

Guide d'identification des organismes mésozooplanctoniques de la Mer Ligurienne

Thomas Quivy

Guyliann Engels
Philippe Grosjean

Raphael Conotte

2018-06-01

Table des matières

Préface	3
1 Cnidaria	4
1.1 Hydrozoa	4
1.1.1 Siphonophora nectophores	4
1.2 Scyphozoa	5
2 Copepoda	7
2.1 Gymnoplea	7
2.2 Podoplea	8
2.2.1 Cyclopoida	8
2.2.2 Poecilostomatoida	9
3 Tunicata - Chaetognatha	11
3.1 Chaetognatha	11
3.2 Tunicata	12
3.2.1 Appendicularia	12
3.2.2 Thaliacea	15
4 Zooplankton other	17
4.1 Aulocantha scolymantha	17
4.2 Cavolinia	18
4.3 Eggs	19
4.4 Pisces larvae	20
5 alter	22
5.1 background noise	22
5.2 fibers and scratches	23
5.3 multiple	24
5.4 seston and badfocus	25
5.5 shadow patches	26
5.6 single bubbles	27
Références	29

Préface

Ce guide d'identification a été réalisé par Thomas Quivy dans le cadre de son travail de mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de Master en biologie des organismes et écologie *Le mésozooplancton de la baie de Calvi, Corse : étude comparative entre traits verticaux et horizontaux*. Guyliann Engels, Raphael Conotte et Philippe Grosjean ont contribué dans la correction, l'ajout de vignettes et la mise en page au format Quarto Book.

Les classes proposées dans ce guide correspondent au set d'apprentissage utilisée dans les travaux suivants :

- Fullgrabe, Lovina, Philippe Grosjean, Sylvie Gobert, Pierre Lejeune, Michèle Leduc, Guyliann Engels, Patrick Dauby, Pierre Boissery, and Jonathan Richir. 2020. « *Zooplankton Dynamics in a Changing Environment: A 13-Year Survey in the Northwestern Mediterranean Sea* ». Marine Environmental Research 159 (juillet): 104962. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2020.104962>.
- **Quivy T., 2018.** *Le mésozooplancton de la baie de Calvi, Corse : étude comparative entre traits verticaux et horizontaux*. Master en biologie des organismes et écologie. Université de Mons, Belgique.
- **Fullgrabe L., 2016.** *Characterisation of the mesozooplankton of the Bay of Calvi using a developed semi-automatic classification system of digital images*. Master's in sciences. Université de Liège, Belgique.

1 Cnidaria

1.1 Hydrozoa

1.1.1 Siphonophora nectophores

Ordre appartenant aux Cnidaria, les Siphonophorae sont des organismes coloniaux. Les organismes d'une colonie sont appelés zoïdes et sont disposés le long d'un stolon. Les zoïdes sont différenciés selon leur fonction au sein de la colonie. On peut ainsi distinguer, selon les 3 sous-ordres des Siphonophorae, les gonozoïdes (fonction reproductrice), dactylozoïdes (fonction défensive), gastrozoïdes (fonction digestive), pneumatophore (fonction de flottaison) ou encore les nectophores (fonction locomotrice) (Licandro, Carré, et Lindsay 2017; Lakkis, Sami 2013a) . Seuls ces derniers zoïdes sont considérés dans cette étude. Outre leur forme particulière, ils possèdent souvent un nectosac visible (Kirkpatrick et Pugh 1984) . Le sous-ordre des Cystonectae ne possède pas de nectophores (Licandro, Carré, et Lindsay 2017), et n'est donc pas considéré lors de cette étude.

```
knitr::include_graphics(path = "figures/classif3/siphonophorae.png")
```

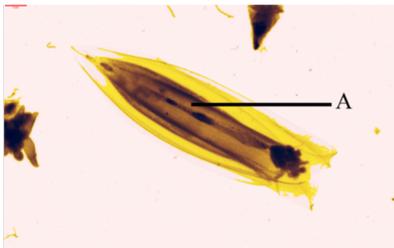


Figure 1.1: Vignette représentant un nectophore de Siphonophorae. A : nectosac.

```
dir <- stringr::str_subset(direction, "Sipho calyphora nectophores")  
plot_classification(dir)
```



Figure 1.2: Série de vignettes de *Sipho calycophora* nectophores.

1.2 Scyphozoa

Les Scyphozoa forment une classe au sein des Cnidaria (Licandro, Fischer, et Lindsay 2017). Dans cette classe, seuls les stades larvaires (ephyra) sont considérés. Ces larves sont reconnaissables de par leur forme étoilée à 8 rayons (Lakkis, Sami 2013b)

```
dir <- stringr::str_subset(direction, "Scyphozoa")
plot_classification(dir)
```

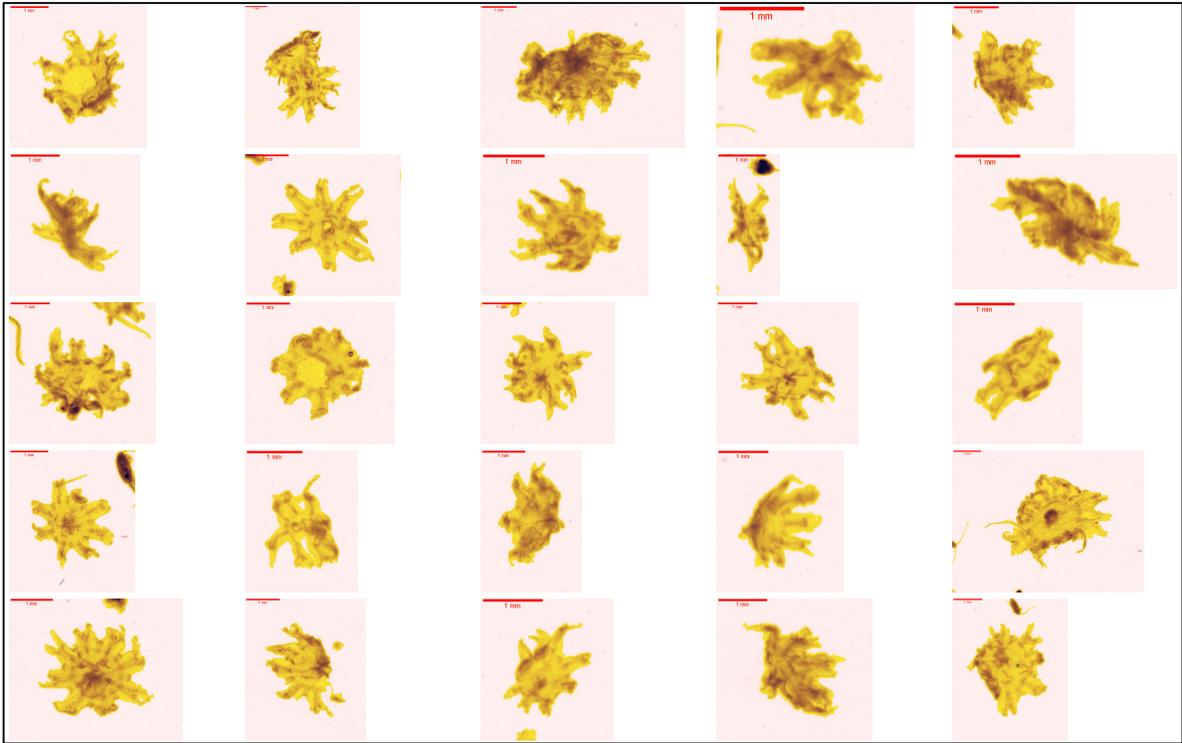


Figure 1.3: Série de vignettes de Scyphozoa.

2 Copepoda

Les trois ordres de copépodes les plus abondants au niveau de la baie de Calvi sont considérés: Calanoida, Cyclopoida et Poecilostomatoida. Une étude récente tend cependant à inclure les Poecilostomatoida au sein des Cyclopoida (Khodami et al. 2017)

Dans ce guide, où le set d'apprentissage a été en 2016, l'ancienne taxonomie est utilisée.

Les Copepoda occupent une part importante dans la littérature sur le zooplancton grâce notamment à leur distribution ubiquiste et à leur importance dans les réseaux trophiques marins. Ils sont également considérés comme les animaux multicellulaires les plus abondants sur terre (Richardson 2008).

