

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الجيلالي بونعامة لخميس مليانة

Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana

Faculté des Sciences de la Nature et de la vie et des Sciences de la Terre

Département des Sciences biologiques



Mémoire de fin d'études

en vue de l'obtention du diplôme de **Master** en :

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Hydrobiologie marine et continentale

Spécialité: Hydrobiologie Appliquée

Contribution à l'étude des Gobiidae (Actinopterygii, Perciformes) de la ville côtière de Cherchell : Inventaire d'un site naturel (Cap Rouge) et analyse discriminatoire.

Préparé par

❖ Lakhdar-Ezzine Riadh

❖ Miloudi Takieddine

Soutenu le 04 juillet 2019, devant le jury composé de :

M. Djezzar M.

Maître de conférences B

U. D. B. K. M.

Président

M. Saifi M.

Maître-assistant B

U. D. B. K. M.

Examinateur

M. Kassar A.

Maître-assistant A

ENSSMAL

Promoteur

Année universitaire : 2018/2019

Remerciements

Tout d'abord, nous tenons à remercier les membres du jury qui nous honorent par leur présence :

- ❖ M. Djeddar M. pour avoir accepté de présider ce jury.
- ❖ M. Saifi M. qui a accepté d'examiner ce travail.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à notre promoteur M. Kassar A. qui a encadré et dirigé ce travail, pour sa patience, sa disponibilité, ses encouragements, ses orientations et ses précieux conseils au cours de la réalisation de ce modeste travail.

Nous remercions aussi les personnes qui nous ont aidés à Cherchell : les pêcheurs au port de pêche, notre collègue de promo M. Zemaane Abdelhak et M. Mettai Moussa.

Nous tenons également à remercier tous nos enseignants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils ont guidé nos réflexions tout au long de notre cursus universitaire et ont accepté de nous rencontrer et répondre à nos questions durant nos recherches.

Un remerciement spécial s'adresse à nos deux coéquipiers, M. Lemani A. et M. Yahiaoui W., amis et collègues de promotion, qui nous ont aidés durant la phase pratique de ce travail.

Finalement, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à nos parents et familles qui nous ont toujours soutenus.

Riadh L.-E. & Takieddine M.

Résumé

La famille des Gobiidae est l'une des plus grandes familles des poissons osseux, malgré cela c'est l'une des familles les moins étudiées en Algérie. Dans notre travail, nous avons réalisé un inventaire pour recenser les espèces de Gobiidae vivant dans un milieu naturel, le cap Rouge à la ville de Cherchell (W. de Tipaza) et aussi nous avons réalisé une analyse discriminatoire sur les spécimens capturés au cap rouge et au port de pêche de Cherchell basée sur la forme de l'otolithe pour tenter de prouver qu'il existe une différence morpho anatomique entre les espèces de Gobiidae. Cette analyse a été effectuée en se servant de plusieurs éléments permettant de décrire les différences qui existeraient entre les espèces. Les rapports de longueur, la morphologie, les descripteurs et les indices de forme des otolithes et les coefficients de Wavelet et de Fourier ont été utilisé comme outil de discrimination.

Mots clé : inventaire, otolithe, Gobiidae, analyse discriminatoire.

Abstract

The Gobiidae family is one of the largest families of bony fishes, despite this it is one of the least studied families in Algeria. In our work, we carried out an inventory to identify the species of Gobiidae living in a natural environment (Le Cap Rouge) from Cherchell (W. Tipaza, Algeria). We also carried out an otolith shape based discriminatory analysis to try to prove that there is an morpho-anatomical difference between the species. This analysis was conducted using several elements to describe the differences that would exist. Length ratios, morphology, shape descriptors of otoliths and Wavelet and Fourier coefficients were used as a discriminatory tool.

Keywords: inventory, otolith, Gobiidae, discriminatory analysis.

ملخص

عائلة القوبيونيات هي واحدة من أكبر عائلات الأسماك العظمية، لكنها واحدة من أقل العائلات دراسة في الجزائر. في عملنا، قمنا بإجراء جرد لتحديد أنواع القوبيونيات التي تعيش في البيئة الطبيعية في الرأس الأحمر المتواجدة في مدينة شرشال (ولاية تيبازة)، وقمنا أيضًا بإجراء تحليل تمييزي على العينات التي تم التقاطها في الرأس الأحمر وميناء شرشال للصيد استنادًا إلى شكل حجرة الاذن لمحاولة إثبات أن هناك فرقًا تشريحيًا مورفولوجيًا بين أنواع القوبيونيات. تم هذا التحليل باستخدام عدة عناصر لوصف الاختلافات الموجودة بين الأنواع. تم استخدام نسب الطول، المورفولوجيا، واصفات ومؤشرات شكل حجرة الاذن ومعاملات وافليت و فورييه كأدوات للتمييز.

الكلمات المفتاحية جرد الأنواع، حجرة الاذن، القوبيونيات، تحليل تمييزي.

Liste des figures

Figure 1 : Morphologie générale d'un gobie	3
Figure 2 : Position des otolithes à l'intérieur de l'oreille interne des poissons Téléostéens	13
Figure 3 : carte montrant la situation géographique de la zone d'étude	14
Figure 4 : Carte représentant la zone de prélèvement des échantillons à Cherchell, W. de Tipaza	15
Figure 5 : Différentes mensurations effectuées	16
Figure 6 : Dimorphisme sexuel chez les Gobiidae	16
Figure 7 : image indiquant les principaux caractères du pourtour et de la face interne de l'otolithe d'un gobie niger	17
Figure 8 : Espèces inventoriées.	28
Figure 9 : Espèces inventoriées.	29
Figure 10 : Le gobie noir, <i>Gobius niger</i>	29
Figure 11 : <i>Sagittae</i> de <i>G. buccichi</i> , <i>G. cobitis</i> , <i>G. geniporus</i> , <i>G. niger</i> et <i>G. paganellus</i>	31
Figure 12 : Reconstruction des coordonnées polaires de la forme moyenne des otolithes, à l'aide de descripteurs de Wavelet	32
Figure 13 : Reconstruction des coordonnées polaires de la forme moyenne des otolithes, à l'aide de descripteurs de Fourier.....	33
Figure 14 : CAP par les coefficients de Wavelet	34
Figure 15 : CAP par les coefficients de Fourier	35

Liste des tableaux

Tableau 01 : clés d'identification des principales espèces de Gobiidae en Algérie	18
Tableau 02 : Descripteurs de forme calculés pour chaque otolithe à partir des descripteurs de distance	21
Tableau 03 : Tableau représentant les espèces capturées et leurs tailles.....	28
Tableau 04 : Les rapports de longueur des individus et leur minima, maxima, moyennes.....	30
Tableau 05 : Moyennes des descripteurs de forme et indices de forme des otolithes des différents individus	31

Table des matières

Introduction.....	1
Chapitre I : GENERALITES	2
1- Présentation de la famille des Gobiidae.....	2
1-1-1- Classification	2
1-1-2- Description.....	2
1-1-3- Mode de vie et reproduction	3
1-1-4- Régime alimentaire	3
1-1-5- Les espèces de Gobiidae signalées en Méditerranée	3
1-1-6- Les espèces de Gobiidae signalées en Algérie	6
1-2- Descriptions des espèces de Gobiidae signalées en Algérie	6
1-2-1- Gobie transparent, <i>Aphia minuta</i>	6
1-2-1-1- Description.....	6
1-2-1-2- Comportement	6
1-2-2- Gobie colonien, <i>Deltentosteus collonianus</i>	7
1-2-2-1- Description:	7
1-2-2-2- Comportement	7
1-2-3- Gobie à quatre taches, <i>Deltentosteus quadrimaculatus</i>	7
1-2-3-1- Description.....	7
1-2-3-2- Comportement	7
1-2-4- Gobie des anémones, <i>Gobius bucchichi</i>	7
1-2-4-1- Description :	7
1-2-4-2- Comportement	7
1-2-5- Gobie à bouche rouge, <i>Gobius cruentatus</i>	8
1-2-5-1- Description.....	8
1-2-5-2- Comportement	8
1-2-6- Gobie à grosse tête, <i>Gobius cobitis</i>	8
1-2-6-1- Description.....	8
1-2-6-2- Comportement	8

1-2-7- Gobie svelte, <i>Gobius geniporus</i>	9
1-2-7-1- Description.....	9
1-2-7-2- Comportement	9
1-2-8- Gobie noir, <i>Gobius niger</i>	9
1-2-8-1- Description.....	9
1-2-8-2- Comportement	9
1-2-9- Gobie paganel, <i>Gobius paganellus</i>	9
1-2-9-1- Description.....	9
1-2-9-2- Comportement	9
1-2-10- Gobie à rayures, <i>Gobius vittatus</i>	10
1-2-10-1- Description.....	10
1-2-10-2- Comportement	10
1-2-11- Gobie à grandes écailles, <i>Lesueurigobius friesii</i>	10
1-2-11-1- Description:	10
1-2-11-2- Comportement	10
1-2-12- Gobie de Lesueur, <i>Lesueurigobius suerii</i>	10
1-2-12-1- Description.....	10
1-2-12-2- Comportement	11
1-2-13- Gobie de sanzo, <i>Lesueurigobius sanzi</i>	11
1-2-13-1- Description.....	11
1-2-13-2- Comportement	11
1-2-14- Gobie marbré, <i>Pomatoschistus marmoratus</i>	11
1-2-14-1- Description.....	11
1-2-14-2- Comportement	11
1-2-15- Gobie tacheté, <i>Pomatoschistus microps</i>	11
1-2-15-1- Description.....	11
1-2-15-2- Comportement	11
1-2-16- Gobie à buhotte, <i>Pomatoschistus minutus</i>	12
1-2-16-1- Description.....	12

