aus dem Museum für Naturkunde in Berlin, (Zoologische Reihe)*, 91 (2), 177-192.
- MacKinnon D.L., Hiller N., Long S.L. & Marshall B.A. (2008). *Neoaemula*, a new genus of platidiid brachiopod, with new observations on species referred to the Recent platidiid brachiopod genus *Amphithyris* Thomson. *Fossils and Strata*, 54, 321-331.
- Maugeri Patanè G. (1929). Brachiopodi postpliocenici delle marne a briozoi dei dintorni di Augusta (Sicilia). *Palaeontographia italica, Memorie di Paleontologia*, Pise, 29-30, 89-128, pl. 27-28.
- Meznerics I. (1943) . Die Brachiopoden des ungarischen Tertiärs. *Annales historico-naturales Musei Nationalis, Hungarici*, 36, 10-60.
- Michelotti G. (1847). Description des fossiles des terrains miocènes de l'Italie septentrionale. *Natuurkundige Verhandelingen van de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem*, 3 (2), 1-408. [Brachiopodes : p. 75-80]
- Millot C. (1987). Circulation in the Western Mediterranean sea. *Oceanologica Acta*, 10, 143-149.
- Monaco A., Biscaye P., Soyer J., Pocklington R. & Heussner S. (1990). Particle fluxes and ecosystem response on a continental margin: the 1985-1988 Mediterranean ECOMARGE experiment. *Continental Shelf Research*, 10, 809-839.
- Monterosato T. de (1879). Note sur les espèces de *Platidia*. *Journal de Conchyliologie*, 27, 306-308, pl. 13, fig. 3.
- Mougenot D., Boillot G. & Rehault J.P. (1983). Prograding shelfbreak types on passive continental margins: some European examples. In : The shelfbreak: critical interface on continental margins, Stanley D. J. & Moore G. T. (eds). *SEPM Special Publications*, 33, 61-77.
- Nauendorf A., Wörheide G. & Lüter C. (2014). Revision of the brachiopod genus *Amphithyris* (Rhynchonelliformea : Platidiidae) with descriptions of two new species. *Zootaxa*, 3847 (2), 221-240.
- Œhlert D.-P. & Deniker M. (1883). Observations sur le développement des brachiopodes par M. Kowalevski. *Archives de Zoologie expérimentale et générale*, Paris, (2) 1, 57-76.
- Orbigny A. d' (1847). Considérations zoologiques et géologiques sur les Brachiopodes. *Annales des Sciences naturelles*, (3<sup>e</sup> série), 8, 241-270, pl. 7.
- Pergent G., Bellan-Santini D., Bellan G., Bitar G. & Harmelin J.G. (2007). Manuel d'interprétation des types d'habitats marins pour la sélection des sites à inclure dans les inventaires nationaux de sites naturels d'intérêt pour la conservation. PNUE-PAM-CAR/ASP (eds), CAR/ASP publ., Tunis, 199 p.
- Pérès J.M. (1982). Ocean Management. In : Marine Ecology, Kinne O. (ed.). Wiley-Interscience Publ., Chichester, vol. 5 (1), 9-642.
- Pérès J.M. (1985). History of the Mediterranean biota and colonization of the depths In : *Western Mediterranean*. Pergamon, Oxford, p. 198-232.
- Pérès J. M. & Picard J. (1964). Nouveau manuel de bionomie benthique. *Recueil des Travaux de la Station marine d'Endoume*, Marseille, 31 (47), 5-137.
- Picard J. (1965). Recherches qualitatives sur les biocoenoses marines des substrats meubles dragables de la région marseillaise. *Recueil des Travaux de la Station marine d'Endoume*, Marseille, 52 (36), 1-160.
- Picard J. (1971). Les peuplements de vase au large du Golfe de Fos. *Téthys*, 3, 569-618.
- Philippi R.A. (1836). *Enumeratio molluscorum Siciliae cum viventium tum in tellure tertiaria fossilium quae in itinere suo observavit*. [Volumen secundum continens addenda et emendanda, nec non

- comparationem faunae recentis Siciliae cum faunis aliarum terrarum et com fauna periodi tertiariae]. Anton, Halis saxorum, vol. 1, 268 p., 12 pl. [Brachiopoda : p. 94-100]
- Philippi R.A. (1844). *Enumeratio molluscorum Siciliae cum viventium tum in tellure tertiaria fossilium quae in itinere suo observavit. [Volumen secundum continens addenda et emendanda, nec non comparationem faunae recentis Siciliae cum faunis aliarum terrarum et com fauna periodi tertiariae]*. Anton, Halis saxorum, vol. 2, 303 p., 18 pl. [Brachiopoda : p. 66-70].
- Poli G.S. (1795). *Testacea Utriusque Siciliae Eorumque Historia Naturalis et Anatome. Tabulis Aeneis Illustrata*. Regio Typographeio, Parme, vol. 2, 356 p. & vol. 4, pl. XXX.
- Poutiers J. (1987). Was there any deep water formation in the Mediterranean sea before 8000 years BP? *Deep-Sea Research*, 34, 309-312.
- Reeve L. (1861a). A revision of the history, synonymy, and geographical distribution of the recent *Terebratulæ*. *Annals and Magazine of natural History*, 7 (3), 169-190.
- Reeve L. (1861b). On the Recent *Terebratulæ*; in reply to some observations by Prof. E. Suess of Vienna. *Annals and Magazine of natural History*, 7 (3), 443-448.
- Retzius A.J (1781). *Crania* oder Todtenkopfs-Muschel. *Schriften der Berlinischen Gesellschaft Naturforschender Freunde*, 2, 66-76.
- Reyss D. (1970). Bionomie benthique de deux canyons sous-marins de la mer Catalane : le rech du Cap et le rech Lacaze-Duthiers. Thèse de Doctorat ès-Sciences, Université de Paris, 251 p.
- Robinson J. (2014). The muscles, body wall and valve-opening mechanism of extant craniid (inarticulated) brachiopods. *Journal of natural History*, 48 (21-22), 1231-1252.
- Robinson J.H. (2017). A review of all Recent species in the genus *Novocrania* (Craniata, Brachiopoda). *Zootaxa*, 4329 (6), 501-559.
- Rojas A., Gracia A. & Patarroyo P. (2015). Brachiopods from off the San Bernardo Archipelago (Colombian Caribbean), with comments on specific synonymies in *Tichosina* Cooper, 1977. *Zootaxa*, 3914 (1), 55-63.
- Ruggiero E.T. & Raia P. (2010). Bioerosion structures and their distribution on shells of the Lower Pleistocene terebratulid brachiopod *Gryphus minor*. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 293 (1-2), 157-166.
- Saccà D. (1985). Variabilità del brachidio di *Gryphus minor* (Philippi) Terebratulida, Brachiopoda. *Rivista italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 91 (3), 409-424.
- Saccà D. (1986). *Megerlia echinata* (Terebratulida, Brachiopoda) nel Pliocene de lla Sicilia e della Calabria meridionale. *Rivista italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 92 (2), 281-292.
- Saccà D. (1992). *Platidia anomioides* (Scacchi & Philippi) e *Platidia davidsoni* (Deslongchamps) (Terebratulida, Brachiopoda) nel Pleitocene della Sicilia orientale. *Rivista italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 98 (1), 101-114.
- Sacco F. (1902). I brachiopodi dei terreni terziarii del Piemonte e della Liguria. Claussen, Turin, 48 p., 6 pl.
- Salat J. & Font J. (1987). Water mass structure near and offshore the Catalan coast during the winters of 1982 and 1983. *Annales Geophysicae*, 5B, 49-54.
- Salen-Picard C. (1982). Contribution à l'étude dynamique de peuplements marins de substrats meubles : les peuplements macrobenthiques circalittoraux soumis à l'envasement dans la région provençale. Thèse de Doctorat es-Sciences, Université d'Aix-Marseille, 268 p.
- Savoye B. & Piper D.J.W. (1993). Quaternary sea-level change and sedimentation on the continental shelf and slope of Antibes, French Riviera. *Geo-Marine Letters* 13, 2-8.
- Scacchi A. (1833). Testacii. *Osservazioni zoologiche*, Naples, n° 2, p. 13-27.
- Seguenza G. (1862a). Sulla formazione Miocenica di Sicilia: ricerche e considerazioni. In : *Politica e Commercio*, Messina, 15 p.
- Seguenza G. (1862b). Notizie succinte intorno alla costituzione geologica dei terreni terziarii del distretto di Messina. Dissertazione pel concorso alla cattedra di storia naturale nell'Università di Messina. Capra, Messina, 84 p., 2 pl.