Le corps des copépodes peut se subdiviser en trois parties : la tête (céphalosome), le thorax (méta-some) et l'abdomen (urosome) dont la forme respective est un critère de différenciation taxonomique important (Wootton et Castellani 2017).

```
knitr::include_graphics(path = "figures/classif3/copepoda.png")
```

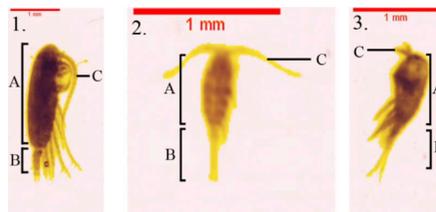


Figure 2.1: Vignettes représentant les 3 ordres de Copepoda considérés dans l'étude. 1. : Calanoida ; 2. : Cyclopoida ; 3. Poecilostomatoida. A : prosome ; B : Urosome ; C : antennule.

2.1 Gymnoplea

Le Super-ordre des Gymnoplea comprend l'ordre de Calanoida. Cet ordre comprend le plus grand nombre d'espèces au sein des copépodes. Ceux-ci possèdent généralement des antennules plus grandes que les céphalosome, ainsi qu'un urosome plus petit que le prosome (céphalosome + mé-tasome) (Wootton et Castellani 2017).

```
dir <- stringr::str_subset(direction, "Gymnoplea")
plot_classification(dir)
```

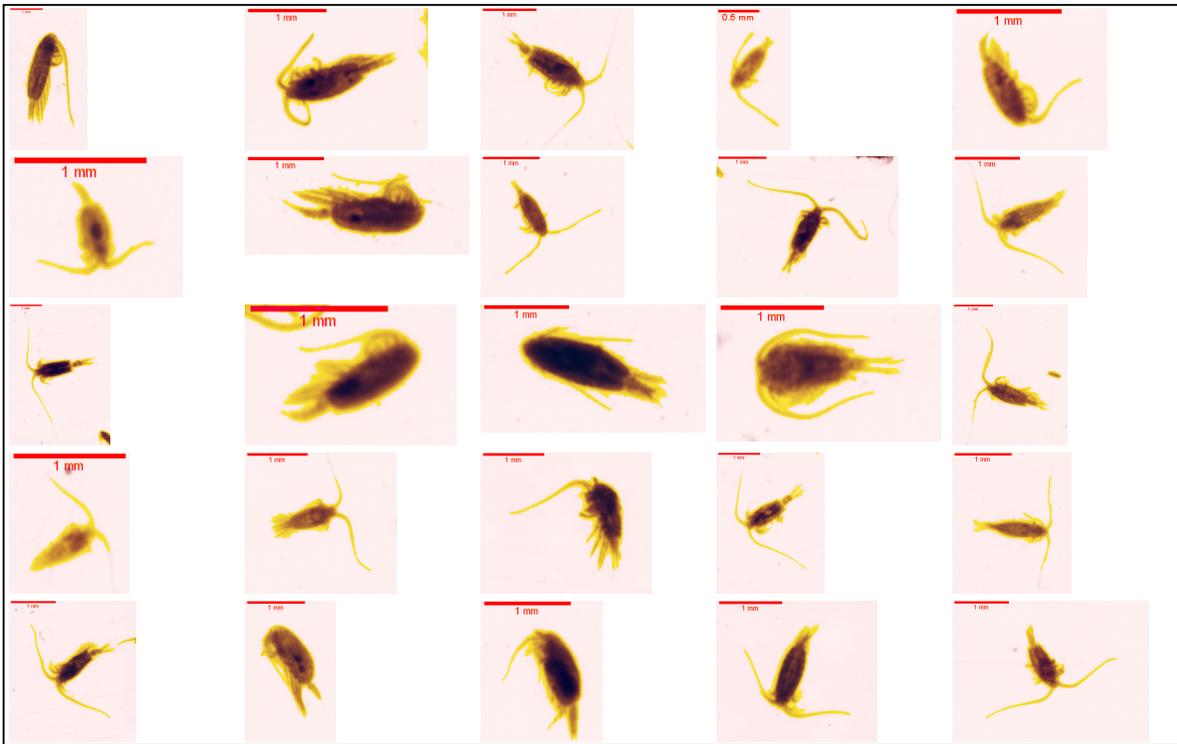


Figure 2.2: Série de vignettes de Gymnoplea.

2.2 Podoplea

2.2.1 Cyclopoida

Ce clade possède un urosome aussi long que le prosome, ainsi que des antennules généralement plus grandes que le céphalosome (Wootton et Castellani 2017).

```
dir <- stringr::str_subset(direction, "Cyclopoida")
plot_classification(dir)
```

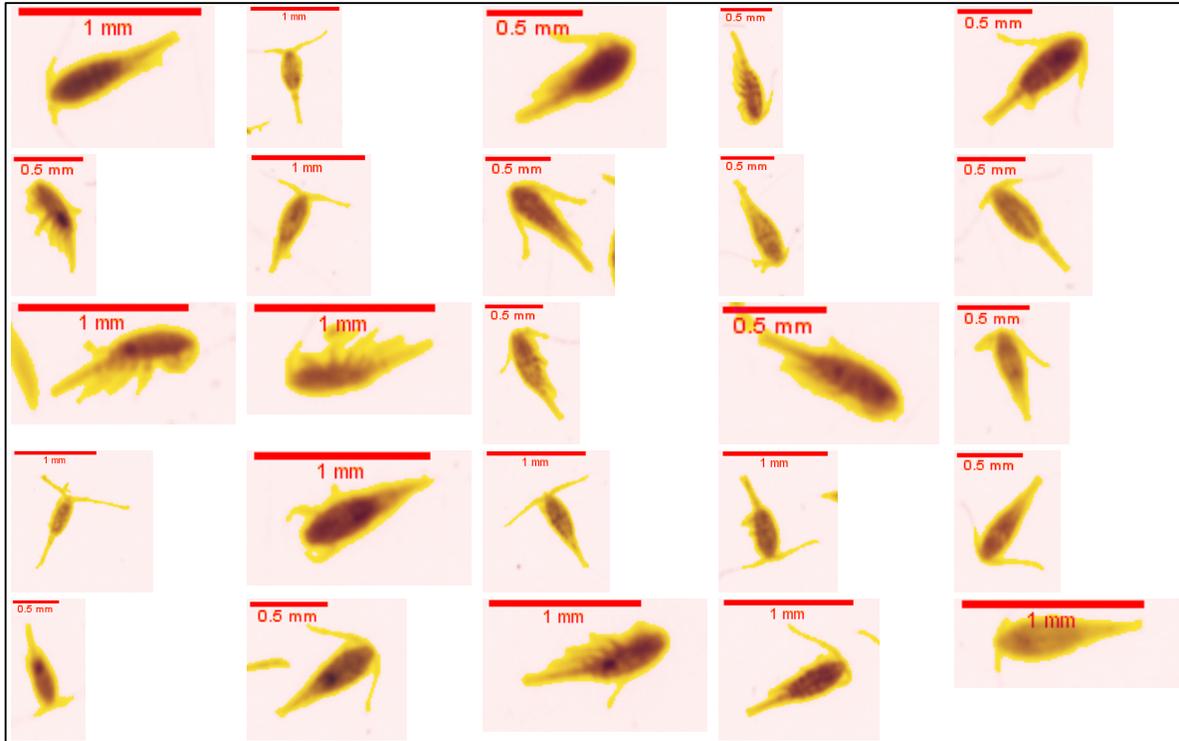


Figure 2.3: Série de vignettes de Cyclopoida.