1-2-16-2- Comportement	12
1-2-17- Gobie zébré, <i>Zebrus zebrus</i>	12
1-2-17-1- Description.....	12
1-2-17-2- Comportement	12
1-2-18- Gobie-lote, <i>Zosterisessor ophiocephalus</i>	13
1-2-18-2- Comportement	13
2- Les Otolithes.....	13
3- Présentation de la zone d'étude	14
Chapitre II : Matériel et méthodes	15
1- Zone de prélèvement.....	15
2- Méthode de pêche.....	15
3- Traitement des échantillons	15
4- Identification des échantillons	17
5- Analyse discriminatoire.....	20
5-1- Rapports de longueur.....	20
5-2- forme des otolithes	20
5-2-1- ShapeR	20
5-2-2 Analyse Canonique en Coordonnées Principales (CAP) :	25
Chapitre III : Résultats et discussion	28
1- Inventaire des Gobiidae du Cap Rouge	28
2- Analyse discriminatoire.....	29
2-1- Rapports de longueur.....	29
2-2- Descripteurs de forme de l'otolithe	30
2-3- Description de la morphologie des otolithes	31
2-4- Formes moyennes des otolithes.....	32
2-4-1- Forme moyenne de Wavelet	32
2-4-2- Forme moyenne de Fourier	33
2-5- Analyse canonique en coordonnées principales	34
2-5-1- Par les coefficients de Wavelet	34

2-5-2- Par les coefficients de Fourier.....	35
Conclusion	36
Références bibliographiques.....	37

Introduction

Parmi les familles de poissons les moins étudiées, on trouve la famille des Gobiidae. On peut citer quelques travaux au niveau du bassin méditerranéen sur cette famille, ceux de Bailly (2008), Froese et Pauly (2019) et Patzner (2017). Soixante-treize espèces de Gobiidae sont présentes en Méditerranée (Bailly, 2008 ; Patzner, 2017 ; Froese et Pauly, 2019). Quant à la côte algérienne, peu d'espèces de gobies sont recensées, malgré les campagnes et inventaires ichthyologiques effectués dans la zone (Dieuzeide *et al.* 1955 ; I.S.T.P.M., 1982 ; Fischer *et al.* 1987; Lahreche, 2013 ; Patzner, 2017 ; Froese et Pauly, 2019).

Beaucoup de questions relatives à la systématique de certaines familles de poissons permettent de faire certaines réflexions sur l'identification douteuse de certaines espèces. En effet, l'une des familles présentant une certaine complexité dans l'identification de ses espèces bien celle des Gobiidae.

Les difficultés que l'on rencontre dans la détermination des Gobiidae -grande ressemblance générale, différences parfois difficiles à saisir, impossibilité de comparer les échantillons aux types, obligation de se contenter de descriptions incomplètes, ou mal interprétées- ont trop souvent entraîné les chercheurs à des déterminations hâtives ayant comme résultats de compliquer la synonymie et de fausser plus ou moins les données acquises sur la biogéographie d'une espèce.

Nous nous sommes inspirés de cette problématique pour apporter une contribution à l'inventaire des gobies (plage du cap Rouge) a été la première étape de l'étude. La deuxième étape consistait en une analyse discriminatoire basée les rapports de longueur, formes des otolithes, descripteurs de distance et de forme, et les coefficients de Wavelet et de Fourier.

Pour ce faire, nous avons commencé par un premier chapitre de présentation des généralités sur la famille des Gobiidae sur laquelle notre travail est axé. Nous avons présenté la zone d'étude dans ce premier chapitre également et d'autres éléments nécessaires à la compréhension des interprétations.

Le second chapitre expose le matériel utilisé et les méthodes adoptées pour la réalisation de ce travail.

Le troisième chapitre s'intéresse à la présentation et à l'interprétation des résultats obtenus.

Chapitre I :

Généralités

Chapitre I : GENERALITES

1- Présentation de la famille des Gobiidae

La famille des Gobiidae est la plus grande famille de poissons marins, avec plus de 2200 espèces décrites dans plus de 260 genres ce qui représente près de 10% de toutes les espèces de poissons. Les gobies sont carnivores, généralement de petite taille et présents dans le monde entier. Surtout sous les tropiques, ils sont principalement marins. La plupart des espèces vivent dans les bas-fonds et ont une ventouse faible formée par la fusion de leurs nageoires pelviennes (Bray, 2017).

1-1-1- Classification

La systématique détaillée de cette famille est décrite ci-dessous (Bailly, 2008).

Règne : **Animalia**.

Embranchement : **Chordata** Animaux à organisation complexe définie par 3 caractères originaux : tube nerveux dorsal, chorde dorsale, et tube digestif ventral. (Bodilis, 2015).

Sous-embranchement : **Vertebrata** Chordés possédant une colonne vertébrale et un crâne qui contient la partie antérieure du système nerveux (Bodilis, 2015).

Super-classe : **Gnathostoma** Les mâchoires sont mobiles avec pharynx, soutenues par un squelette. Le crâne est dorsalement clos. Présence de 2 narines externes (organes olfactifs). Oreille interne appelé labyrinthe à 3 canaux semi-circulaires. Les gamètes mâles sont émis à l'extérieur par les voies urinaires (Lecointre et Leguyader, 2001).

Classe : **Actinopterygii** Ossification du crâne ou du squelette tout entier. Poissons épineux ou à nageoires rayonnées (Bodilis, 2015).

Ordre : **Perciformes** Se caractérisent par des nageoires pelviennes très rapprochées des nageoires pectorales, et par un nombre de vertèbres peu variable, un opercule complet, et une vessie gazeuse close (Bodilis, 2015).

Famille : **Gobiidae**

1-1-2- Description

Poissons de taille petite à moyenne (3 à 35 cm en Méditerranée), au corps modérément allongé, subcylindrique, légèrement comprimé en arrière. Tête large, déprimée, à joues rebondies et à grosses lèvres. Yeux dorso-latéraux ; museau court, bouche légèrement oblique, armée de plusieurs rangées de dents généralement très petites. Deux nageoires dorsales, la première à 6 ou 7 épines flexibles, la seconde, ainsi que l'anale, à 1 épine et 8 à 14 rayons mous ramifiés, le dernier divisé dès sa base; pectorales à rayons supérieurs libres chez quelques espèces; pelviennes thoraciques, à 1 épine et 5 rayons mous, généralement soudées en un disque ventral jouant le rôle de ventouse grâce à une

membrane antérieure reliant les rayons épineux externes; caudale généralement arrondie (Fig. 1). Ecailles cténoïdes. Pas de ligne latérale apparente sur le corps, mais sur la tête un système de canaux sensoriels très développé s'ouvrant à l'extérieur par de gros pores et des séries de petites papilles sensorielles alignées (génipores). La répartition de ces éléments peut servir à l'identification des espèces (Fischer *et al.*, 1987).

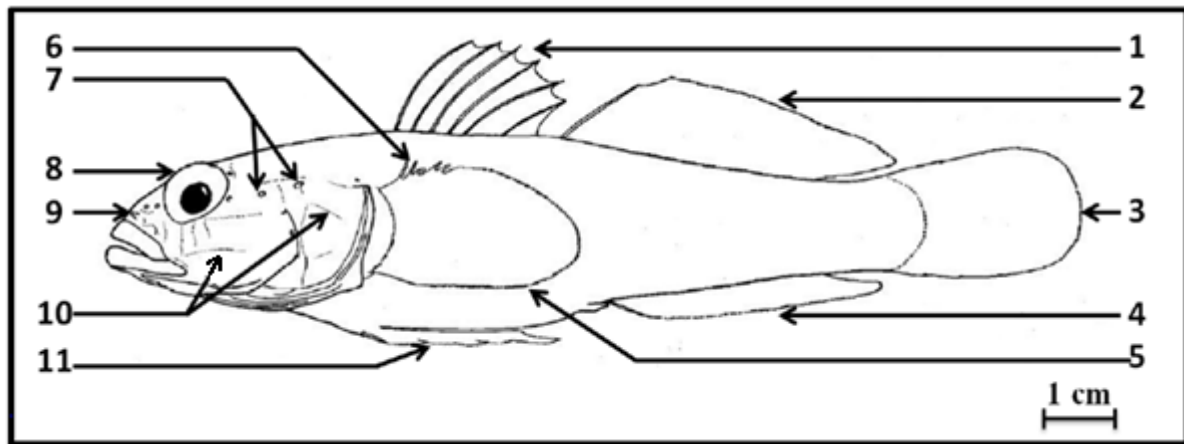


Figure 1 : Morphologie générale d'un gobie (Fischer *et al.*, 1987, modifiée).

1 : Première nageoire dorsale ; 2 : Deuxième nageoire dorsale ; 3 : Nageoire caudale ; 4 : Nageoire anale ; 5 : Nageoire pectorale ; 6 : Rayons libres de la nageoire pectorale ; 7 : Pore ; 8 : Œil ; 9 : Narines ; 10 : Génipores ; 11 : Ventouse.