- Seguenza G. (1865a). Breve cenno di ricerche geognostiche ed organografiche intorno ai Brachiopodi terziarii delle rocce messinesi. *Annali dell'Accademia degli Aspiranti naturalisti di Napoli*, (serie 3), 5, 1-24.
- Seguenza G. (1865b). Paleontologia malacologia delle rocce terziarie del distretto di Messina: Classe Brachiopodi. *Memorie della Società italiana di Scienze naturali*, Milano, 1, 5-88.
- Seguenza G. (1866). Intorno ai Brachiopodi miocenici delle province piemontesi (lettera al sig. cav. Luigi Rovasenda). *Annali dell'Accademia Aspiranti Naturalisti di Napoli*, (serie 3) 6, 53-67.
- Seguenza G. (1870). Dei brachiopodii viventi e terziarii, pubblicati dal Prof. O. G. Costa, esame di G. Seguenza. *Bullettino della Società malacologica italiano*, Pisa, 3 (1), 145-160.
- Seguenza G. (1871). Studii paleontologici sui brachiopodi terziarii dell'Italia meridionale. *Bullettino malacologico italiano*, 4 (1), 9-16 ; 4 (2), 33-72, pl. 1 ; 4 (4), 124-153, pl. 2.
- Stanley D.J., Addyand S.K. & Behrens E.W. (1983). The mud-line: variability of its position relative to shelf-break. In : The shelfbreak: critical interface on continental margins, Stanley D.J. & Moore G.T. (eds). *SEPM Special Publications*. 33, 279-298.
- Suess E. (1859). Über die Wohnsitze der Brachiopoden. *Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse*, 37, 185-248. & 39, 151-206.
- Suess E. (1861). On the Recent *Terebratulae*. *Annals and Magazine of natural History*, 7 (3), 382-386.
- Taddei Ruggiero E. (1988). Analisi paleoecologica di un affioramento di Calcareni di Gravina. *Atti del 4° Simposio di Ecologia e Palaeoecologia delle Comunità bentoniche*, Sorrento 1988, p. 443-454.
- Taddei Ruggiero E. (1994). Brachiopods from bio- and thanatocoenoses of the Isca submarine cave (Sorrento Peninsula). *Bollettino della Società paleontologica italiana*, Special Volume 2, 313-323.
- Taddei Ruggiero E. & Bitner M.A. (2008). Bioerosion on brachiopod shells - a Cenozoic perspective. *Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 98, 369-378.
- Taddei Ruggiero E. & Taddei R. (2006). I brachiopodi delle calcareniti di Castro Marina (Lecce). *Thalassia Salentina*, 29, suppl., 301-310.
- Taviani M. (2002). The Mediterranean benthos from late Miocene up to present: ten million years of dramatic climatic and geologic vicissitudes. *Biologia marina Mediterranea*, 9 (1), 445-463.
- Taviani M., Angeletti L., Canese S., Cannas R., Cardone F., Cau A., Cau A.B., Follesa M.C., Marchese F., Montagna P. & Tessarolo C. (2017). The "Sardinian cold-water coral province" in the context of the Mediterranean coral ecosystems. *Deep-Sea Research, Part II*, 145, 61-78.
- Tett P. (1990). The photic zone. In : Light and life in the sea. Cambridge University Press, Cambridge, p. 59-87.
- Thomson J.A. (1927). Brachiopod morphology and genera (Recent and Tertiary). *Manual, New Zealand Board of Science and Art*, 7, 1-338, 2 pl.
- Tselepidis A. & Eleftheriou A. (1992). South Aegean (Eastern Mediterranean) continental slope benthos: macroinfaunal-environment relationships. In : Deep-sea food chains and the global carbon cycle, Rowe G.T. & Pariente V. (eds). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, p. 139-156.
- Vanney J.-R. & Gennesseaux M. (1988). Versants escarpés dans une mer jeune : Reconnaissance en submersible en mer Tyrrhénienne. *Acta Geographica*, 71, 1-12
- Vanney J.-R. & Stanley D.J. (1983). Shelfbreak physiography: an overview. In : The shelfbreak: critical interface on continental margins. Stanley D.J. & Moore G.T. (eds). *SEPM Special Publications*, 33, 1-24.
- Wang D.P., Vieira J., Salat J., Tintore P. & La Violette P.E. (1988). A shelf/slope frontal filament off the northeast Spanish coast. *Journal of marine Research*, 46, 321-332.
- Williams A. & Carlson S. (2007). Affinities of brachiopods and trends in their evolution. In : Selden P.A. (ed.), Treatise on Invertebrate Paleontology. Part H revised Brachiopoda. Geological Society of America and University of Kansas. Boulder, Colorado, and Lawrence, Kansas, vol. 6, 2822-2877.
- Wood W. (1828). Supplement to the *Index testaceologicus*, or, A catalogue of shells, British and foreign. Wood, Londres, 59 p., 8 pl.
- Zaharias P. & Sanders M.T. (eds) (2018). Introduction aux méthodes comparatives phylogénétiques. *Biosystema*, vol. 31, 98 p.

## Appendice A.

### Pour un renouvellement de la taxinomie des brachiopodes actuels

Parmi les grands groupes zoologiques, les brachiopodes ont une spécificité liée à leur ancienneté dans les registres fossiles (parmi les plus anciens fossiles connus) et par leur relativement petit nombre d'espèces actuelles : ce sont, à de rares exceptions près, que des paléontologues qui les étudient, jusqu'à en devenir une « chasse-gardée » par et pour ces derniers (Emig, 2008). En conséquence, la taxinomie des espèces a été faite selon une systématique à tendance paléontologique<sup>14</sup>, voire stratigraphique et même géographique, c'est-à-dire basée sur les seuls caractères (certains sans valeur taxinomique) des restes fossiles que sont la coquille et ses structures internes, parfois modifiées par la taphonomie (Emig & Rachebœuf, 1990 ; Emig, 2002). Utilisée pour définir certains étages stratigraphiques, la même espèce fossile de brachiopode peut parfois changer de nom en changeant d'étage !