2.2.2 Poecilostomatoida

Ce taxon comprend des espèces de formes variables. Les antennules sont ici plus petites que le céphalosome (Wooton et Castellani 2017). Seuls les individus appartenant aux familles des Corycaeidae et des Oncaeidae sont ici considéré

```
dir <- stringr::str_subset(direction, "Poecilostomatoida")
plot_classification(dir)
```

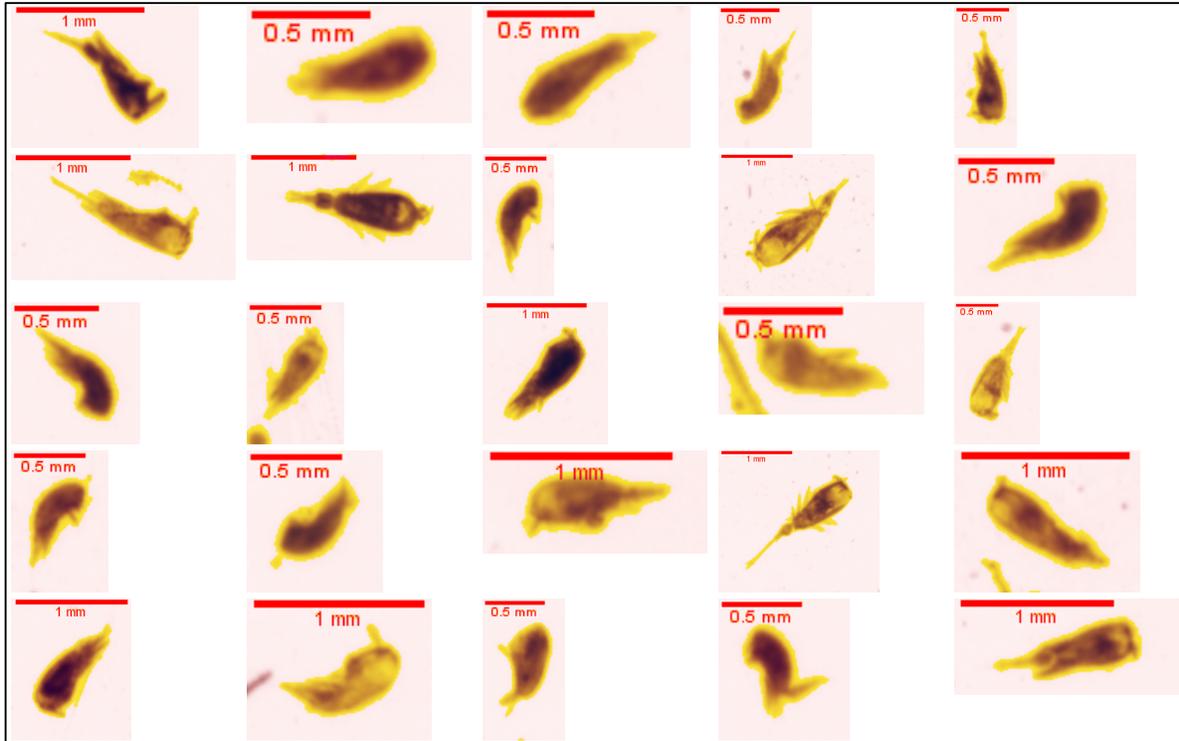


Figure 2.4: Série de vignettes de Poecilostomatoida.

3 Tunicata - Chaetognatha

3.1 Chaetognatha

Les Chaetognatha, organismes carnivores, forment un phylum où une septantaine d'espèces sont pélagiques. Ils possèdent un **corps séparé en trois parties** (tête, tronc et queue) bien visibles, et sont surtout reconnaissables par la présence de crochets au niveau de la tête (Pierrots-Bults 2017) .

```
knitr::include_graphics(path = "figures/classif3/chaetognatha.png")
```

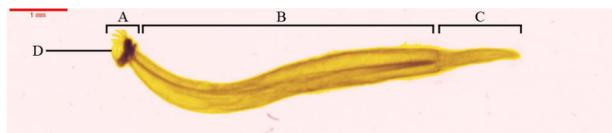


Figure 3.1: Vignette représentant un Chaetognatha. A : tête ; B : tronc ; C : queue ; D : crochets.

```
dir <- stringr::str_subset(direction, "Tunicata - Chaetognatha/Chaetognatha")  
plot_classification(dir)
```

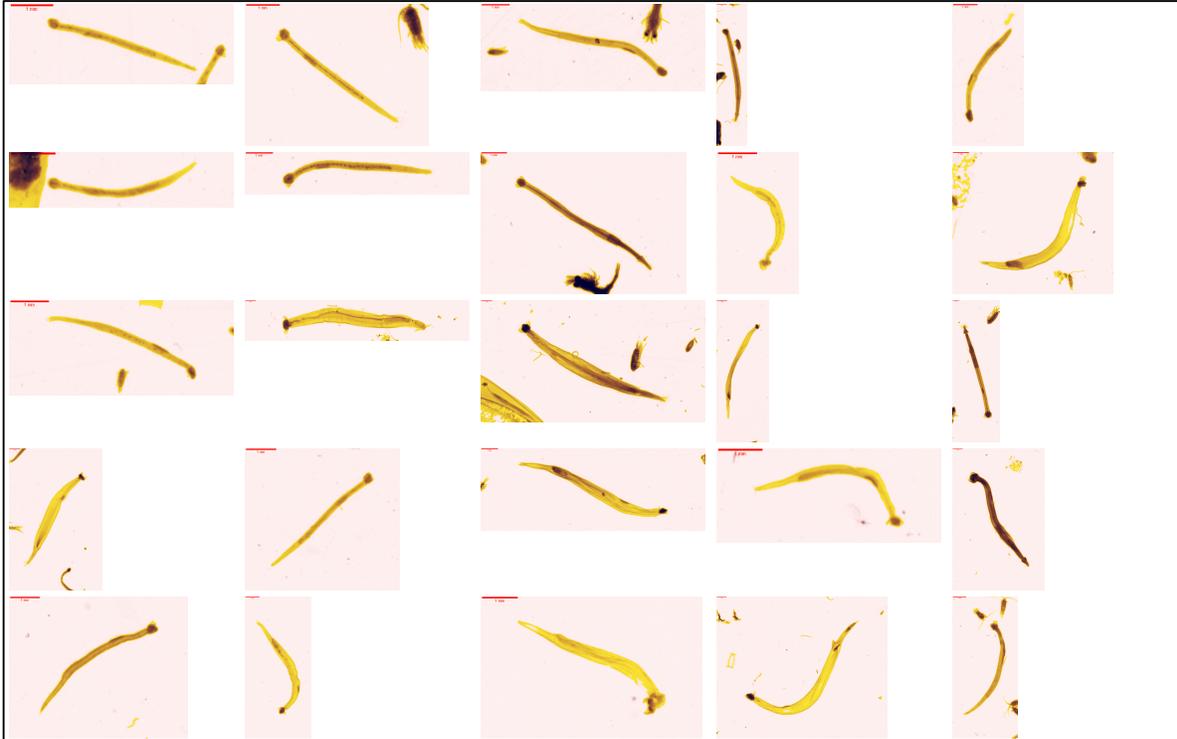


Figure 3.2: Série de vignettes de Chaetognatha.

3.2 Tunicata

3.2.1 Appendicularia

3.2.1.1 Appendicularia complete

Les Appendicularia forment une classe au sein des Tunicata. Contrairement aux chaetognathes, leur **corps est subdivisé en deux parties** : le tronc et la queue. Le tronc secrète une « maison gélatineuse », qui sert à l'alimentation de l'organisme par filtration de petites particules présentes dans l'eau. Cependant, elle est généralement absente ou endommagée si l'échantillonnage est effectué avec un filet (Gorsky et Castellani 2017).

```
knitr::include_graphics(path = "figures/classif3/appendicularia_comp.png")
```

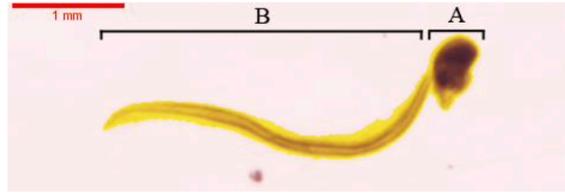


Figure 3.3: Vignette représentant un Appendicularia. A : tronc ; B : queue.

```
dir <- stringr::str_subset(direction, "Appendicularia complete")
plot_classification(dir)
```