1-1-3- Mode de vie et reproduction

Les gobies vivent sur les fonds rocheux ou sableux du littoral. Nagent peu et ils occupent de petits territoires pour lesquels les mâles se disputent. Parfois observés dans de petites flaques d'eau sur les côtes rocheuses, ils sont aussi présents dans les eaux saumâtres des lagunes

Au cours de la reproduction, les gobies construisent des nids sous les rochers. La femelle y dépose des œufs en forme de poire qui seront fécondés et protégés par les mâles jusqu'à leur éclosion (Cubells, 2007).

1-1-4- Régime alimentaire

Les gobies en général sont des poissons très voraces se nourrissant de petits mollusques, de crustacés, de vers, mais aussi de petits poissons (Cubells, 2007).

1-1-5- Les espèces de Gobiidae signalées en Méditerranée

On sait que les gobies sont présents en mer Méditerranée, au nombre de 73 espèces actuellement (Bailly, 2008; Froese et Pauly, 2019; Patzner, 2017).

1. *Aphia minuta* (Risso, 1810)
2. *Babka gymnotrachelus* (Kessler, 1857)
3. *Bathygobius soporator* (Valenciennes, 1837)
4. *Buenia affinis* Iljin, 1930

5. *Buenia jeffreysii* (Günther, 1867)
6. *Buenia lombartei* (Kovacic, Ordines & Schliewen, 2018)
7. *Buenia massutii* Kovacic, Ordines & Schliewen, 2017
8. *Chromogobius quadrivittatus* (Steindachner, 1863)
9. *Chromogobius zebratus* (Kolombatovic, 1891)
10. *Corcyrogobius liechtensteini* (Kolombatovic, 1891)
11. *Coryogalops ochetica* (Norman, 1927)
12. *Cryptocentrus caeruleopunctatus* (Ruppell, 1830)
13. *Crystallogobius linearis* (duben, 1845)
14. *Deltentosteus collonianus* (Risso, 1820)
15. *Deltentosteus quadrimaculatus* (Valenciennes, 1837)
16. *Didogobius bentuvii* Miller, 1966
17. *Didogobius schlieweni* Miller, 1993
18. *Didogobius splechnai* Ahnelt & Patzner, 1995
19. *Favonigobius melanobranchus* (Fowler, 1934)
20. *Gammogobius steinitzi* Bath, 1971
21. *Gobius ater* Bellotti, 1888
22. *Gobius auratus* Risso, 1810
23. *Gobius buccichi* Steindachner, 1870
24. *Gobius cobitis* Pallas, 1814
25. *Gobius couchi* Miller & El-Tawil, 1974
26. *Gobius cruentatus* Gmelin, 1789
27. *Gobius fallax* Sarato, 1889
28. *Gobius gasteveni* Miller, 1974
29. *Gobius geniporus* Valenciennes, 1837
30. *Gobius incognitus* Kovacic & Sanda, 2016
31. *Gobius kolombatovici* Kovacic & Miller, 2000
32. *Gobius niger* Linnaeus, 1758
33. *Gobius paganellus* Linnaeus, 1758
34. *Gobius roulei* de Buen, 1928
35. *Gobius strictus* Fage, 1907
36. *Gobius vittatus* Vinciguerra, 1883
37. *Gobius xanthocephalus* Heymer & Zander, 1992
38. *Knipowitschia caucasica* (Berg, 1916)
39. *Knipowitschia panizzae* (Verga, 1841)

40. *Lebetus guilleti* (Le Danois, 1913)
41. *Lesueurigobius friesii* (Malm, 1874)
42. *Lesueurigobius sanzi* (de Buen, 1918)
43. *Lesueurigobius suerii* (Risso, 1810)
44. *Millerigobius macrocephalus* (Kolombatovic, 1891)
45. *Neogobius melanostomus* (Pallas 1814)
46. *Odondebuena balearica* (Pellegrin & Fage, 1907)
47. *Oxyurichthys petersii* (Klunzinger, 1871)
48. *Pomatoschistus anatoliae* Engin & Innal, 2017
49. *Pomatoschistus bathi* Miller, 1982
50. *Pomatoschistus canestrinii* (Ninni, 1883)
51. *Pomatoschistus knerii* (Steindachner, 1861)
52. *Pomatoschistus marmoratus* (Risso, 1810)
53. *Pomatoschistus microps* (Krøyer, 1838)
54. *Pomatoschistus minutus* (Pallas, 1770)
55. *Pomatoschistus nanus* Engin & Seyhan, 2017
56. *Pomatoschistus pictus* (Malm, 1865)
57. *Pomatoschistus quagga* (Heckel, 1837)
58. *Pomatoschistus tortonesei* Miller, 1969
59. *Pomatoschistus norvegicus* (Collett, 1902)
60. *Proterorhinus marmoratus* (Pallas, 1814)
61. *Pseudaphya ferreri* (de Buen & Fage, 1908)
62. *Silhouettea aegyptia* (Chabanaud, 1933)
63. *Speleogobius llorisi* Kovacic, Ordines & Schliewen, 2016
64. *Speleogobius trigloides* Zander & Jelinek, 1976
65. *Thorogobius ephippiatus* (Lowe, 1839)
66. *Thorogobius macrolepis* (Kolombatovic, 1891)
67. *Tridentiger trigonocephalus* (Gill, 1859)
68. *Trypauchen vagina* (Bloch & schneider, 1801)
69. *Vanderhorstia mertensi* Klausewitz, 1974
70. *Vanneaugobius dollfusi* Brownell, 1978
71. *Vanneaugobius pruvoti* (Fage, 1907)
72. *Zebrus zebrus* (Risso, 1827)
73. *Zosterisessor ophiocephalus* (Pallas, 1814)

1-1-6- Les espèces de Gobiidae signalées en Algérie

Les différents inventaires et travaux sur la faune ichthyologique (Dieuzeide *et al.*, 1955; I.S.T.P.M., 1982; Fischer *et al.*, 1987; Lahreche, 2013; Patzner, 2017; Froese et Pauly, 2019) signalent les espèces de Gobiidae suivantes sur la côte algérienne (**Annexe 1**) :

1. *Aphia minuta* (Risso, 1810), gobie transparent.
2. *Deltentosteus collonianus* (Risso, 1820), gobie colonien.
3. *Deltentosteus quadrimaculatus* (Valenciennes, 1837), gobie à quatre taches.
4. *Gobius bucchichi* (Steindachner, 1870), gobie des anémones.
5. *Gobius cobitis* Pallas, 1811 ; gobie à grosse tête.
6. *Gobius cruentatus* Gmelin, 1789 ; gobie à bouche rouge.
7. *Gobius geniporus* Valenciennes, 1837 ; gobie svelte.
8. *Gobius niger* L., 1758 ; gobie noir.
9. *Gobius paganellus* L., 1758 ; gobie paganel.
10. *Gobius vittatus* (Vinciguerra, 1883), gobie à rayures.
11. *Lesueurigobius friesii* (Malm, 1874), gobie à grandes écailles.
12. *Lesueurigobius suerii* (Risso, 1810), gobie de Lesueur.
13. *Lesueurigobius sanzi* (De Buen, 1918), Gobie de sanzo.
14. *Pomatoschistus marmoratus* (Risso, 1810), gobie marbré
15. *Pomatoschistus microps* (Krøyer, 1838), gobie tacheté.
16. *Pomatoschistus minutus* (Pallas, 1770), gobie à sable.
17. *Zebzus zebzus* (Risso, 1827), gobie zébré.
18. *Zosterisessor ophiocephalus* (Pallas, 1814), gobie-lote.

1-2- Descriptions des espèces de Gobiidae signalées en Algérie

1-2-1- Gobie transparent, *Aphia minuta*

1-2-1-1- Description

Corps transparent, organes internes visibles, légère teinte blanc jaunâtre ou rosâtre, points noirs sur la tête et à la base des nageoires, grande bouche, yeux argentés et proéminents (Sylvie et Pollak, 2018).

1-2-1-2- Comportement

Ce gobie est un poisson côtier que l'on peut même retrouver dans les estuaires. Il vit habituellement entre la surface et 80 m de profondeur. Cette espèce grégaire vit en pleine eau, particulièrement au-dessus des fonds meubles. Les adultes meurent peu après la ponte (Sylvie et Pollak, 2018).

1-2-2- Gobie colonien, *Deltentosteus collonianus*

1-2-2-1- Description:

La tête est relativement effilée et les yeux assez volumineux. Le corps est translucide, laissant apparaître des plaques rougeâtres. A mi-flancs, on observe 5 marques noires, la dernière se trouvant sur le pédoncule caudal. Au-dessous de l'œil et de manière moins prononcée sur les opercules, se trouvent de petites ponctuations noires (Louisy, 2005).

1-2-2-2- Comportement

Le Gobie denté fréquente les herbiers de la zone infralittorale (0-50 mètres), jusqu'aux fonds meubles du plateau continental jusqu'à 120 mètres (Louisy, 2005).

1-2-3- Gobie à quatre taches, *Deltentosteus quadrimaculatus*

1-2-3-1- Description

Forme générale plutôt élancée. Couleur beige, jaunâtre, parfois rousse, 4 taches noires sur les flancs, tache noire sur la première nageoire dorsale, première dorsale très allongée et pointue chez les mâles (Sylvie et Bodilis, 2017).