Le nombre de taxons fossiles décrits est de l'ordre de 30 000 espèces qui s'avèrent aujourd'hui très largement sur-estimées (tout comme pour les genres) - peut-être à réduire de moitié ? - tandis qu'il est probable que 5-10% des espèces actuelles dites valides soient en fait des synonymes d'espèces déjà décrites (Emig, 2017b). Une conséquence de l'absence de diagnoses<sup>10</sup> complètes à tous les niveaux hiérarchiques, ce qui, alors que le nombre de caractères disponibles est faible, a conduit à utiliser des variations d'un caractère comme critère pour décrire de nouvelles espèces ou genres, même parfois à partir de quelques fragments de coquille. Ces tendances héritées du XIX<sup>e</sup> siècle sont restées vivaces pour certains paléontologues jusqu'à nos jours. Les six espèces de brachiopodes, récoltées dans le Bathyal méditerranéen, attestent, à elles seules, de toutes les ambiguïtés de la systématique utilisée actuellement. Une rapide évolution vers les nouvelles méthodes comparatives phylogénétiques, dont la cladistique, est nécessaire, car ces dernières ont connues un développement rapide au cours des vingt-cinq dernières années (Darlu & Tassy, 2018).

Le grand nombre de variétés et de synonymes (actuelles ou fossiles) de ces six espèces, souvent sans critères clairs pour les différencier, traduit le problème que pose l'absence de diagnose et d'études des variations des caractères au sein et entre les différentes populations constituant l'espèce. Dans le cas présent, il s'agit surtout de descriptions par des auteurs italiens et anglophones. Et il n'est pas sûr qu'il soit possible de faire une liste exhaustive de ces variétés et synonymes en les rapportant avec certitude à l'une ou l'autre des espèces valides, tant les descriptions sont vagues. Cette tendance se poursuit dans des travaux récents sur les formes fossiles, elle concerne parfois des individus de petite taille (millimétrique) ce qui devrait interroger les auteurs quant au développement en cours de vie de certains caractères. En effet, bien des formes juvéniles peuvent ne pas posséder tous les caractères pour déterminer avec certitude l'appartenance à une espèce.

À partir de ces constats, dont le but ici n'est pas de stigmatiser auteurs et discipline, et encore moins de polémiquer, il faut se poser la question « **cette systématique reste-t-elle transposable aux espèces actuelles ?** » et la réponse est sans conteste NON. Car les caractères taxinomiques et phylogénétiques dépassent les seuls restes fossiles utilisés jusqu'à présent, c'est-à-dire la coquille. Il est vrai que les paléontologues ne sont ni enseignés, ni équipés pour étudier la morphologie et l'anatomie du corps (aussi nommé les parties molles) des brachiopodes, ni les moyens écologiques et océanographiques pour établir les caractéristiques du biotope et des biocœnoses. Or, c'est bien là que se trouvent des caractères pour définir les espèces actuelles et leurs populations. Combien de descriptions renseignent sur les muscles, le lophophore, les gonades, la larve et son ontogenèse, les spicules, etc. ? Cependant, depuis quelques années, on assiste à un accroissement des publications sur la biologie, l'anatomie et l'écologie des espèces actuelles de brachiopodes ; mais ce n'est pas pour autant que les systématiciens des brachiopodes les aient intégrées dans leurs travaux.

Un point souvent évoqué dans des publication est la baisse constante du nombre de taxons de brachiopodes depuis le Mésozoïque ; or, le nombre d'espèces actuelles, environ 400 (Emig *et al.*, 2018), couvre une période d'au moins un million d'années, et, dans le passé géologique, il n'existe

---

<sup>14</sup> En France la paléontologie est considérée comme appartenant aux Sciences de la Vie comme aux Sciences de la Terre (plus dans le sens environnemental).

aucune donnée sur le nombre réel d'espèces valides pour une période similaire. Reste l'habitude de véhiculer des concepts qui mériteraient d'être revus et affinés (Emig, 2002, 2017b, Emig *et al.*, 2015).

La systématique des espèces actuelles de brachiopodes nécessite donc une profonde révision dans ses concepts et méthodes, comme cela se fait dans les autres groupes zoologiques (Zaharias & Sanders, 2018), hors du seul contexte paléontologique. L'application de la cladistique prévue dans le projet pour la révision de la part H (Brachiopoda) du *Treatise on Invertebrate Paleontology*, n'a jamais atteint le niveau genre et espèce (Williams & Carlson, 2007). S'y est ajoutée la tendance génétique qui reste incapable d'identifier les espèces qui sont déterminées selon la systématique classique. Dans les bases de données génétiques, les espèces valides voisinent avec des synonymes mentionnés comme valides ou traités comme tels.

La systématique dans les sciences de vie n'est qu'un outil, certes indispensable, mais pas une fin en soi, comme cela est souvent le cas en paléontologie. Identifier à partir d'une diagnose fiable est la base pour tout travail ultérieur, comme ici sur la distribution des espèces dans le Bathyal : la présence des espèces dans une ou plusieurs biocénoses est une donnée à intégrer dans la description des espèces, voire comme caractère taxinomique dans leur systématique.

Une espèce doit avoir une diagnose explicite, comme le genre auquel elle appartient doit avoir la sienne distincte de celle des espèces qu'il regroupe. Dans ce dernier cas, la diagnose ne comporte que les seuls caractères taxinomiques, mais tous, permettant d'identifier le genre selon la définition donnée dans le code <sup>10</sup> (ICZN, 1999). Ces caractères dans les formes actuelles ne peuvent se résumer à ceux de la seule coquille. Les parties anatomiques, comme les muscles, les néphridies, le lophophore et la disposition des tentacules, la reproduction (des gonades à la métamorphose de la larve), sont autant de données pouvant contenir des critères d'identification, même s'ils ne sont disponibles durant toute la vie d'un individu. Ceci rend d'autant plus primordial d'en connaître toutes les variations au cours du cycle de vie.

En outre, parmi les spécialistes des brachiopodes, il y a trop souvent confusion entre diagnose et description qui sont deux termes à signification bien différente et qui ne peuvent se substituer l'une à l'autre. La description concerne l'ensemble des observations sur les exemplaires récoltés au-delà de la diagnose, en complétant les connaissances sur le mode de vie, de reproduction, le lieu de vie et la faune environnante, les conditions écologiques, etc. De même, il y a souvent confusion entre la diagnose du genre et celle de l'espèce : c'est une ineptie d'écrire pour un genre monospécifique : « **même diagnose que pour l'espèce** » ou « **as for species** ». Ne désirant pas me fâcher avec mes collègues et sans vouloir blâmer des disparus, je laisse à chacun le soin de trouver ces manquements dans les travaux récents au cours du dernier siècle ou plus.