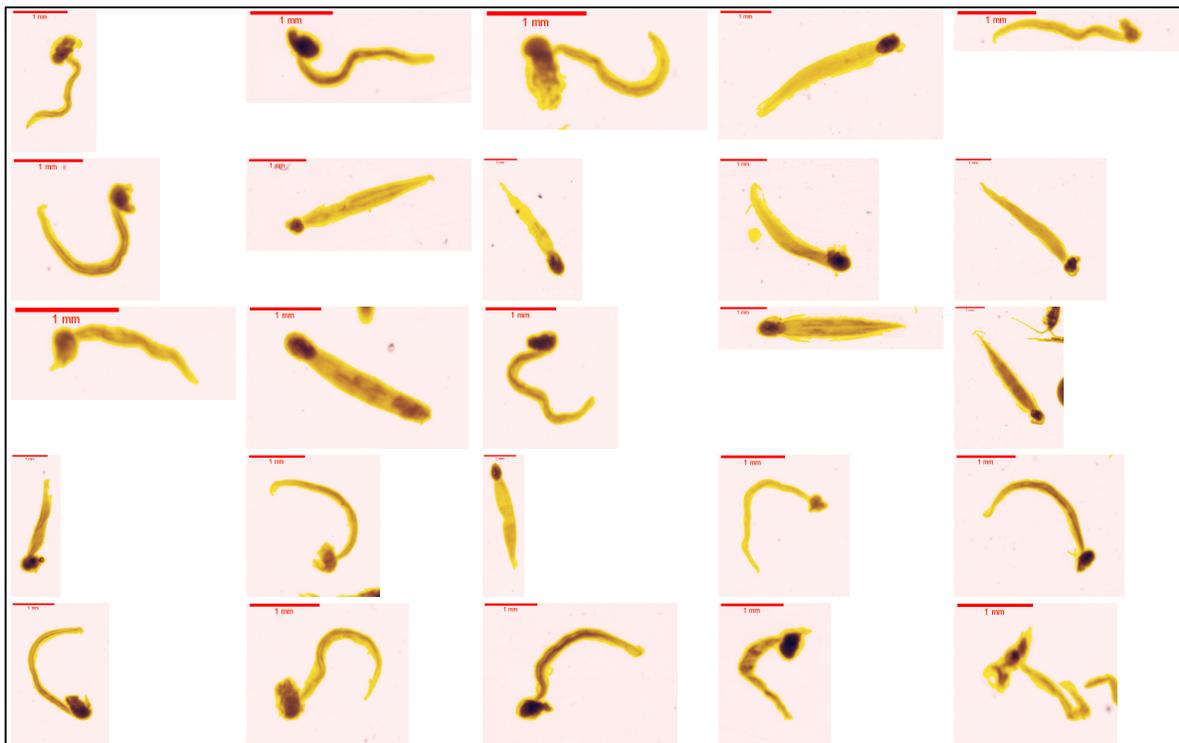


Figure 3.4: Série de vignettes de Appendicularia complet.

3.2.1.2 Appendicularia tails

Il n'est pas rare que, lors de l'échantillonnage, le tronc et la queue de l'appendiculaire se retrouvent séparés (Michaels et al. 1990). Ces queues sont reconnaissables de par leur **forme étirée**, ainsi que par la **bande plus dense formée par les muscles** de la queue. La

notochorde peut **parfois** être visible, apparaissant comme une **zone plus claire au milieu de la masse musculaire** (Gorsky et Castellani 2017).

```
knitr::include_graphics(path = "figures/classif3/appendicularia_tails.png")
```

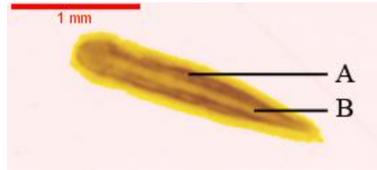


Figure 3.5: Vignette représentant une queue d'Appendicularia. A : masse musculaire ; B : notochorde.

```
dir <- stringr::str_subset(direction, "Appendicularia tails")  
plot_classification(dir)
```

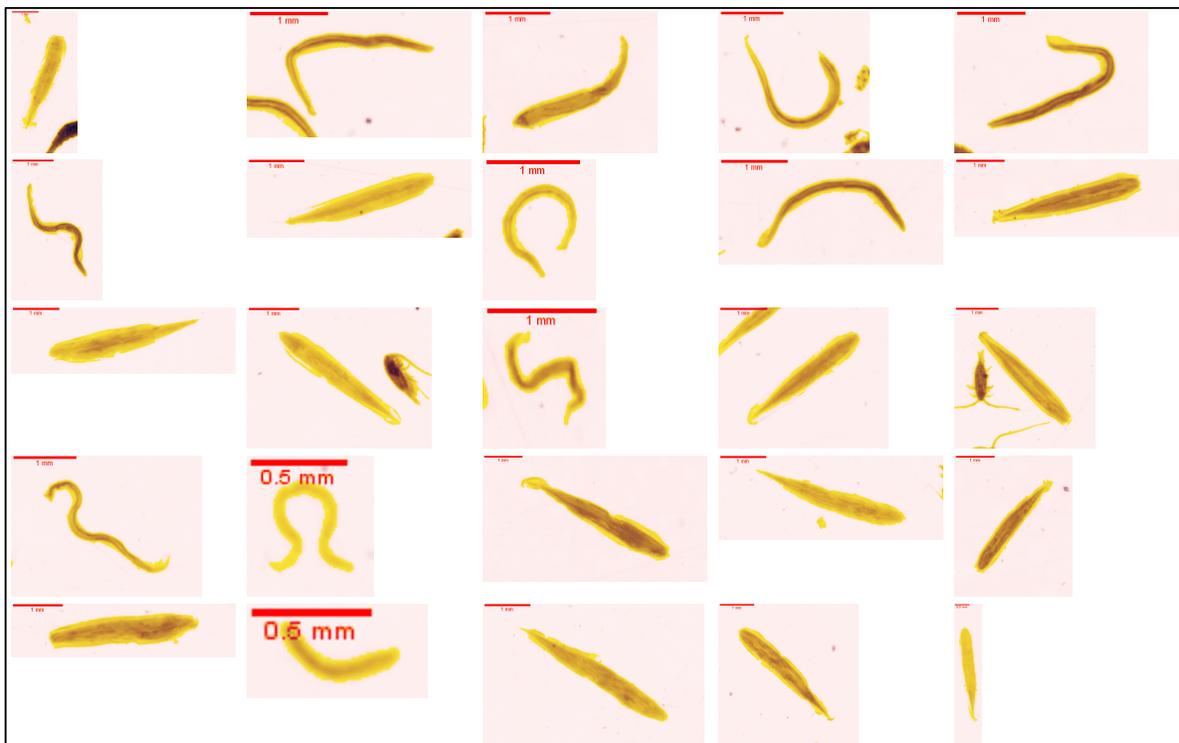


Figure 3.6: Série de vignettes de queues d'Appendicularia.

3.2.2 Thaliacea

A l'instar des Appendicularia, les Thaliacea forment une classe au sein des Tunicata. Dans cette étude, seules les familles Doliolidae et Salpidae sont considérées. Celles-ci possèdent une **forme de baril**, et sont aisément reconnaissables de par les **bandes musculaires qui encerclent le corps** (Licandro et Castellani 2017).

```
knitr::include_graphics(path = "figures/classif3/thaliacea.png")
```



Figure 3.7: Vignette représentant un Thaliacea. A : bandes musculaires.

```
dir <- stringr::str_subset(direction, "Thaliacea")  
plot_classification(dir)
```



Figure 3.8: Série de vignettes de Thaliacea.

4 Zooplankton other

4.1 Aulacantha scolymantha

Anciennement classé dans les Radiolaria, *Aulacantha scolymantha* se retrouve actuellement dans le phylum des Cercozoa au sein de la sous-classe des Phaeodaria (Sierra et al. 2013). Il s'agit d'un protiste holoplanctonique hétérotrophe (Nakamura et Suzuki 2015) .

La **partie dense au centre** comprend la capsule centrale (qui contient le noyau et l'endosplasme) et le phaeodium, une masse de particules brunes. La **partie plus claire en périphérie** correspond au scleracoma, qui désigne les parties squelettiques siliceuses de l'organisme (Nakamura et Suzuki 2015).

```
knitr::include_graphics(path = "figures/classif3/aulacantha.png")
```

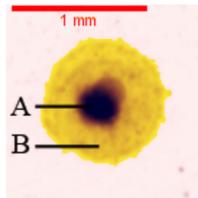


Figure 4.1: Vignette représentant *Aulacantha scolymantha*. A : capsule centrale et phaeodium ; B : scleracoma.

```
dir <- stringr::str_subset(direction, "Aulacantha scolymantha")  
plot_classification(dir)
```