1-2-3-2- Comportement

Plutôt solitaire et littoral, il vit sur les fonds nus de sable fin ou éventuellement de vase, depuis la surface jusqu'à 150 m de profondeur. Il est cependant plus abondant entre 30 et 50 m. peut aller jusqu'à 330 m. C'est une espèce occasionnelle, qui devient abondante lorsque le substrat sableux lui convient.

La reproduction se déroule de mars à juillet (Sylvie et Bodilis, 2017).

1-2-4- Gobie des anémones, *Gobius bucchichi*

1-2-4-1- Description :

Une ligne sombre indistincte traverse chaque œil rejoignant son symétrique en un « V » sur le museau. Nombreux points brun-noirs en lignes longitudinales, la ligne latérale est marquée par des taches sombres de plus grandes tailles. Il possède deux nageoires dorsales contigües, la première ayant six rayons durs. La nageoire anale est allongée. Une petite tache intermittente sombre à l'aisselle de la pectorale (Louisy, 2005).

1-2-4-2- Comportement

Il préfère les fonds sablonneux aux côtes rocheuses et vit jusqu'à 30 m de profondeur.

La maturité sexuelle se situe au cours de la première année de vie et de 3,4-3,8 cm de long. Les mâles sont territoriaux pendant la saison de reproduction pour attirer les femelles dans leur territoire (Louisy, 2005).

1-2-5- Gobie à bouche rouge, *Gobius cruentatus*

1-2-5-1- Description

Lèvres vermillon, corps massif, coloration marbrée, assez sombre en général. Série de grandes taches noires sur le flanc, nageoire pectorale munie de rayons filamenteux peu marqués (Bodilis, Vincent, *et al.*, 2018).

1-2-5-2- Comportement

Le gobie à bouche rouge a été observé de quelques mètres sous la surface jusqu'à 40 m de profondeur. Il vit habituellement solitaire sur des fonds durs ou détritiques, ou dans les herbiers de phanérogames. On l'observe souvent à proximité d'une cavité dans laquelle il pourra se cacher si un danger survient. Cette cavité rocheuse est utilisée toute l'année. Les jeunes sont présents dans les milieux littoraux, dans des biotopes assez variés. Dans son habitat, ce gobie est fréquent et abondant. La reproduction a probablement lieu vers la fin du printemps et le début de l'été (Bodilis, Vincent, *et al.*, 2018).

1-2-6- Gobie à grosse tête, *Gobius cobitis*

1-2-6-1- Description

Corps massif avec robe mimétique, de coloration variable, tête large et épaisse (le plus grand gobie de Méditerranée), grosses lèvres, bouche légèrement oblique, yeux saillis, très hauts et très petits en proportion du corps, pectorales larges et rondes avec rayons supérieurs totalement libres (Louisy *et al.*, 2017).

1-2-6-2- Comportement

Le gobie à grosse tête fréquente en sédentaire de petits fonds de la zone intertidale ; il se rencontre à partir de quelques centimètres sous la surface jusqu'à une profondeur de 10 m environ (il pourrait néanmoins se rencontrer jusqu'à une quarantaine de mètres). Ce poisson benthique apprécie les fonds rocheux et les champs de blocs exposés au retournement. S'il aime pouvoir se dissimuler dans les anfractuosités, il ne dédaigne pas la présence des fonds sableux. Les juvéniles préfèrent les lagunes côtières. Les sexes sont nettement séparés chez le gobie à grosse tête. La livrée des mâles, en période de reproduction, est plus sombre que celle des femelles. Un comportement social prévaut à cette période, généralement entre mars et juin voire juillet, lors de la formation des couples. Pour que la femelle puisse frayer tranquillement et assurer la protection des œufs, le mâle construit un nid fait de pierres et de coquillages (Louisy *et al.*, 2017).

1-2-7- Gobie svelte, *Gobius geniporus*

1-2-7-1- Description

Gobie de grande taille vivant sur fonds meubles, coloration beige à brun clair, ligne de taches brunes plutôt rectangulaires le long des flancs, tache sombre sous l'œil, rangées de papilles foncées au-dessus de la tête (Lamare et Pastor, 2017).

1-2-7-2- Comportement

Le gobie à joues poreuses fréquente les fonds de graviers et de sable, à proximité des herbiers, entre 3 et 30 m de profondeur. Le frai a lieu d'avril à juin (Lamare et Pastor, 2017).

1-2-8- Gobie noir, *Gobius niger*

1-2-8-1- Description

Première nageoire dorsale pointue chez l'adulte (2ème et 3ème rayons plus longs) très haute chez le mâle, coloration marbrée très variable, une ligne de points noirs souvent groupés par trois, superposés à une rangée de taches sombres, une tache sombre au début de la première nageoire dorsale (Bodilis, Le bris, *et al.*, 2018).

1-2-8-2- Comportement

Le gobie noir a une préférence pour les milieux saumâtres (estuaires, lagunes), mais observé également en milieu marin, posé sur le sable ou la vase, dans les herbiers de phanérogames ou sur les algues. Il devient mature aux alentours de deux ans et se reproduit de mars à septembre (Bodilis, Le bris, *et al.*, 2018).

1-2-9- Gobie paganel, *Gobius paganellus*

1-2-9-1- Description

Corps long, trapu, cylindrique, de coloration généralement brunâtre et marbrée, yeux gros et proéminents, lèvres épaisses, deux nageoires dorsales. La première est arrondie et à même hauteur que la seconde, bande jaune à orangée au sommet de la première nageoire dorsale (Matthias *et al.*, 2014).

1-2-9-2- Comportement

Le gobie paganel est une espèce vivant dans des eaux peu profondes (maximum -10 m). Il se rencontre de préférence sous les pierres et dans les touffes d'algues mais aussi sur fonds vaseux. Il est ainsi très fréquent de le trouver dans les flaques au bord de plages ainsi que parmi les rochers herbus, en zones de marées. Il affectionne également les endroits sombres tels que les anfractuosités et les roches. Il arrive qu'il soit rencontré encore dans les ports. Il parvient même à pénétrer temporairement des zones d'eaux saumâtres à douces, supportant donc des écarts de salinité importants. La période de reproduction de ce poisson s'étend de janvier à juin en Méditerranée. Après la ponte par la femelle

(plusieurs milliers d'œufs fusiformes fixés par un de leurs côtés) sous une anfractuosité de roche, dans la coquille d'un bivalve vide, un tube de polychète ou une tunique d'ascidie, le m le de couleur alors très sombre s'occupe de soigner et d'assurer la survie des œufs jusqu'à éclosion (environ une vingtaine de jours (Matthias *et al.*, 2014).

1-2-10- Gobie   rayures, *Gobius vittatus*

1-2-10-1- Description

Corps plus ou moins cylindrique de 6 cm maximum Large bande brun rougeâtre de la bouche à la queue, ventre blanc et dos blanc jaunâtre 2 nageoires dorsales (Le bris et Baus, 2014).

1-2-10-2- Comportement

On le trouve posé sur le sable, à proximité de la roche et du coralligène de 15   80 m de profondeur mais le plus souvent entre 20 et 40 m. Très craintif, à la moindre alerte, il se réfugie dans une anfractuosité.

La maturité sexuelle de *Gobius vittatus* est atteinte en moyenne vers 33 mm chez les femelles et 35 mm chez les mâles. Dès la première année, certains individus deviennent matures et au bout de 3 ans ils le sont tous. La reproduction va d'avril à juillet. Suivant leur âge, les femelles pondent de 500 à 3000 œufs qu'elles déposent dans une anfractuosité. Elles peuvent pondre plusieurs fois dans la saison. Les mâles vont alors féconder les œufs et rester sur place pour les aérer et les protéger (Le bris et Baus, 2014).

1-2-11- Gobie à grandes écailles, *Lesueurigobius friesii*

1-2-11-1- Description:

Coloration fauve marron claire avec nombreuses petites taches jaune d'or sur la nuque, le corps et la nageoire caudale. Atteint une taille de 10 cm (Patzner, 2017).

1-2-11-2- Comportement

Enfoui dans le sable vaseux et la boue, entre 10 et 130 m, souvent associé à la langoustine.

La reproduction à la fin du mai jusqu'à mois d'août, avec deux ou plusieurs pontes. Œufs dans des terriers, 1,8-1,9 x 0,9-1,0 mm. Sexuellement mature à 2 ans, 4-5 cm. Durée de vie: 11 ans (Lahreche, 2013).

1-2-12- Gobie de Lesueur, *Lesueurigobius suerii*

1-2-12-1- Description

Tête et corps marqués de lignes jaunes ou bleues, opercule marqué de 3 lignes jaunes, obliques, caudale en pointe de lance (Bodilis et Sylvie, 2015).

1-2-12-2- Comportement

C'est un poisson côtier mais les juvéniles peuvent vivre jusqu'à 230 m de profondeur. Dans les deux cas, ils vivent sur fonds sablonneux ou sur substrat dur. En Méditerranée, la reproduction a lieu en été et en automne. Les mâles s'occupent du nid et des œufs. Les larves se nourrissent de plancton en pleine eau (Bodilis et Sylvie, 2015).

1-2-13- Gobie de sanzo, *Lesueurigobius sanzi*

1-2-13-1- Description

Rayons de la première nageoire sont extrêmement allongés. La nuque écailleuse en série latérale (Patzner, 2017).