Le temps est venu d'une nouvelle approche dans un contexte phylogénétique pour les espèces actuelles de brachiopodes.

## Appendice B.

### Historique de la systématique de *Terebratula minor* Philippi, 1836

Philippi (1836) créa une variété fossile nommée *minor* de l'espèce *Terebratula vitrea*, dont elle se distingue seulement par la petite taille de la coquille (Fig. B-1) : il indique une taille maximale de 7,5''' (ou lignes - soit 17 mm, sachant qu'une ligne correspond à 2,256 mm en unité française). Les exemplaires provenaient de Calabre (Italie du Sud) notamment d'Ibiso, Arcile et Molino di Scordia (Philippi, 1836, 1844).

**7. *Terebratula vitrea* var. *minor*. v. tab. VI. f. 8.**

Satis frequens occurrit prope Ibiso, Arcile, Molino di Scordia, sed nunquam major quam figura. Praeter hanc staturae differentiam autem nullam aliam invenio nisi forte eam, quod margo frontalis paullo brevior et testa igitur magis rotundata est, ideoque minus distincte truncata in fronte apparet. Sceleton interaam vidi.

8.



---

**Species fossiles.**

**1. *Terebratula vitrea* minor cfr. vol. I. p. 99. tab. VI. f. 8.**

Ibiso, Arcile, Molino di Scordia. — Pezzo; Nasiti (vix 7''' longa).

Res memoratu digna, specimina fossilia magnitudinem 7 $\frac{1}{2}$ ''' nunquam superare, cum testacea fossilia plerumque vivis majora sint.

Figure B-1 : Fac-similé de la description de Philippi (1836 et 1844) sur la variété *minor*. Ligne (ou ''') = 2.256 mm in French units. *Terebratula vitrea* est *Gryphus vitreus* (Born, 1778).

Suess (1859) a distingué *Terebratula minor* de *T. vitrea* parce que « *kleinere Art mit stumpfen Bändern und stärkerer Schal* » et a nommé ses spécimens vivants *T. vitrea minor* ou *T. minor*, provenant des environs de l'île de Lipari (au Nord-Est de la Sicile, Italie), aujourd'hui *Gryphus vitreus*. Reeve (1861a) place *T. minor* en synonymie avec *T. vitrea*, ce qui entraîna la réponse suivante de Suess (1861) : « Nor do I approve the altered generic position of several species, or the uniting of *T. minor* with *T. vitrea*. » Dans sa réplique, Reeve (1861b) ne répondra pas sur ce point.

Seguenza (1865b, 1870) a souligné que *Terebratula minor* n'est pas distincte de *T. vitrea* ; mais sa comparaison reste ambiguë : « Dalle esposte osservazioni concludiamo, che le *T. minor* può ritenersi como specie differente dall *T. vitrea*, ma essa non no è ben distinta. » Dans son tableau I, cet auteur montre les similitudes entre les trois espèces qui en fait sont des variations menant toutes à *Gryphus vitreus*, donc à comparer avec Boullier *et al.* (1986), Huault (1990) (Fig. 5-5). D'autres formes, comme *T. leyliana* (Tableau 11 ; voir Davidson, 1870), ont peu de différences avec la coquille de *T. minor* et que Seguenza (1871) a qualifié de *T. minor*. Davidson (1880) reconnaît que : « *T. vitrea* varies much, and several of its varieties or modifications in shape have been described as distinct species. » Néanmoins quelques lignes après il maintient *Terebratula vitrea*, var. *minor* tout en soulignant : « it is often difficult distinguishable from the young shell of *T. vitrea*. » Les localités se situent dans l'océan Atlantique (depuis l'Arctique au cap de Bonne-Espérance), en mer Méditerranée, et des fossiles dans le Sud de l'Italie. Et il ajoute : « The question may, indeed, be further mooted, whether Philippi was not correct in considering *Ter. minor* or *affinis* as merely a small variety of *Ter. vitrea*. Professor Suess, however, believes the former shell to be specifically distinct from *Ter. vitrea*. Dr Gwyn Jeffreys and my self were also at one time disposed to consider the *Ter. davidsoni*, A. Adams (Annals and Mag. Nat. Hist., 3d ser., vol. v. p. 12, 1860, dredged at Satanomoski, Japan), as identical with *Ter. vitrea* or *affinis*. This view is not, however, shared by our distinguished contemporary, Mr Dall. » Néanmoins, en 1886,

**Tableau 11.** Liste des espèces ou variétés (depuis le Miocène) se rapportant à *Terebratula minor*, considérée aujourd'hui comme synonyme de *Gryphus vitreus*. Cette liste n'est pas exhaustive, mais traduit bien la complexité et l'ambiguïté par absence de vrais caractères taxinomiques pour rapporter avec certitude des individus à une espèce identifiable.

<i>Terebratula vitrea</i> var. <i>minor</i> , Philippi, 1836		Philippi (1836)
<i>Terebratula affinis</i> Calcara, 1845		Calcara (1845)
<i>Terebratula miocenica</i> Michelotti, 1847	a	Michelotti (1847)
<i>Terebratula vitrea</i> ( <i>Anomia</i> )		Aradas (1847), Reeve (1861a), Seguenza (1870)
<i>Terebratula minor</i>		Suess (1859, 1861)
<i>Terebratula affinis</i>		Seguenza (1862a, 1862b)
<i>Terebratula miocenica</i>	a	Seguenza (1862b)
<i>Terebratula minor</i>	*	Seguenza (1865a, 1865b, 1871)
<i>Terebratula minor</i>		Davidson (1864, 1880)
<i>Terebratula minor</i>		Davidson (1864)
<i>Terebratula lyelliala</i> Seguenza, 1865		Seguenza, 1865a)
<i>Terebratula rovasendianus</i> Seguenza, 1866		Seguenza, (1866)
<i>Terebratula minor</i> = <i>T. affinis</i>		Aradas & Benoit (1870)
<i>Terebratula lyelliala</i>		Davidson (1870)
<i>Terebratula minor</i>		Seguenza (1871-1874)
<i>Terebratula vitrea</i> var. <i>minor</i>		Davidson (1886)
<i>Terebratula vitrea</i> var. <i>minor</i> = <i>T. affinis</i>	*	Davidson (1880)
<i>Terebratula vitrea</i> var. <i>minor</i> = <i>T. affinis</i>	*	Jeffreys (1878)
<i>Terebratula affinis</i>	*	Carus (1893)
<i>Terebratula minor</i>		Sacco (1902)
<i>Terebratula</i> ( <i>Liothyryna</i> ) <i>minor</i>		Maugeri Patanè (1929)
<i>Terebratula</i> ( <i>Liothyryna</i> ) <i>minor</i> var. <i>depressa</i>		Maugeri Patanè (1929)
<i>Terebratula</i> ( <i>Liothyryna</i> ) <i>minor</i> var. <i>globosa</i>		Maugeri Patanè (1929)
<i>Terebratula</i> ( <i>Liothyryna</i> ) <i>minor</i> var. <i>rotundata</i>		Maugeri Patanè (1929)
<i>Terebratula vitrea</i> var. <i>minor</i>	*	Granier (1978)
<i>Gryphus miocaenicus</i>	a	Meznerics (1943)
<i>Terebratula</i> ( <i>Liothyryna</i> ) <i>vitrea</i> var. <i>minor</i>		Lipparini <i>et al.</i> (1981)
<i>Eurysina minor</i>	*	Cooper (1983)
<i>Gryphus minor</i>		Gaetani (1986), Gaetani & Saccà (1983, 1984), Saccà (1985)
<i>Liothyryna agulhasensis</i> Helmcke, 1939	b*	Helmcke (1939, 1940)
<i>Gryphus minor</i>		Taddei Ruggiero (1988), Taddei Ruggiero (1994),
<i>Gryphus minor</i>		Borghi <i>et al.</i> (2005)
<i>Gryphus minor</i>		Taddei-Ruggiero & Bitner (2008), Ruggiero & Raia (2010)
<i>Gryphus miocaenicus</i>	a	Bitner & Dulai (2004)