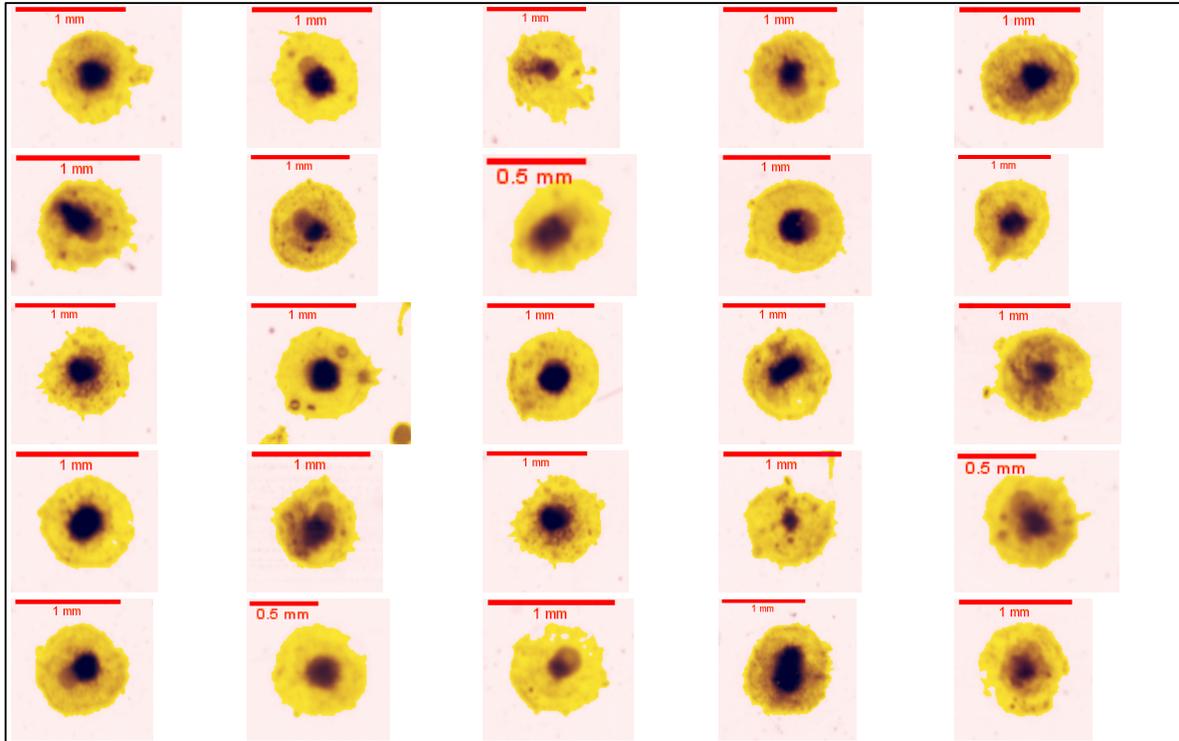


Figure 4.2: Série de vignettes de *Aulocantha scolymantha*.

4.2 Cavolinia

Cette classe regroupe les individus du genre *Cavolinia*. Ceux-ci sont des mollusques holoplanctoniques appartenant à la classe des Gasteropoda. Ces organismes sont reconnaissables par leur **épine caudale** et par leurs **projections latérales** (Lischka et Ossenbrügger, 2017) (Lischka et Ossenbrügger 2017).

```
knitr::include_graphics(path = "figures/classif3/cavolinia.png")
```

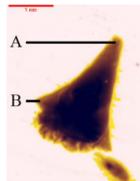


Figure 4.3: Vignette représentant un *Cavolinia*. A : épine caudale ; B : projection latérale.

```
dir <- stringr::str_subset(direction, "Cavolinia")
plot_classification(dir)
```

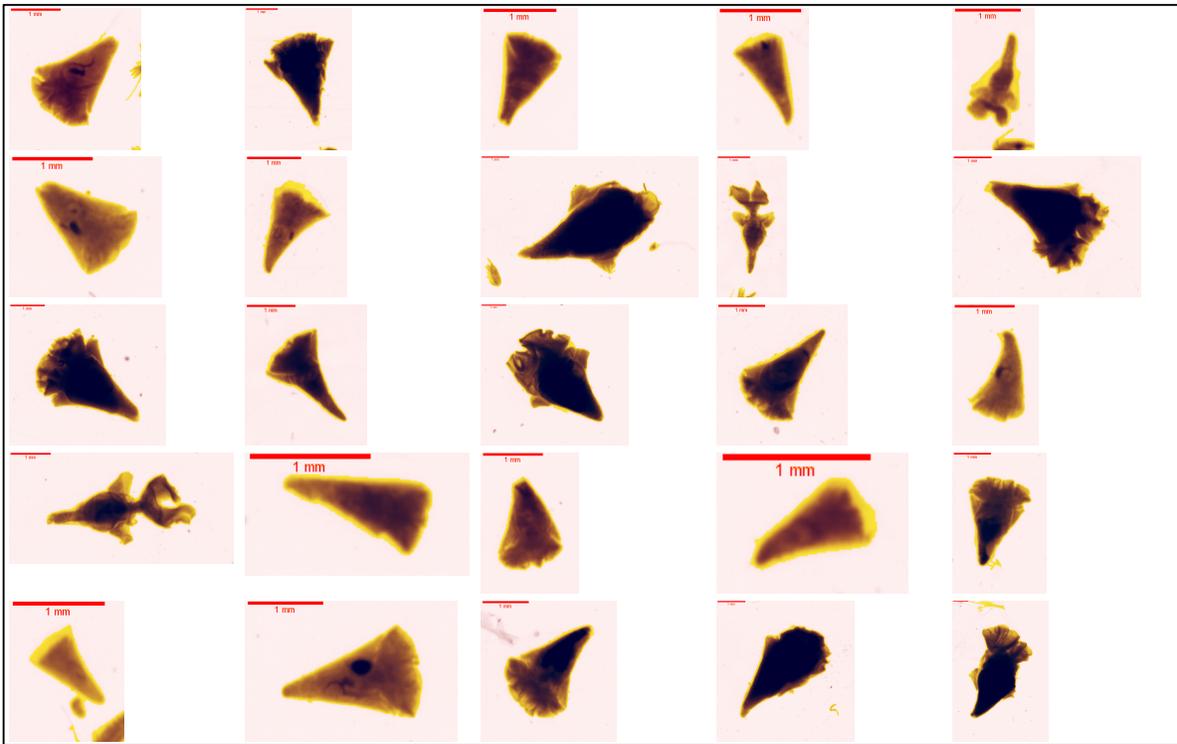


Figure 4.4: Série de vignettes de Cavolinia.

4.3 Eggs

Bon nombre de taxa marins se retrouvent sous forme d'œuf au cours de leur cycle de vie (Moran et McAlister, 2009) (Moran et McAlister 2009). Ces œufs sont **généralement sphériques** et possèdent majoritairement un **contenu vitellin visible**.

```
dir <- stringr::str_subset(direction, "Eggs")
plot_classification(dir)
```

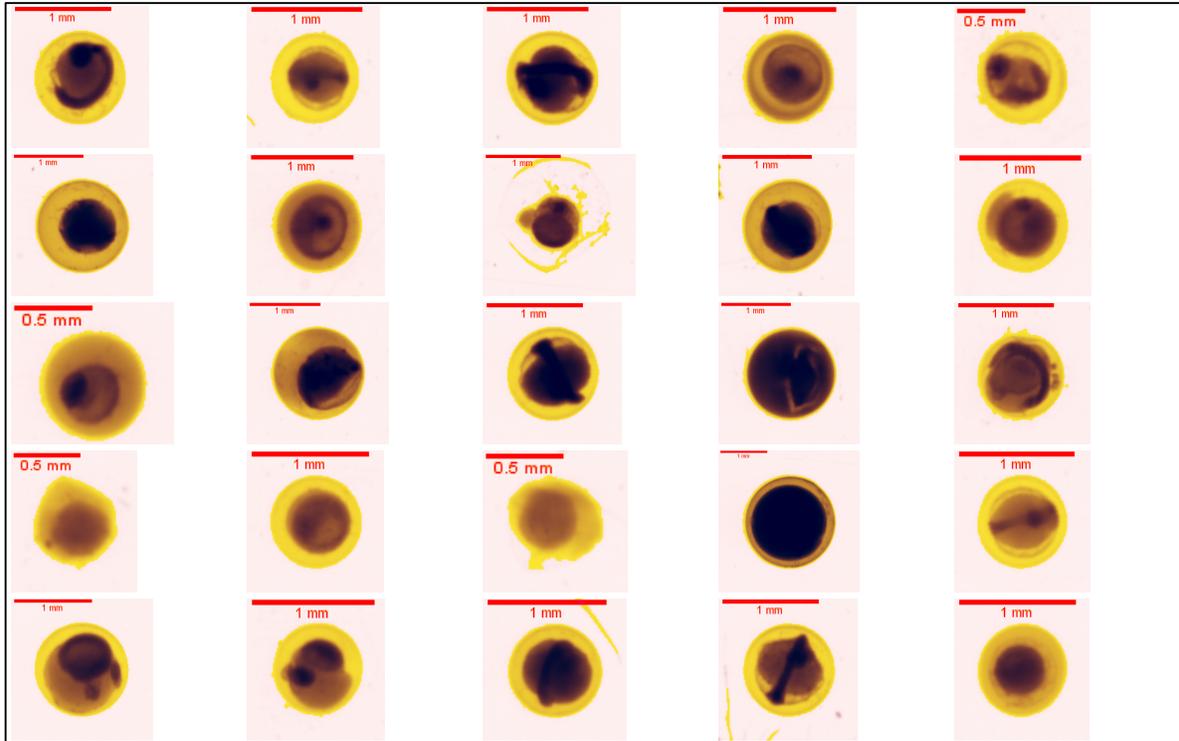


Figure 4.5: Série de vignettes de Eggs.