1-2-13-2- Comportement

Coloration Bandes diffuses jaune et brun foncé sur le corps. les femelles avec un pigment gris près de l'ouverture génitale. Fonds mous 40 - 100 m, sable boueux Leur longueur entre 8 - 11 cm (Patzner, 2017).

1-2-14- Gobie marbré, *Pomatoschistus marmoratus*.

1-2-14-1- Description

Nageoire caudale arrondie. Zone prédorsale nue, sein écaillé, porte des écailles sur la poitrine. Coloration Jaune blanchâtre; marbré; nombreux petits points marron. Points noirs le long de la ligne médiane. Les mâles ont 4 barres foncées, une tache sombre sur D1 et une poitrine foncée. Femelles à la poitrine claire et à la tache sombre sur le menton (Patzner, 2017).

1-2-14-2- Comportement

Saison de ponte: avril à juillet et août à septembre. Une femme a entre 307 et 1 226 œufs 0 x 0,6 mm. Habitat : 1 - 20 m. Fonds souples. Aussi dans l'eau saumâtre et les travaux de sel. Longueur : 5 - 7 cm (Patzner, 2017).

1-2-15- Gobie tacheté, *Pomatoschistus microps*

1-2-15-1- Description

Tête au profil abrupt au niveau des yeux, tache noire au niveau de l'aisselle de la pectorale. Museau plus court que le diamètre de l'œil, une tache noire ou bleue sur le bord arrière de la première dorsale des mâles (De Casamajor *et al.*, 2017).

1-2-15-2- Comportement

Espèce côtière caractéristique des zones à salinité variable, telles que les estuaires et les lagunes, et de la zone de balancement des marées. Le gobie tacheté supporte de faibles salinités et remonte très haut

en estuaire. Il fréquente les substrats meubles composés essentiellement de sables et de graviers, ainsi que les herbiers. Le gobie tacheté se reproduit en été, préférentiellement quand la température de l'eau est comprise entre 15 et 20°C. Plusieurs pontes, jusqu'à trois, sont possibles au cours de la saison de reproduction. Les œufs sont déposés sur le fond, sur des substrats durs, le mâle garde les œufs pendant la période d'incubation dont la durée fluctue suivant la température de l'eau, une dizaine de jours en moyenne (De casamajor *et al.*, 2017).

1-2-16- Gobie à buhotte, *Pomatoschistus minutus*

1-2-16-1- Description

Tache noire ou bleue sur le bord arrière de la première dorsale, tête au profil aplati au niveau des yeux, marque triangulaire sombre sur le pédoncule caudal (De casamajor *et al.*, 2018).

1-2-16-2- Comportement

Cette espèce littorale est abondante jusqu'à une vingtaine de mètres de profondeur, elle vit sur les substrats sablo-vaseux. Les jeunes fréquentent les zones à salinité variable ; mais plutôt à affinité marine, cette espèce se concentre dans les zones aval des estuaires.

A faible profondeur, *Pomatoschistus minutus* se reproduit sur une longue période, dès la fin de l'hiver jusqu'en été. Il semble qu'il y ait deux pontes au cours de la saison : une en fin d'hiver, l'autre en fin d'été. Les œufs sont déposés sur un substrat dur, des coquilles de bivalves ou des galets par exemple. Le mâle garde les œufs pendant la période d'incubation. La maturité sexuelle est atteinte entre 7 mois et 1 an, à une taille comprise entre 4 et 5 cm

(De casamajor *et al.*, 2018).

1-2-17- Gobie zébré, *Zebrus zebrus*

1-2-17-1- Description

Bandeau clair sur la nuque, stries verticales claires sur le corps, bande noire à la base de la nageoire pectorale, coloration très variable, beige à brun sombre (Bodilis et Le bris, 2018).

1-2-17-2- Comportement

Zebrus zebrus vit de la surface jusqu'à une dizaine de mètres de profondeur. Il est cependant plus abondant dans les 5 premiers mètres. C'est une espèce cryptique, qui vit dans les zones rocheuses, notamment les zones superficielles riches en algues, dans des anfractuosités ou sous les pierres. Les juvéniles sont quelquefois associés avec les oursins.

La saison de reproduction a lieu de juin à juillet voire d'avril à novembre. Le frai a lieu probablement plus d'une fois par an. Les œufs ont été observés sous des algues rouges, telles que *Gracilaria* sp. L'éclosion a lieu au bout de 7 jours (Bodilis et Le bris, 2018).

1-2-18- Gobie-lote, *Zosterisessor ophiocephalus*

1-2-18-1- Description

Corps cylindrique atteignant 25 cm, marques verticales noires sur les flancs, zone horizontale blanche sur le haut du dos, tache noire oblique sous les yeux, vit dans estuaires et lagunes (Bodilis et Le bris, 2013).

1-2-18-2- Comportement

Le gobie-lote se rencontre dans les herbiers des zones sablo-vaseuses des estuaires et lagunes côtières de la surface jusqu'à une dizaine de mètres de profondeur, mais généralement dans les 4-5 premiers mètres. Il est également présent dans quelques lacs d'eau douce, notamment en Bulgarie (lac Burgas, lac Varna).

2- Les Otolithes

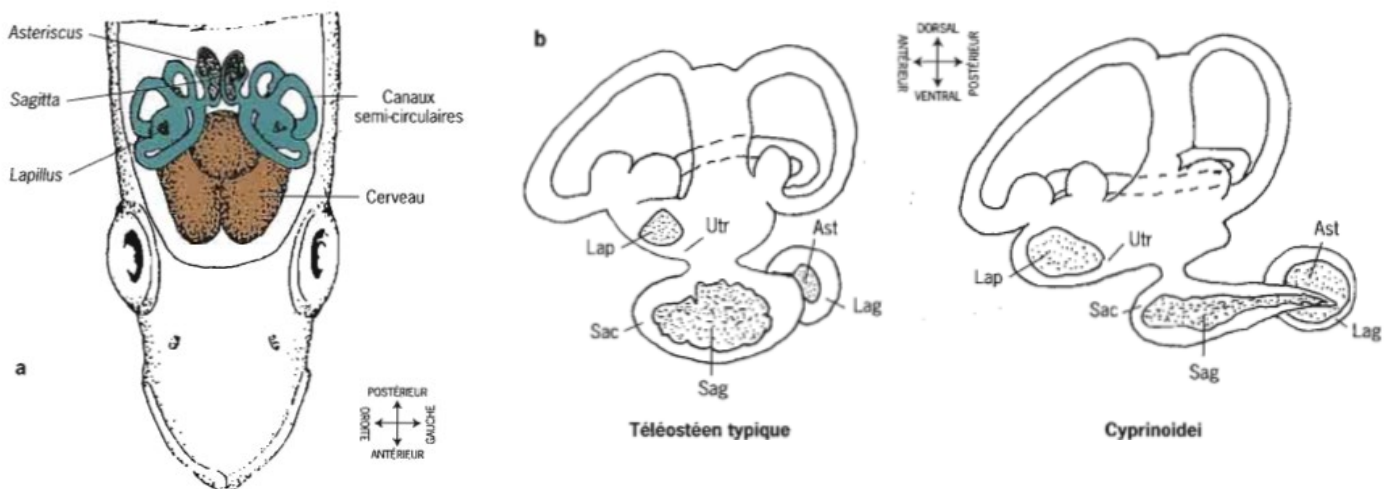


Figure 2 : Position des otolithes à l'intérieur de l'oreille interne des poissons Téléostéens (Panfili *et al.*, 2002).

a) Vue dorsale de l'appareil vestibulaire chez une espèce de Téléostéen typique. La partie supérieure du crâne a été enlevée (en section frontale). b) Otolithes à l'intérieur du système du labyrinthe chez un poisson Téléostéen typique et chez un Ostariophyse.

Ast = *asteriscus*; Lag = *lagena* (vestibule); Lap = *lapillus*; Sac = *sacculus* (vestibule); Sag = *sagitta*; Utr = *utricle* (vestibule).

L'oreille interne, qui existe chez tous les Vertébrés Gnathostomes, fonctionne à la fois comme un système auditif qui détecte les ondes sonores et comme un système vestibulaire qui détecte les accélérations linéaires et angulaires, permettant aux organismes de maintenir leur équilibre. Chez les poissons, l'oreille interne est une structure paire noyée dans le crâne, de chaque côté de la tête, près de l'encéphale moyen. Chaque oreille est un ensemble complexe de canaux et de sacs remplis

d'endolymphe, un liquide aux propriétés de viscosité spéciales. L'anatomie de ces labyrinthes et la structure des mécanorécepteurs labyrinthiques sont connues chez de nombreuses espèces de poissons. Il y a trois sacs otiques par oreille, chacun contenant une structure calcaire, les trois sacs otiques sont le *sacculus* (sacculle), *l'utricle* (utricule) et la *lagena*, qui contiennent respectivement la *sagitta*, le *lapillus* et *l'asteriscus* (**Fig. 2**).