\* Des exemplaires actuels ont été signalés sous ce nom d'espèce par l'auteur.

a. *Terebratula miocenica* a été décrite par Michelotti (1847, p. 76) de Serravalle Scrivia, situé à environ 50 km au nord de Gênes (Italie), en soulignant que : « le front enfin, qui dans l'espèce de l'auteur Anglais est coupé en

ligne droite, est arrondi dans notre espèce. Ce dernier caractère suffit à lui-seul pour la distinguer également de la *Terebratula vitrea* de Lamarck. » Il faut souligner que le nom correct de l'espèce est *miocenica* ou *miocenicus*. Meznerics (1943) décrit cette espèce sous *Gryphus*, mais n'évoque pas *T. minor* au sein de sa longue liste de *Terebratula* dans des gisements tertiaires de Hongrie. Récemment, Bitner & Dulai (2004) confirment que cette espèce, petite en taille, appartient bien au genre *Gryphus* avec une commissure antérieure rectimarginate comme chez *Gryphus vitreus* : elle est connue depuis l'Éocène jusqu'à nos jours. En l'absence de description des structures internes de la coquille, il est impossible d'identifier des exemplaires pouvant se référer à *G. miocenicus*.

- b. Des exemplaires de cette espèce, nommée *Liothyryna agulhasensis* par Helmcke en 1939, avaient été mentionnés et figurés par Blochmann (1906) sous « *Liothyryna* n. sp. von Agulhasbank ». Helmcke (1940) les met comme synonyme à cette nouvelle espèce *Terebratula vitrea* var. *minor* Philippi décrite et figurée par Davidson (1880) et récoltée au Cap de Bonne-Espérance (Afrique du Sud) ; il fait aussi une comparaison avec *Liothyrella affinis* (Calcara). *Liothyryna agulhasensis* a été classée sous *Xenobrochus agulhasensis* (Helmcke, 1939). À noter que la date de parution du travail d'Helmcke est bien 1939, et non comme parfois indiquée par erreur 1938.

Davidson écrit : « I have compared species of the fossil shell with species dredged alive by Prof. Seguenza in the bay of Messina, and found them to be identical I cannot, however, get rid of the idea that *Liothyris minor* is more than a small race or variety of *Liothyris vitrea*; it occurs, associated with the last-named shell, in the same beds and localities in Calabria and in Sicily. » Kowalevski (*in* Cehlert & Deniker, 1883) fait quelques observations sur l'embryologie de *Terebratula minor*. Carus (1893) cite de nombreuses localités de la forme vivante de *Terebratula affinis* (= *minor*) (Tableau 11) en mer Méditerranée (Adriatique, mer Égée, Sicile, Corse, Alger, Tunis, Marseille,...) qui sont à attribuer à *Gryphus vitreus*.

Maugeri Patanè (1929) considère *Terebratula (Liothyryna) minor* comme distincte de *Gryphus vitreus* : « ha una linea di commessura fortemete accentuata (quasi aussente nella *vitrea* ), nonchè apparicchio brachiale puitosto parallelo, che nella *vitrea* è quasi triangolare com'ebbero un osservare Aradas e Benoit (1870) » ; et il décrit trois variétés, nommées *depressa*, *globosa* et *rotundata*, fondées principalement sur la forme de la coquille, en précisant que *T. minor* est présente dans le bassin méditerranéen occidental. Ses figures 1 à 3, pl. 28, confirment la similitude avec *G. vitreus* (à comparer avec Fig. 5-5). Lipparini *et al.* (1981) ont signalé *Terebratula (Liothyryna) sphenoides* et *T. (Liothyryna) vitrea* var. *minor* au Pliocène au Cap Milazzo (Sicile).

Créant le nouveau genre *Eurysina* basé sur la diagnose suivante : « *Tichosina* avec un angle de boucle supérieur à 25° », Cooper (1983) y a transféré *Terebratula minor* Philippi. Mais, cette position n'a jamais été acceptée par les auteurs récents. Enfin, *Eurysina* a été mis en synonymie avec *Tichosina* par Lee & Smirnova (2006) : les diagnoses publiées par ces deux derniers auteurs des genres *Tichosina* et *Stenosarina* apparaissent fort similaires, pouvant conduire à une synonymie.

Gaetani (1986), Gaetani & Saccà (1983, 1984), Saccà (1985) ont décrit *Gryphus minor* au Miocène Supérieur et au Pléistocène en Sicile et en Calabre, en considérant l'espèce comme distincte par les caractéristiques externes de sa coquille. Des valves éparses de *G. minor* et de *Terebratula scillae* Seguenza, 1871 sont rapportées dans des gisements pléistocènes en Sicile par Borghi *et al.* (2005).

Selon Taddei Ruggiero (1994), *Gryphus minor* a été connu depuis le Miocène et au moins jusqu'au Pléistocène supérieur ; mais elle remarque qu'aujourd'hui une forme semblable à *G. minor* est toujours associée à *G. vitreus*. Dans le registre fossile, *G. minor* vivait sur des fonds vaso-détritiques rapportés au Circalittoral (vers 70 à 120 m de profondeur). D'après Taddei-Ruggiero & Bitner (2008), les brachiopodes du Pléistocène inférieur en Calabre sont représentés par sept espèces, dont les plus communes sont *Terebratula scillae*, *Gryphus vitreus* et *G. minor*, avec d'autres espèces comme *Terebratulina retusa*, *Megerlia truncata*, *Dallina septigera* et *Macandrevia cranium*.

Ruggiero & Raia (2010) ont décrit *G. minor* en grande abondance dans un sable siliciclastique-carbonate d'environ 1 m d'épaisseur : la fraction vaseuse augmente dans le haut de la couche et pourrait être responsable de la fossilisation. Ils considèrent cette espèce comme une espèce méditerranéenne éteinte valide, ayant été attribuée de diverses manières à des espèces ou sous-espèces distinctes, dont *dilatatus* (Jeffreys), *elongatus* (Jeffreys) selon que les coquilles soient plus larges, plus étroites ou plus allongées. D'autres auteurs, dont Logan (1979), Boullier *et al.* (1986) et Huault (1990) ont montré, voire démontré, que la variabilité des formes est une caractéristique de

*Gryphus vitreus* qu'il faut nécessairement prendre en compte, tout comme la distribution géographique et biocénétique des populations.