4.4 Pisces larvae

Les téléostéens possèdent majoritairement un stade planctonique au cours de leur vie. Il s'agit donc de méroplancton. Ces individus sont aisément reconnaissables grâce à leur **nageoire primaire qui s'étend sur presque tout le long de l'organisme** ainsi que par la **présence d'yeux** déjà visibles. Les nageoires pectorales peuvent parfois être observées dès les premiers stades larvaires (Munk et Nielsen 2017).

```
knitr::include_graphics(path = "figures/classif3/pisces.png")
```

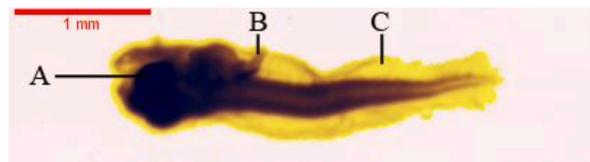


Figure 4.6: Vignette représentant une larve de poisson. A : oeil ; B : nageoire pectorale ; C : nageoire primaire.

```
dir <- stringr::str_subset(direction, "Pisces larvae")  
plot_classification(dir)
```

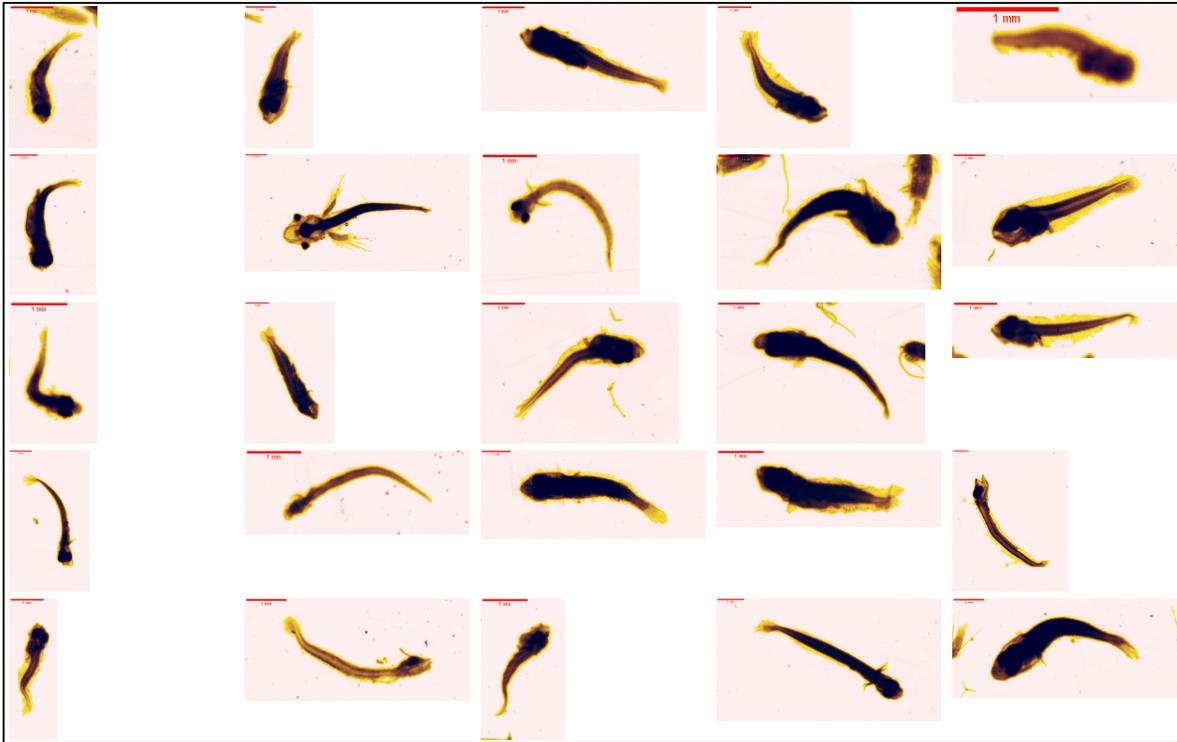


Figure 4.7: Série de vignettes de Pisces larvae.

5 alter

Les classes citées ci-dessous représentent principalement des artefacts et/ou des particules non planctoniques et ne sont pas considérées dans cette étude. Ces classes ont été créées pour éviter la contamination des classes planctoniques d'intérêt par ces particules (Fullgrabe, 2016). Le fait de ne pas inclure les objets multiples dans le dénombrement conduit donc à une très légère sous-estimation des comptages, sachant que les objets multiples ne représentent jamais plus que quelques pourcents de l'ensemble des particules, typiquement moins de 1 à 2 pourcent.

5.1 background noise

Cette classe représente les artefacts liés à la présence de petites particules en arrière-plan.

```
dir <- stringr::str_subset(direction, "background noise")  
plot_classification(dir)
```

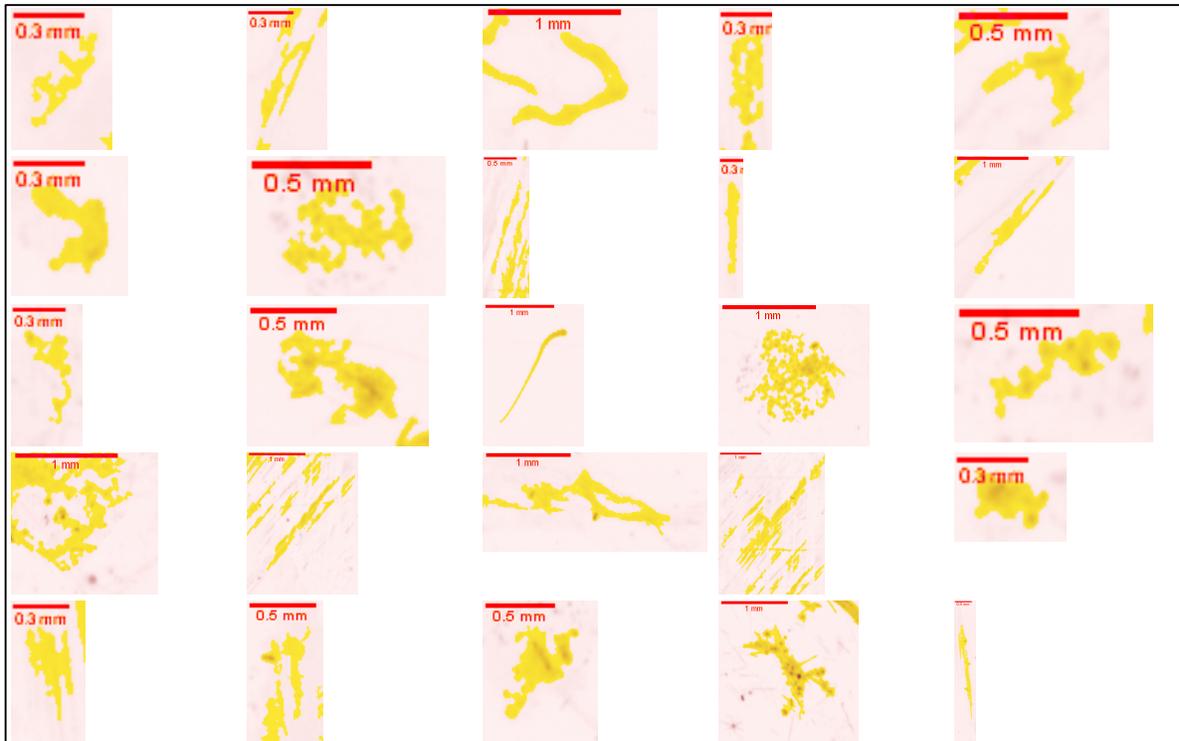


Figure 5.1: Série de vignettes de background noise.