Les différences morphologiques des otolithes rendent à refléter leur phylogénie et leur développement, bien qu'il y'ait une variation considérable inter- et intra-spécifique. Des différences interspécifiques de la forme apparaissent être dues à des influences génétiques et environnementales. A cause de leur variation morphologique interspécifique, les otolithes se sont avérés utiles en taxonomie, permettant, par exemple, l'étude de la ration alimentaire à partir de contenus stomacaux partiellement digérés. De même, les otolithes issus de sites archéologiques et paléontologiques permettent-ils de reconstruire les paléo-environnements et les paléo faunes. La morphométrie des otolithes a aussi été utilisée pour l'identification et l'étude des variations géographiques des populations et des stocks de poissons (Panfili *et al.*, 2002).

3- Présentation de la zone d'étude

La côte algérienne s'étend de Marsat Ben M'Hidi à l'Ouest au Cap Roux à l'Est sur **1200 km**, elle est de direction générale SO-NE (Grimes, 2010).

Cherchell est une ville côtière de la mer Méditerranée, située à environ 100 km à l'ouest d'Alger. à 20 km à l'ouest de Tipaza et à 128 km à l'est de Ténés (**fig 3**).

La ville est délimitée par le Sud de Manar et Sidi Samian, à l'Ouest par Sidi Ghilas et Wad El Hammam, à l'Est par Sidi Omar et Nador (*APC de Cherchell*, 2019).



Figure 3 : Carte montrant la situation géographique de la zone d'étude.

Chapitre II :

Matériel et méthodes

Chapitre II : Matériel et méthodes

1- Zone de prélèvement

Le prélèvement des échantillons a été effectué à la plage du Cap Rouge et au Port de pêche à la ville de Cherchell qui se situe à l'Ouest de la wilaya de Tipaza (Fig. 4).

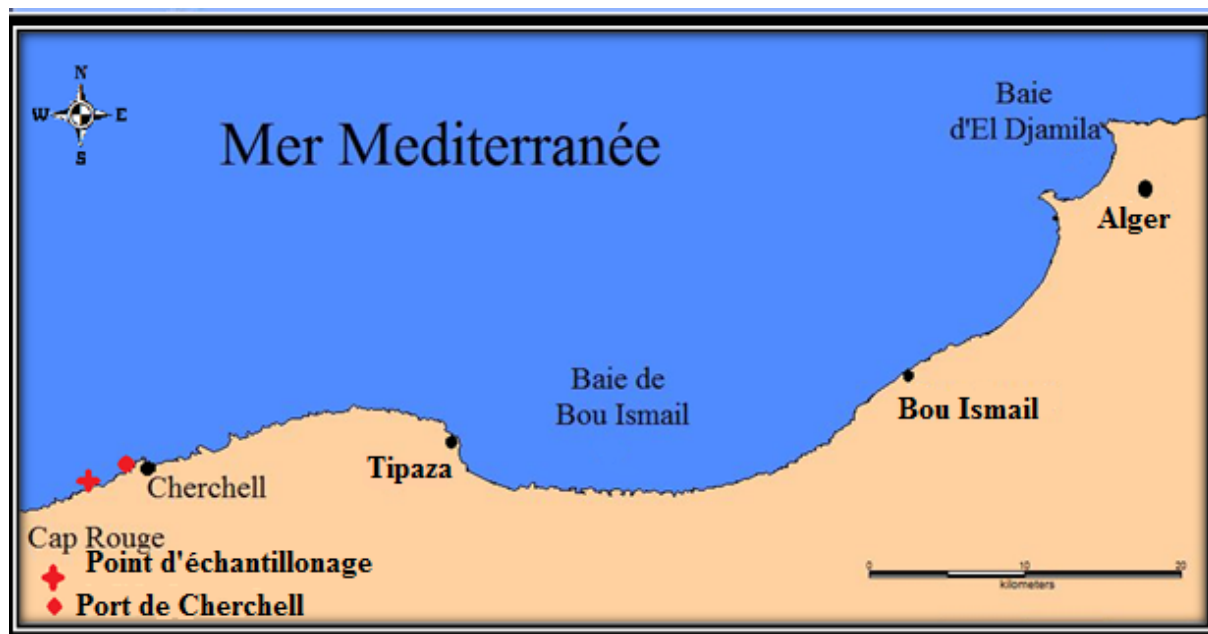


Figure 4 : Carte représentant la zone de prélèvement des échantillons à Cherchell, W. Tipaza.

2- Méthode de pêche

Les prélèvements ont été effectués à la plage du Cap Rouge à Cherchell (22 individus) et au port de Cherchell (35 individus). Les pêches ont été faites pendant le mois d'Avril 2019 et ont été réalisées à l'aide de lignes de pêche avec des hameçons de tailles variables (MIS. 6 et MIS. 8). La profondeur maximale atteinte était de 3 m. Les individus que nous avons pêchés ont été gardés vivants sur terrain dans un seau rempli d'eau de mer aérée à l'aide d'un diffuseur d'air portatif. Ils ont ensuite été transférés dans un aquarium pour les maintenir en vie ce qui facilite l'identification parce qu'après la mort des poissons les couleurs se ternissent.

3- Traitement des échantillons

Le traitement des individus collectés a été fait en effectuant des mensurations à l'aide d'un ichtyomètre au mm près, et pesés à l'aide d'une balance électronique de précision 0,01 g. Les différentes données enregistrées sont les suivantes, et sont illustrées dans la **figure 5** :

- L_T : longueur totale.
- $L_{tête}$: longueur de la tête.
- L_{D1} : longueur jusqu'à l'origine du premier rayon de la première nageoire dorsale.
- L_{D2} : longueur jusqu'à l'origine du premier rayon de la deuxième nageoire dorsale.

- L_A : longueur jusqu'à l'origine du premier rayon de la nageoire anale.
- P : poids d'individu en (g)

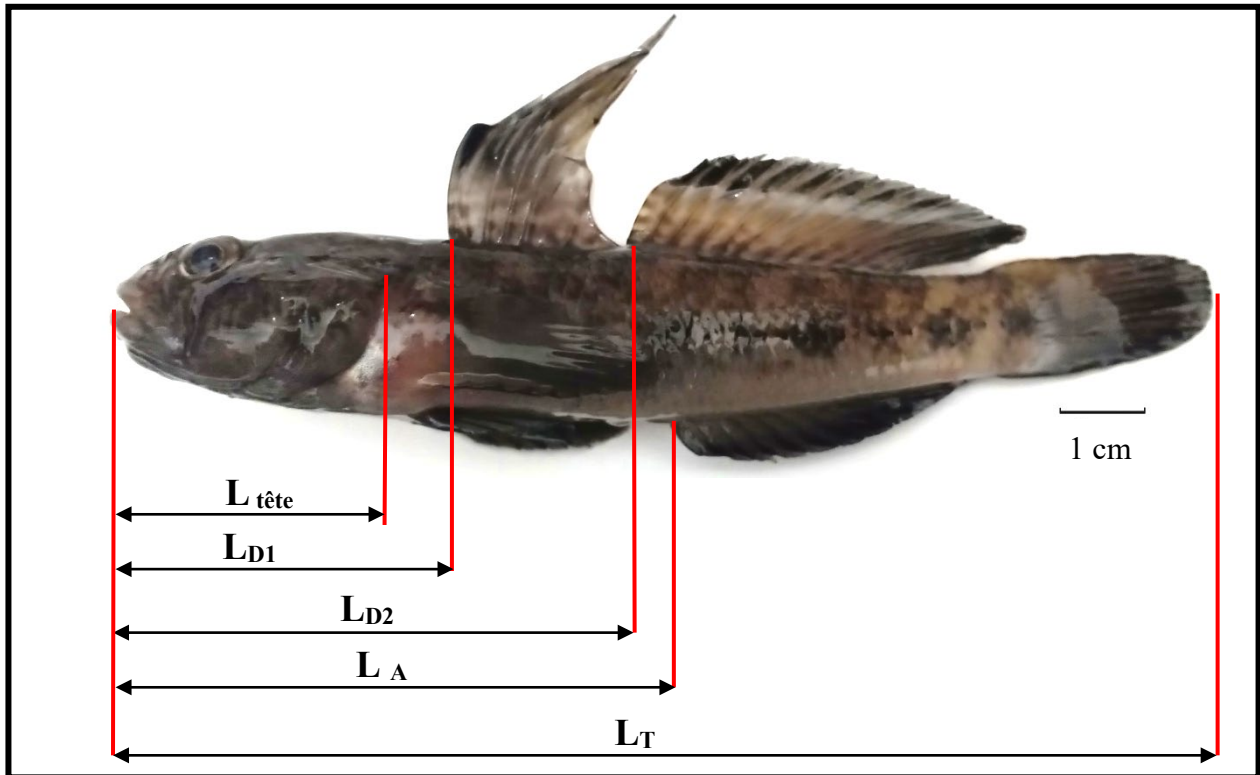


Figure 5 : Différentes mensurations effectuées (originale).

Le sexe a été également identifié en observant la papille ano-uro-génitale des gobies qui montre un visible dimorphisme sexuel (Fig. 6).