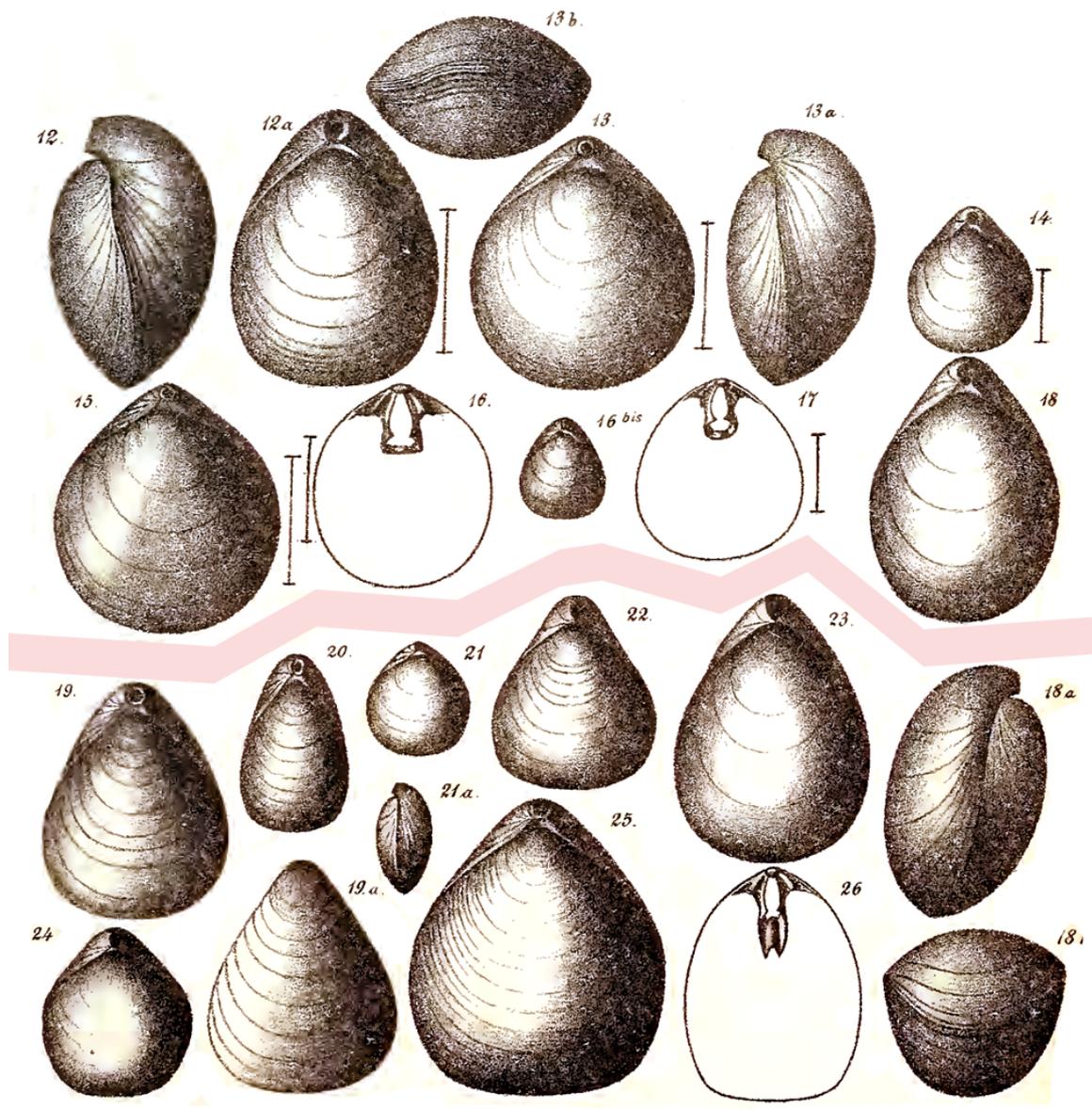


Fig. B-2 : Extrait en fac-similé de la planche I (*espèce fossili*) de Seguenza (1871).

***Terebratula minor*, Philippi (ingrandita).**

- 12. Esemplare del pliocene superiore di Catanzaro.
- 13. (ingrandita). Un individuo del pliocene superiore di Gravitelli presso Messina.
- 14. Esemplare del pliocene di Gravitelli della var. *Lyelliana* (ingrandito).
- 15. Un individuo dello Zancleano sup. di cui sono più appa riscenti le pieghe della contrada Pietrazza presso Messina (ingrandito).
- 16. Apparecchio apofisario ingrandito del pliocene superiore di S. Filippo presso Messina.
- 16 bis. Varietà troncata ed elargato alla fronte, pliocene superiore di S. Filippo.
- 17. Apparecchio apofisario ingrandito della *T. Lyelliana* di Gravitelli.

***Terebratula sphenoides*, Philippi.**

- 18. Un esemplare ristretto alla fronte dello Zancleano superiore della contrada Pietrazza: presso Mess.
- 19. Un esemplare di forma tipica, contrada Pietrazza.
- 20. Forma allungata dello stesso luogo e terreno.
- 21. Un giovane dello miocene medio di Scirpi presso Mess.
- 22. Una forma breve e larga di Scirpi nello Zancleano medio.
- 23. Un esemplare colla troncatura frontale meno distinta, SCIRPI.
- 24. Un altro assai breve colla maggior larghezza verso la metà del medesimo luogo e terreno.
- 25. Un grande esemplare e largo, dello Zancleano superiore di Trapani presso Messina.
- 26. Apparecchio apofisario de un esemplare della Contrada Pietrazza.

Au cours des nombreuses expéditions récentes en Méditerranée, *Gryphus minor* n'a jamais été formellement identifiée, ni considérée comme une forme juvénile de *G. vitreus*, à cause des grandes variations des caractères de cette dernière espèce (Boullier *et al.*, 1986 ; Huault, 1990).

Pour clore, cet exposé, il est intéressant de reproduire la planche 1 de Seguenza (1871) avec les caractéristiques des coquilles de *Terebratella minor* Philippi et de *T. sphenoides* Philippi (Fig. B-2) ; ces espèces considérées ici comme synonymes respectivement de *Gryphus vitreus* (Born, 1778) et de *Stenosarina sphenoides* (Philippi, 1844) que Logan (1998) avait renommée sous *S. davidsoni* Logan, 1998.

À consulter les descriptions des nombreuses espèces de brachiopodes fossiles par les auteurs cités dans le Tableau 11, il faut élargir la question de la validité de toutes les espèces de brachiopodes décrites depuis l'Éocène dans le domaine méditerranéen : combien sont réellement identifiables en réexaminant tous les caractères taxinomiques et leurs variations. En même temps, il faut vérifier en se basant sur leurs variations que les caractères disponibles sur les formes fossiles sont suffisants pour discriminer des individus jusqu'à l'espèce, surtout quand ces formes sont toujours vivantes dans le milieu marin (voir Appendice A). La révision de la taxinomie des brachiopodes n'est pas une litote, mais une nécessité, notamment pour pouvoir appréhender la biodiversité vraie et son évolution à travers les temps géologiques jusqu'à nos jours.