5.2 fibers and scratches

Cette classe correspond aux fibres retrouvées dans l'eau, ainsi que les possibles griffes sur les cellules en polystyrène utilisées pour contenir les échantillons scannés.

```
dir <- stringr::str_subset(direction, "fibers and scratches")  
plot_classification(dir)
```

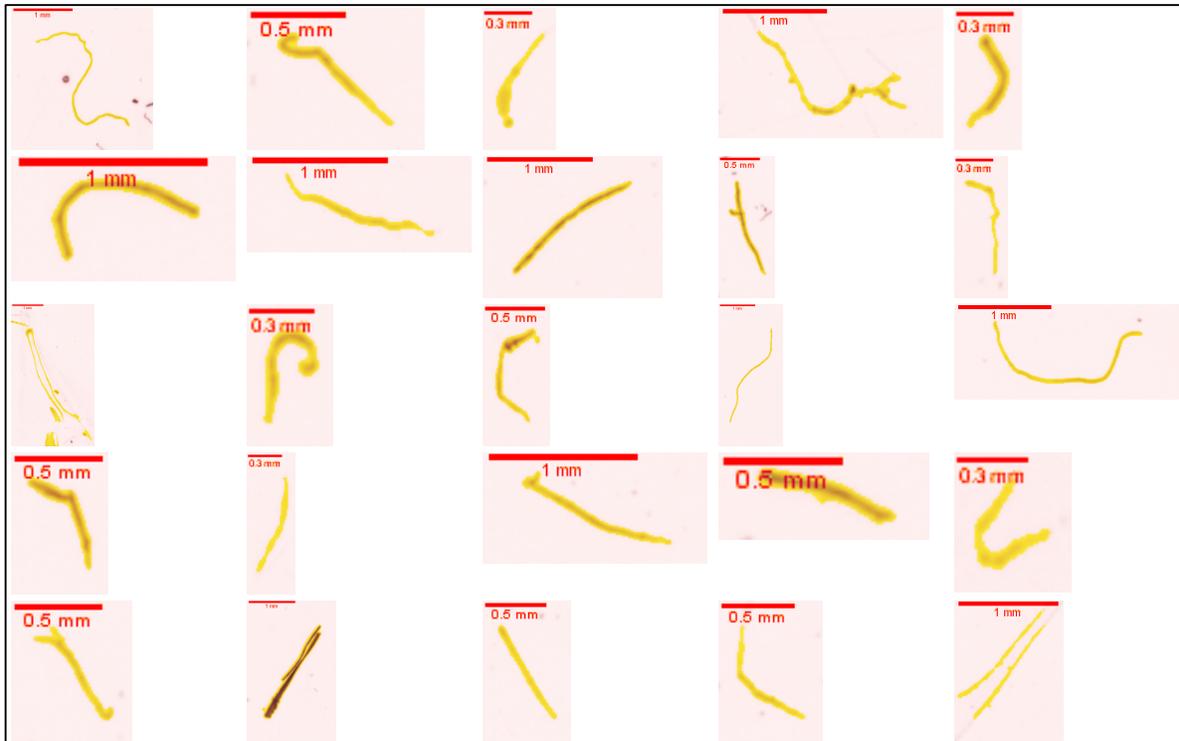


Figure 5.2: Série de vignettes de fibers and scratches

5.3 multiple

Les éléments qui se chevauchent, de quelque nature qu'ils soient, se retrouvent classés ici. Lors du remplissage des cellules destinées au scanner, un des objectifs est d'obtenir une densité suffisante pour être représentative de l'échantillon, mais également pas trop importante pour réduire au maximum l'apparition d'objets multiples.

```
dir <- stringr::str_subset(direction, "multiple")
plot_classification(dir)
```

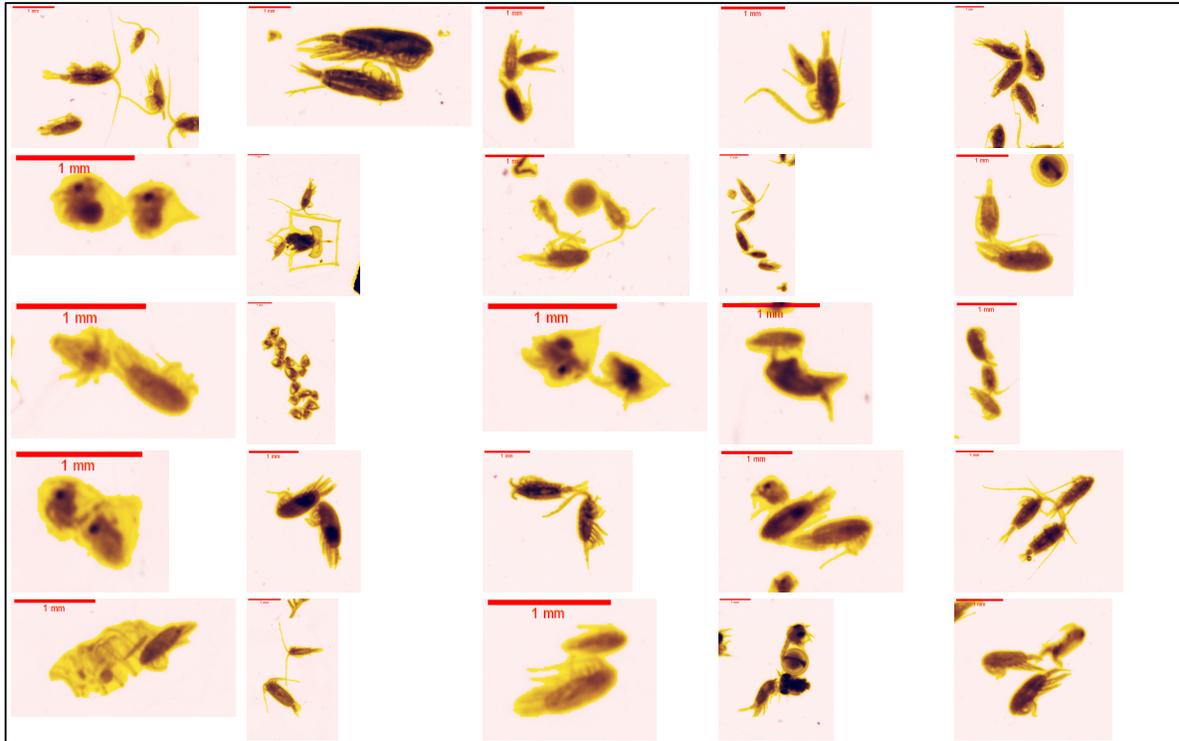


Figure 5.3: Série de vignettes de multiple.

5.4 seston and badfocus

Le seston désigne les particules en suspension dans l'eau. Dans ce cas-ci, seules les particules non-planctoniques sont considérées. Les éléments se retrouvant hors du plan focal et étant trop flous que pour être identifiés sont également regroupés dans cette classe.

```
dir <- stringr::str_subset(direction, "seston and badfocus")  
plot_classification(dir)
```

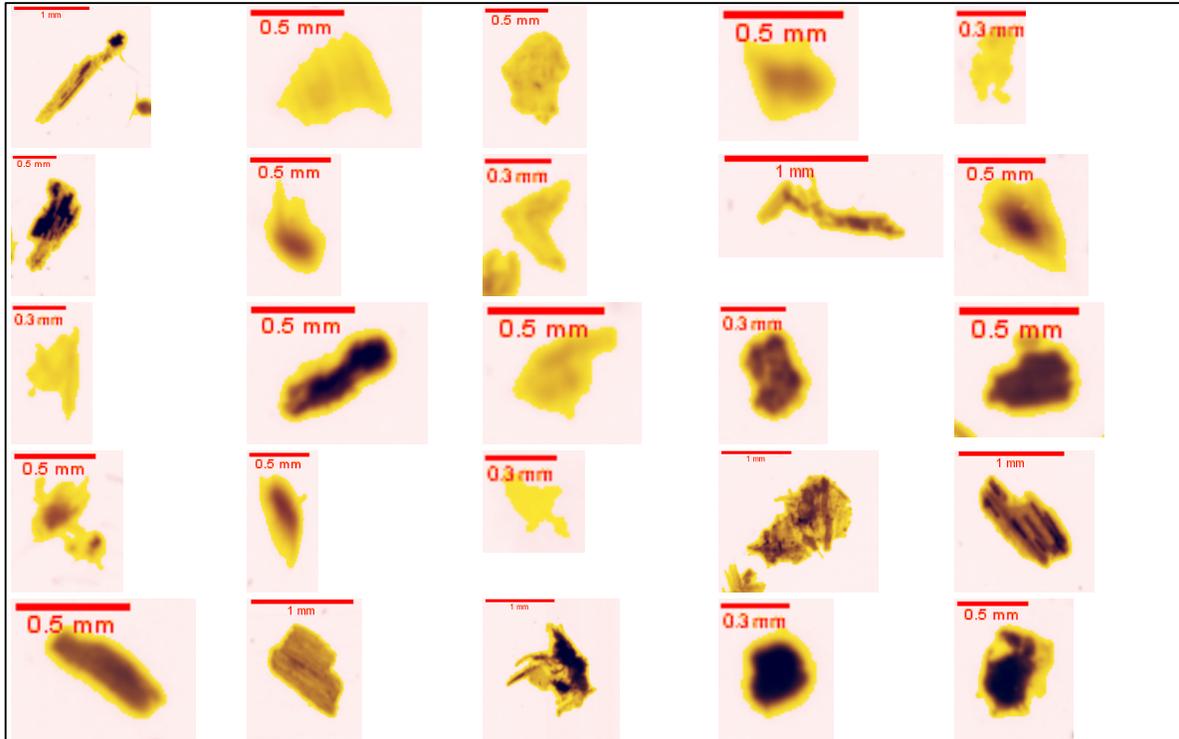


Figure 5.4: Série de vignettes de seston and badfocus.