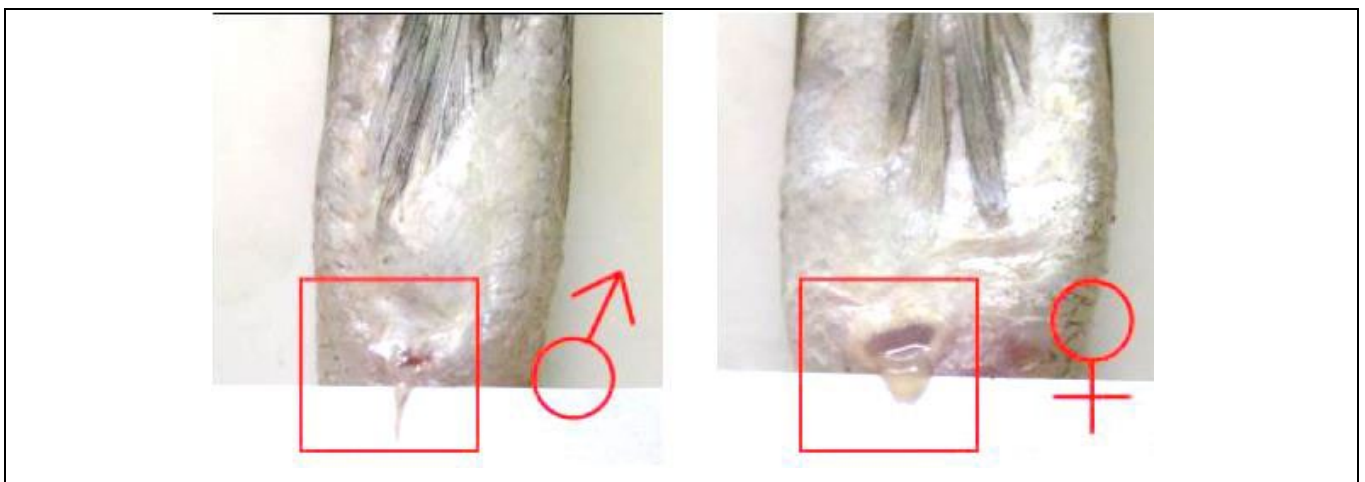


Figure 6 : Dimorphisme sexuel chez les Gobiidae (Chemi, 2014).

Après identification et pour servir à l'analyse discriminatoire des différentes espèces échantillonnées, les otolithes *sagittae* de tous les individus capturés ont été prélevés à l'aide de pinces fines à partir d'une section frontale de la tête. Les otolithes ont été ensuite rincés avec de l'eau et conservés à sec

dans des micro-tubes de type Eppendorf® soigneusement étiquetés. Sur l'ensemble des spécimens échantillonnés, nous avons conservé 111 otolithes (droits et gauches).

L'otolithe est placé à plat (face convexe dirigés vers l'observateur) sur un fond noir, puis photographiés à l'aide d'une caméra digitale spécialement conçue pour les pièces de petite taille, connue aussi sous le nom de loupe électronique. Il faut veiller à ce que le contour des pièces soit bien visible à la prise de photo en choisissant le meilleur niveau d'éclairage (Fig. 7).

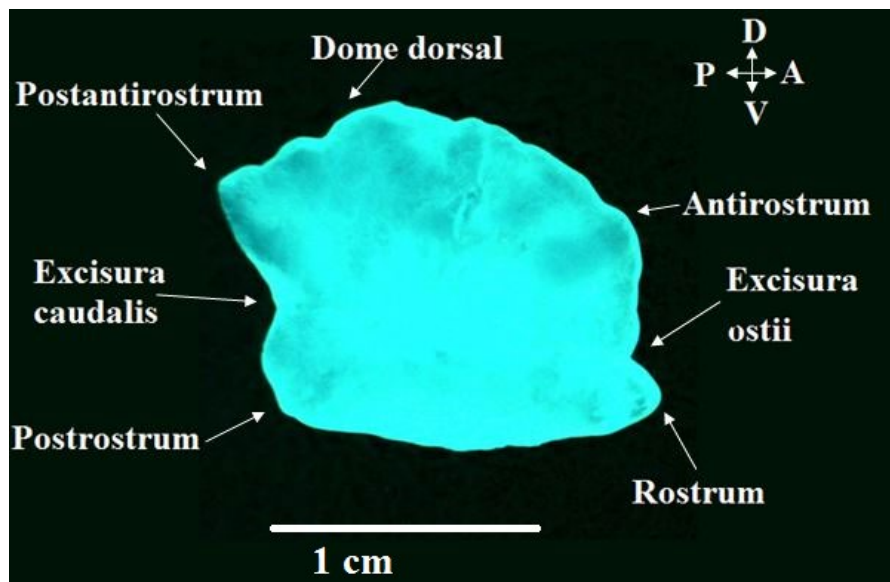


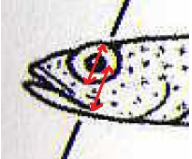
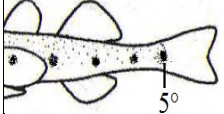
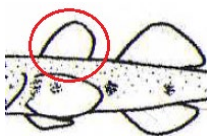
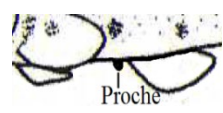


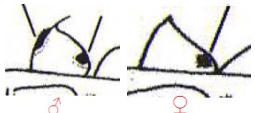



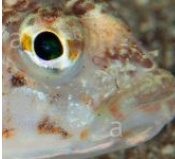



Figure 7 : Image indiquant les principaux caractères du pourtour et de la face interne de l'otolithe de *Gobius niger* (originale).


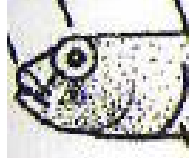







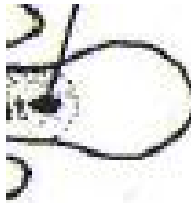

A : Antérieur ; D : Dorsale ; P : postérieure ; V : Ventrals

4- Identification des échantillons

L'identification a été effectuée sur des individus vivants et ensuite anesthésiés au 2-phénoxyéthanol (1:200, 2-phénoxyéthanol – eau de mer). Le tableau synthétique suivant (**Tab. 1**) résumant différentes clés d'identification des espèces signalées en Algérie nous a servi à l'identification (Dieuzeide *et al.*, 1955 ; I.S.T.P.M., 1982 ; Fischer *et al.*, 1987 ; Lahreche, 2013 ; Patzner, 2017 ; Froese et Pauly, 2019) :

Tableau 1 : Clé d'identification des principales espèces de Gobiidae en Algérie.

Espèce	Tête	Yeux	Corps	Taches	Nageoire dorsale	Nageoire anale	Nageoire pectorale	Nageoire caudale	Ventouse
<i>Deltentosteus collonianus</i>	Effilée, petits points noirs, nuque écaillée 	Gros	Translucide laissant apparaître des taches rouges à l'intérieur.	5 noires 	ronde 	Anus proche de l'anale 	-	-	-
<i>Deltentosteus quadrimaculatus</i>	nuque écaillée 	-	Elancé, beige	4 taches noires 	Forme allongée et pointue 	anus loin 	-	-	-
<i>Gobius buchichi</i>	« V » sur la tête 	-	Nombreux points, taches plus grandes sur la ligne latérale	-	-	Allongée	Tache noire à l'aisselle	-	-
<i>Gobius cruentatus</i>	Lèvres rouges	-	Sombre, grande taches noires, nuque écaillée	-	-	-	Filaments	-	-
<i>Gobius cobitis</i>	Grosse, lèvres grosses et joues nues	Petits relativement	Couleurs changeante, nuque écaillée	-	1 ^e plus courte	-	Grandes et ronde avec rayons libres	-	-
<i>Gobius geniporus</i>	Papilles foncées  Tache Nuque écaillée Joue nue	Reflet verts chez les juvéniles 	Beige à brun nu	rectangulaires	-	-	Rayon libre peu développés	-	Lobe réduit ou absent
<i>Gobius niger</i>	Nuque écaillée Joue nues	-	Couleur Variable (marbré) 	-	Pointue très haute Chez les males pas toujours 	-	-	-	Disc arrondi ou large
<i>Gobius paganellus</i>	Lèvres grosse Nuque écaillée Joue parfois écaillée en haut à l'arrière	Gros Souvent barre blanche dessous	Brun marbré	-	Bande jaune bordant la première  Hauteurs de la 1 ^e = hauteur de 2 ^e	-	Touffe de rayon bien développée qui atteint la première dorsale	-	Arrondi avec parfois petits lobes

Espèce	Tête	Yeux	Corps	Taches	Nageoire dorsale	Nageoire anale	Nageoire pectorale	Nageoire caudale	Ventouse
<i>Gobius vittatus</i>	-	-	Ligne noir brune 	-	-	-	-	-	-
<i>Pomatoschistus microps</i>	Barre sombre Nuque nue et isthme nu  Bouche plus longue que l'œil Bas orange	-	Male reproducteur 	-	Tache noir ou bleu chez mâle reproducteur	Grand ventre	Tache noire à l'aisselle M  F 	triangle	Lobe cranulé
<i>Pomatoschistus minutus</i>	Œil plus long que bouche Nuque écailleuse	-	Buste non pigmenté	-	Chez mâle et femelle  bordée de blanc	-	-	-	-
<i>Zebrus zebrus</i>	Tête aplatie	-	 Bandeau sur la nuque  Stries verticaux sur le corps	-	Bande blanche au milieu des dorsales	-	Bande sombre à l'aisselle Rayons libres	-	-
<i>Zosterisessor ophiocephalus</i>	Barre oblique  Dessin réticulé Plus haute que large Tête et nuque écailleuse Joues et ouïes nues	Papille en forme de larme	Zone blanche Ventre couvert Corps sans écaille	Point noir 	Rayon long chez les males Taches brunes	-	Rayon libre Peu développé Tache à l'aisselle 	-	-

5- Analyse discriminatoire

5-1- Rapports de longueur

Des rapports ont été calculés pour caractériser les différentes espèces échantillonnées et ils ont été effectués en divisant les différentes longueurs enregistrés ($L_{\text{tête}}$, L_A , L_{D2} , L_{D1} et P) sur la taille totale (L_T) pour chacun des poissons.