## Appendice C.

### Historique de la systématique de *Terebratula seminulum* Philippi, 1836

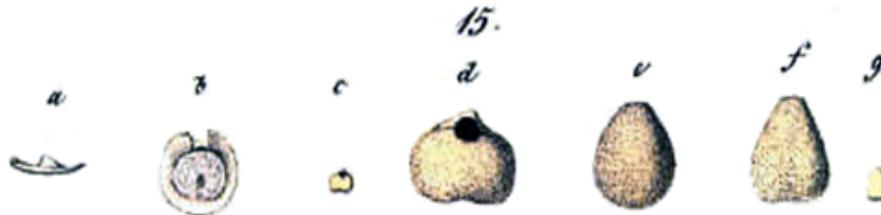
*Terebratula seminulum* a été récoltée en mer profonde au large de Drépane aujourd'hui Trapani (*Tràpani* en sicilien, *Drépanon* en grec ancien ou *Drepanum* en latin), un port situé à l'extrémité occidentale de la Sicile (Italie). Elle a été décrite par Philippi en 1836 et représentée sur sa pl. VI, fig. 15 (Fig. C-1).

**7. *Terebratula Seminulum* Phil. t. VI. f. 15. a—g.**

**T. testa minima, orbiculari, transversa, aut ovata, saepe in fronte emarginata, compressa, densissime punctata, foramine incompleto magno; sceleto e dissepimento parvo triangulari formato.**

**Plurima specimina ollae antiquae e mari profundo Drepanensi extractae adhaerentia inveni.**

**Testa circa 1<sup>'''</sup> longa, totidem lata, mox exacte orbicularis, mox transversa, mox ovata, in fronte saepe emarginata vid. fig. b, d, e, f, semper compressa, densissime punctata. Apertura incompleta v. fig. 15. d.; deltidium non vidi. Sceletum internum simplicissimum, a lamella triangulari versus frontem declivi formatum, v. fig. a ubi a latere inspectum est. Brachia versus cardinem connata seriem ciliarum simplicem, orbicularem antice interruptam exhibent v. f. b. — Color testae albidus.**



— 15. *Terebratula Seminulum* mihi. p. 97. d, e, f) varietates auctae; g, c) magnitudo naturalis; a) valvula ventralis a latere visa; b) eadem brachiis adhaerentibus.

Fig. C-1. Fac-similé de la description originale de *Terebratula seminulum* et de la fig. 15 pl. VI par Philippi (1836), représentant *Terebratula seminulum*, avec l'extrait de la légende correspondant à la fig. 15 (voir texte ci-dessous). La longueur de la coquille est d'environ une ligne (ou '''), soit environ 2,3 mm.

Philippi (1844) considère *T. seminulum* comme synonyme d'*Orthis neapolitana* Scacchi, aujourd'hui *Joania cordata* (Risso, 1826) (Fig. C-2). En effet, en observant la Fig. C-1, on ne peut que conclure que ce sont deux espèces distinctes qui sont représentées : a-d - pouvant bien correspondre à *Platidia* (ou *Amphithyris* ?) et e-f - à *Joania* (?) (Fig. C-2) : cette ambiguïté se retrouve ensuite dans le débat qui suit sur l'identité des exemplaires représentés en les référant tous à la même espèce ce qui est probablement erroné.

**5. *Orthis neapolitana* Scac. cfr. vol. I. p. 97. t. 6. f. 15. nomine Tereb. Seminuli.**

**O. testa minima, orbiculari, transversa aut ovata, saepe in fronte emarginata; sceleto interno e dissepimento parvo triangulari formato.**

***Terebratula Neapolitano* Scac. Oss. zool. II. 1833. p. 18.**

Fig. C-2. Fac-similé de l'extrait de Philippi (1844) classant *T. seminulum* avec *Orthis neapolitana*, décrite par Scacchi en 1833 - aujourd'hui *Joania cordata*.

Davidson (1852, 1887) considère *Terebratula seminulum* comme appartenant au genre *Platidia*, en indiquant que *T. appressa* Forbes, 1844, récoltée en mer Egée était synonyme. Pourtant, en 1852 (p.

371), Davidson observe que : « Philippi's species has been mistaken by Sowerby, who gave the name *seminulum* to another form which we have called *Argiope Forbesii*. » *A. forbesii* Davidson, 1852 est synonyme de *Joania cordata*. Dans aucun de ses deux travaux, il ne fait référence au changement fait par Philippi (1844).

Fischer & Øehlert (1891) estime que la forme du lophophore n'est pas celui des *Platidia*, mais peut-être celui des *Cistella* (genre qui correspond actuellement à *Argyrotheca* Dall, 1900 et à *Joania* Álvarez, Brunton et Long, 2008). Ils font aussi référence à une figure de Monterosato (1879) (Fig. C-4) ; or ce dernier auteur considère que *seminulum* est une *Platidia* et il écrit que Philippi (1844) « la rapporte, par inadvertance, au *T. Neapolitana*, Scacchi. » Thomson (1927) place *T. seminulum* dans le genre *Amphithyris* Thomson, 1918 en considérant que dans Davidson (1887, pl. 20, fig. 20-22) : « Philippi's figures reproduced by Davidson leaves no doubt as to distinct characters of the lophophore. » (Fig. C-3) et donc que Davidson (1887), puis Dall (1920) auraient assigné par erreur cette espèce à *Platidia*. Atkins (1959, fig. 23, p. 126) compare les figures de Philippi (1836) avec un individu de *Platidia anomioides* de même taille, soit environ 2 mm. Elle en conclut que *T. seminulum* est une forme juvénile de *P. anomioides*, comme l'a déjà mentionné Jeffreys (1878). À noter que la forme du lophophore n'est définitive que chez un adulte mature, puisqu'au cours du développement d'un individu, cette forme évolue, comme le fait aussi remarquer Atkins (1959). Ainsi, elle ne peut être considérée comme un caractère taxinomique, mais seulement comme un caractère additionnel (dans sa forme adulte), comme cela a été démontré dans le groupe voisin des Phoronida par Emig (1985b).

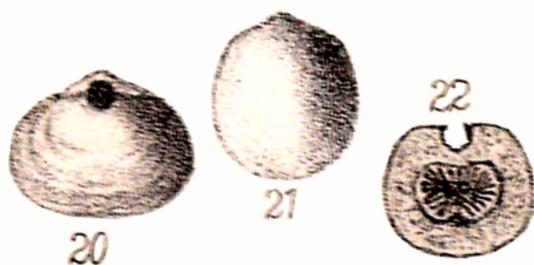


Fig. C-3. Fac-similé des figures 20-22 de la pl. 21 de Davidson (1887, d'après Philippi, 1836) représentant *Terebratula seminulum* - ci-dessus. Elles correspondent respectivement aux figures 15 d, e, b de Philippi (1836) (Fig. C-1).

Fig. C-4. Fac-similé de la figure 3, pl. 13 de Monterosato (1879) - ci-contre.