5.5 shadow patches

Des patches de couleur uniforme peuvent apparaître sur le scan et sont intégrés dans cette classe.

```
dir <- stringr::str_subset(direction, "shadow patches")
plot_classification(path = dir)
```



Figure 5.5: Série de vignettes de shadow patches.

5.6 single bubbles

Cette classe correspond aux bulles pouvant être présentes lors du scannage.

```
dir <- stringr::str_subset(direction, "single bubbles")
plot_classification(dir)
```

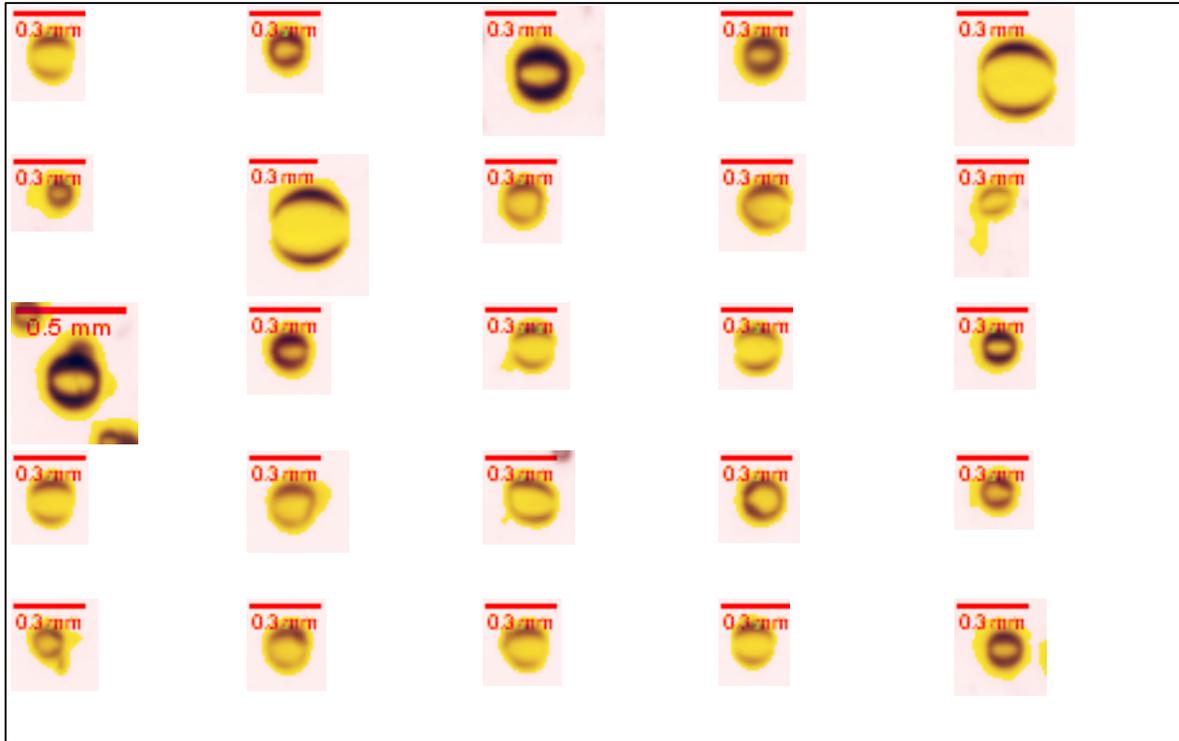


Figure 5.6: Série de vignettes de single bubbles.

Références

- Gorsky, Gaby, et Claudia Castellani. 2017. « Chordata: Appendicularia ». In. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780199233267.003.0040>.
- Khodami, Sahar, J. Vaun McArthur, Leocadio Blanco-Bercial, et Pedro Martinez Arbizu. 2017. « RETRACTED ARTICLE: Molecular Phylogeny and Revision of Copepod Orders (Crustacea: Copepoda) ». *Scientific Reports* 7 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-06656-4>.
- Kirkpatrick, P. A., et P. R. Pugh. 1984. *Siphonophores and velellids: keys and notes for the identification of the species*. Synopses of the British fauna 29. Leiden London Köln: E. J. Brill.
- Lakkis, Sami. 2013b. *LE ZOOPLANCTON MARIN DU LIBAN (Méditerranée Orientale) BIOLOGIE, BIODIVERSITÉ, BIOGÉOGRAPHIE*. Aracne. Université Libanaise, Beirut.
- . 2013a. *LE ZOOPLANCTON MARIN DU LIBAN (Méditerranée Orientale) BIOLOGIE, BIODIVERSITÉ, BIOGÉOGRAPHIE*. Aracne. Université Libanaise, Beirut.
- Licandro, Priscillia, Claude Carré, et Dhugal J. Lindsay. 2017. « Cnidaria: Colonial Hydrozoa (Siphonophorae) ». In. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780199233267.001.0001>.
- Licandro, Priscillia, et Claudia Castellani. 2017. « Chordata: Thaliacea ». In. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780199233267.003.0039>.
- Licandro, Priscillia, Astrid Fischer, et Dhugal J. Lindsay. 2017. « Cnidaria: Scyphozoa and Non-Colonial Hydrozoa ». In. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780199233267.001.0001>.
- Lischka, Silke, et Holger Ossenbrügger. 2017. « Mollusca: Holoplanktonic Molluscs ». In. Oxford: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780199233267.003.0032>.
- Michaels, Anthony F., Mary W. Silver, Marcia M. Gowing, et George A. Knauer. 1990. « Cryptic Zooplankton “Swimmers” in Upper Ocean Sediment Traps ». *Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers* 37 (8): 1285-96. [https://doi.org/10.1016/0198-0149\(90\)90043-u](https://doi.org/10.1016/0198-0149(90)90043-u).
- Moran, Amy L., et Justin S. McAlister. 2009. « Egg Size as a Life History Character of Marine Invertebrates: Is It All It’s Cracked Up to Be? » *The Biological Bulletin* 216 (3): 226-42. <https://doi.org/10.1086/bblv216n3p226>.
- Munk, Peter, et Jørgen G. Nielsen. 2017. « Chordata: Fish eggs and larvae ». In. Oxford: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780199233267.003.0041>.
- Nakamura, Yasuhide, et Noritoshi Suzuki. 2015. « Phaeodaria: Diverse Marine Cercozoans of World-Wide Distribution ». In, édité par Susumu Ohtsuka, Toshinobu Suzuki, Takeo

- Horiguchi, Noritoshi Suzuki, et Fabrice Not, 223249. Tokyo: Springer Japan. https://doi.org/10.1007/978-4-431-55130-0_9.
- Pierrots-Bults, Annelies. 2017. « Chaetognatha ». In. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780199233267.003.0033>.
- Richardson, Anthony J. 2008. « In Hot Water: Zooplankton and Climate Change ». *ICES Journal of Marine Science* 65 (3): 279-95. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsn028>.
- Sierra, Roberto, Mikhail V. Matz, Galina Aglyamova, Loïc Pillet, Johan Decelle, Fabrice Not, Colomban de Vargas, et Jan Pawlowski. 2013. « Deep Relationships of Rhizaria Revealed by Phylogenomics: A Farewell to Haeckel's Radiolaria ». *Molecular Phylogenetics and Evolution* 67 (1): 53-59. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2012.12.011>.
- Wootton, Marianne, et Claudia Castellani. 2017. « Crustacea: Copepoda ». In. Oxford: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780199233267.003.0022>.