Journal de Conchyliologie. 1879 PL. XIII



3. *Platidia seminulum*, Philippi

Dans la collection du Museum für Naturkunde (Berlin, Allemagne), Lüter & Sieben (2005) ont découvert une petite boîte avec plusieurs exemplaires étiquetés : « *Terebratula seminulum* Ph., Sicilia, Dr. Ph. » En les examinant, ils ont trouvé que ces exemplaires correspondaient à deux espèces différentes et de conclure que, sur la figure originale de Philippi (1836), les coquilles a-d correspondaient à *Platidia anomioides* et celles e-g à *Joania cordata* (Fig. C-1). On peut se demander si cette boîte n'a pas été oubliée par Rudolph Amandus Philippi (1808-1904) quand il a émigré au Chili en 1854 ; en effet, selon une descendante Eyzaguirre-Philippi (2008 ; et communication personnelle), il avait emporté sa bibliothèque personnelle et ses collections à Santiago du Chili.

C'est dans la collection de Davidson au British Museum de Londres que MacKinnon *et al.* (2008) ont découvert cinq exemplaires étiquetés « *Platidia seminulum* : specimens described and given to me by Marquis of Monterosato as belonging to Philippi's species, Journ. de Conchyliologie » provenant de Méditerranée, ainsi que qu'un autre individu marqué « *P. anomioides*, Canon Norman Collection, Naples » : leur examen a conduit ces auteurs à les identifier comme *Amphithyris seminula* (Philippi, 1836), confirmant cette espèce dans ce genre par Thomson (1927). Mais, ils ne citent pas la publication de Lüter & Sieben (2005). En outre, il est quand même curieux que Davidson n'ait jamais évoqué la possession de ces spécimens dans sa collection, d'autant qu'il décède en 1885 avant même la parution de sa monographie 1886-1888, dans laquelle il reproduit les trois figures de Philippi (1836) (Fig. C-2, C-3) sans mentionner les exemplaires donnés par de Monterosato. Par ailleurs, lors de son voyage à Nice (avec des contacts avec des collègues italiens) à la demande de J.G. Jeffreys, Davidson

(1869) n'évoque aucune relation avec de Monterosato. Ce voyage fut initié afin de vérifier avec minutie la validité des espèces de brachiopodes décrites par Antonio Risso (1777-1845), un pharmacien naturaliste italien (Emig, 2012). Ses travaux n'avaient guère satisfait ces auteurs anglais comme l'écrit Davidson (1869) : « [consequently we must not be surprised to find so large an amount of error in the work above specified.](#) » Il n'est pas sûr que la communauté scientifique italienne ait apprécié !

Nauendorf *et al.* (2014) décrivent *Terebratula seminulum* sous *Amphithyris seminula* (Philippi, 1836) en considérant que toutes les références à un autre genre faites par les divers auteurs sont erronées et que leurs spécimens sont à mettre sous le nom de genre *Amphithyris*. Le type de cette espèce a été choisi parmi les exemplaires de Philippi, cités sous *Platidia anomioides* par Lüter & Sieben (2005). Cependant, ces exemplaires, au moins certains, auraient été inclus dans la collection de Helmcke (1940) ; or, cet auteur n'a pas fait de travaux sur les brachiopodes méditerranéens mais au contraire antarctiques. Dans l'inventaire du Zoologischen Museum zu Berlin, dressé par Helmcke en 1939, on trouve *Argyrotheca cistellula* sous la mention « [Trapani \(Philippi\)](#) » et « [Palermo \(Monterosato\)](#) », des *Joania cordata* sous « [Trapani \(Monterosato\)](#) », des *Megathiris detruncata* sous « [Trapani \(Philippi\)](#) », des *Platidia anomioides* sous « [Palermo \(Monterosato\)](#) ».

Récemment, Tréguier et Alvarez (*in Alvarez et al.*, 2016, 2017) ont étudié la collection du marquis de Monterosato (1841-1927), appartenant au Musée des Sciences de Laval (France). Cette collection de coquilles vivantes de mer Méditerranée, déterminée par de Monterosato, avait été achetée en 1893 par Daniel Œhlert, conservateur du Musée, paléontologue et spécialiste de brachiopodes (Emig, 2013). Les brachiopodes proviennent tous de la mer Méditerranée, près de la côte Ouest de l'Italie et aux alentours des îles de la Corse, de la Sardaigne et de la Sicile. Parmi ceux-là des exemplaires d'*Argyrotheca cuneata*, *Joania cordata* et *Megerlia truncata* récoltés à Trapani, mais pas de *Platidia*.

Difficile de conclure avec certitude, car les contradictions subsistent et apparaissent à travers cet historique, auxquelles il faut ajouter le fait qu'aucune signalisation du genre *Amphithyris* n'a jamais été faite en mer Méditerranée au cours de siècles de récolte, notamment pour les individus référables à *Platidia* (Fig. 5-8), que le genre *Amphithyris* est restreint au Sud Pacifique, à l'Afrique du Sud et à l'Antarctique. Il ne s'agit pas de mettre en doute l'identification des exemplaires, mais de s'interroger sur leur origine. La solution se trouve probablement au large des côtes siciliennes, et plus largement méditerranéennes. En attendant, la présence d'*Amphithyris* en mer Méditerranée apparaît comme fort peu probable.

# Brachiopodes récoltés lors de campagnes (1976-2014) dans l'étage Bathyal des côtes françaises méditerranéennes

Redéfinition des limites du système phytal  
dans le domaine marin benthique

Emig C. C., BrachNet, 20, Rue Chaix, F-13007 Marseille (France)

**Brachiopods sampled during expeditions (1976-2014) in the Bathyal Zone of the  
French Mediterranean coasts.**

**Redefinition of the boundaries of the phytal system in the marine benthic domain.**

The distribution of brachiopods along the French Mediterranean coast, especially in the Bathyal zone, was studied in detail from 1976 to 2014 being one of the main objectives of the RCP-CNRS No 728, that took place during the years 1983 to 1989. The data obtained during these campaigns constitute the main objective of this e-book, which focuses on five brachiopod species *Novocrania anomala*, *Gryphus vitreus*, *Terebratulina retusa*, *Megathiris detruncata*, *Platidia anomioides* and *Megerlia truncata* that occur in the Upper Bathyal zone. The e-book consists of nine chapters, of which the last two contain the data concerning all the stations studied, the distributional charts of the five species mentioned, included. The presence of these species in the Mediterranean biocoenoses has put in evidence a hiatus in the systematics based mainly in characters of the shell and rarely in phylogenetic analyses. Another important point that is addressed is the discussion of the validity of some species with fossil record, being *Terebratula minor* (= *Gryphus vitreus*), as well as of extant ones, i.e., *Terebratula seminulum*, chosen as examples. Finally, the infestation of *G. vitreus* shells by the *Ostreobium* alga led to reconsider the lower limit of the benthic phytal system and its bathymetric variations as far as in the Bathyal.

[http://paleopolis.rediris.es/cg/CG2018\\_B01/](http://paleopolis.rediris.es/cg/CG2018_B01/)



ISBN13 : 978-2-916733-16-6

“Dépôt légal à parution”

Manuscript online on 10-12-2018

Carnets de Géologie CG2018\_B01

[Book 1 - Livre 1]