5-2- forme des otolithes

Pour l'analyse de la forme des otolithes, deux méthodes morphométriques principales sont utilisées: l'analyse des points de repère et l'analyse des contours. Grâce à l'analyse des contours, il est possible de quantifier les formes de contour afin d'évaluer les modèles de variation de forme au sein des groupes et entre ceux-ci en fonction d'un grand nombre de variables indépendante. L'avantage d'utiliser de telles méthodes pour l'identification des espèces est qu'elles sont rentables et ne nécessitent que des images d'otolithes à partir desquelles les contours peuvent être extraits et analysés à l'aide d'un logiciel statistique (L. Libungan et Pálsson, 2015)

5-2-1- ShapeR

ShapeR (L. A. Libungan et Pálsson, 2015) est package fonctionnant sur la plate-forme R (The R Foundation, 2019) et spécialement conçu pour étudier les variations de forme des otolithes parmi les populations et espèce de poissons. Le logiciel permet d'extraire automatiquement les contours fermés d'un grand nombre d'images, de lisser pour éliminer le bruit de pixel, d'effectuer une transformation de Fourier ou de Wavelet sur les contours et de visualiser les contours. Forme moyenne (L. Libungan et Pálsson, 2015).

Dans la présente étude, nous avons effectué deux analyses canoniques des coordonnées principales en utilisant les coefficients de Wavelet en une première application et les coefficients de Fourier en une deuxième. Les résultats jumelés des deux analyses nous ont permis d'émettre des conclusions sur la différence de forme des otolithes des espèces échantillonnées.

Descripteurs de forme et de distance (L, W, A, P)

Les Descripteurs de forme sont calculés à partir des descripteurs de distance combinés de manières différentes (**Tab. 2**) (Ladroit *et al.*, 2017).

Ces Descripteurs donnent des informations sur la similarité des différentes caractéristiques du cercle parfait, décrivent les variations de la longueur et de la largeur par rapport à l'aire et indiquent les changements dans l'axe proportionnels.

Tableau 2 : Descripteurs de forme calculés pour chaque otolithe à partir des descripteurs de distance.

Descripteurs de distance	Descripteurs de forme
Surface de l'otolithe (S)	Circularité (Cir) = P/A^2
Périmètre de l'otolithe (P)	Rectangularité (Rec) = $A/(OL \times OW)$
Longueur de l'otolithe (Lo)	Facteur de forme (FF) = $(4\pi A)/P^2$
Largeur de l'otolithe (La)	Rondeur (Rnd) = $(4A)/(\pi OL^2)$
	Ellipticité (Ell) = $(OL - OW)/(OL + OW)$
	Rapport d'aspect (AR) = OL/OW

(Lo) La longueur c'est la distance la plus long dans l'otolithe, (La) la largeur : c'est la distance la plus courte de l'otolithe, Son périmètre (P) et sa superficie ou aire (S) appelés descripteurs de distance.

Le script d'application pour l'extraction des contours, le calcul descripteurs et des coefficients de Wavelet et de Fourier est donné dans ce qui suit :

```
# Pour commencer l'application, il faut d'abord installer le package concerné
et installer aussi tout les packages dépendant en utilisant la commande
"install.packages()" en mettant le nom du package entre les ().

install.packages("shapeR")           # ce package utilise des commandes des
packages suivants qu'il faut installer également :  gplots, jpeg, pixmap and
wavethresh, ipred

# S'installe automatiquement avec shapeR : install.packages("gplots")
# S'installe automatiquement avec shapeR : install.packages("jpeg")
# S'installe automatiquement avec shapeR : install.packages("pixmap")
# S'installe automatiquement avec shapeR : install.packages("wavethresh")

# Pour réaliser l'application de l'analyse de forme des otolithes en utilisant
le package "ShapeR", on doit créer un dossier se nommant "ShapeAnalysis" et à
l'intérieur ce dernier créer un autre dossier au nom "Original" et y créer des
dossiers au nombre des populations que l'on a si l'on compare des populations
appartenant à une seule espèce ou au nombre d'espèces à comparer. Les noms des
dossiers doivent être composés de deux lettres en majuscule codifiant l'aire
de la population ou l'espèce. A l'intérieur de chaque dossier doivent figurer
les photos des otolithes à analyser qu'il faut nommer suivant le modèle
"101_1; 101_2; 102_1...". Une copie du dossier "Original" se nommant "Fixed"
est à mettre aussi dans le même dossier racine. On rajoute également le
fichier de données qu'on nomme "FISH.csv", contenant les métadonnées des
otolithes. Modèle du fichier à suivre sur ce lien :
https://github.com/lisalibungan/shapeR/blob/master/ShapeAnalysis/FISH.csv

# Deux colonnes sont obligatoires dans ce fichier : "folder", nom du dossier
```


contenant l'otolithe' et "picname", nom de la photo de l'otolithe. La colonne "length_cm", longueur du poisson, est nécessaire pour pouvoir éliminer l'effet de la croissance allométrique sur la forme de l'otolithe. La colonne "cal" est nécessaire pour pouvoir extraire les données sur le périmètre, la hauteur, la largeur et la surface de l'otolithe.

Davantage d'explication sur la procédure et les différentes commandes du package sont disponible sur les liens suivants :

<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0121102>

<https://cran.r-project.org/web/packages/shapeR/shapeR.pdf>

On doit définir le dossier de travail, mais avant il faut vérifier le dossier actif par la commande suivante :

```
getwd()
```

Si le dossier de travail n'est pas au bon endroit, on le définit en utilisant la commande suivante :

```
setwd("C:/ShapeAnalysis") # "C:/ShapeAnalysis" étant l'emplacement  
supposé du dossier de l'application.
```

Tout est prêt, on peut commencer l'application en chargeant d'abord le package :

```
library(shapeR)
```

Lire le fichier de données :

```
shape = shapeR("C:/ShapeAnalysis", "FISH.csv")
```

Détection des contours :

```
shape = detect.outline(shape, threshold = 0.2, write.outline.w.org = TRUE) #  
la valeur du seuil de détection "threshold" peut être modifiée si le contour  
de l'otolithe est mal détecté.
```

Vérifier si la détection des contours a été réalisée sans problème en examinant visuellement les images générées dans le dossier "Original_with_outline". Si le contour d'un otolithe est mal détecté, le seuil doit être changé ou bien l'image doit être traitée en corrigeant le problème causant la mauvaise détection du contour.

Si un ou plusieurs contours sont mal détectés, ils doivent être éliminés via la commande :

```
shape = remove.outline(shape, "folder", "picname") # remplacer 'folder'  
et 'picname' par leurs valeurs respectives
```

```

# Relancer la détection des contours
shape = detect.outline(shape, threshold = 0.2, write.outline.w.org = TRUE)
# seuls le/les contour(s) éliminées seront redéctés.

# On peut afficher un contour bien précis pour examination visuelle après
redétection avec la commande :
show.original.with.outline(shape, "folder", "picname")

# On peut lisser les contours pour de meilleures analyses de Fourier et
Wavelet avec la commande :
shape = smoothout(shape, n = 100)

# On peut visualiser les deux contours, lissé et avant lissage sur un même
otolithe par la série de commandes suivantes :
outline.org=shapeoutline.list.org[["folder"]][["picname"]] # remplacer
'folder' et 'picname' par leurs valeurs resepectives
outline=shapeoutline.list[["folder"]][["picname"]] # remplacer
'folder' et 'picname' par leurs valeurs respectives
plot(outline.org$X, outline.org$Y, type='l', xlab="", ylab="", lwd=2, axes=F)
lines(outline$X, outline$Y, col="red", lwd=2)
legend("bottomleft", c('Original', 'Smoothed'), lty=1, col=c('black', 'red'), lwd=2)

# Extraire les coefficients de forme de Fourier et de Wavelet
shape = generateShapeCoefficients(shape)

# Connecter les métadonnées des otolithes avec les données de contours :
shape = enrich.master.list(shape)

# Enregistrer le fichier enrichi :
save(shape, file = "NomChoisi.RData") # Choisir un nom adapté au fichier.

# Extraire les descripteurs de distances des otolithes (longueur et largeur de
Féret, périmètre et surface)
FeretLWPA = getMeasurements(shape)

# Exporter le tableau produit :
write.csv(FeretLWPA, file = "FeretLWPA.csv")

# Calculer les moyennes de chacun des descripteurs pour chacune des
populations/espèces et les exporter en des fichiers :
SpArea = tapply(getMeasurements(shape)$otolith.area, getMasterlist(shape)$pop,

```

```

mean)
SpLength = tapply(getMeasurements(shape)$otolith.length,
getMasterlist(shape)$pop, mean)
SpWidth = tapply(getMeasurements(shape)$otolith.width,
getMasterlist(shape)$pop, mean)
SpPerimeter = tapply(getMeasurements(shape)$otolith.perimeter,
getMasterlist(shape)$pop, mean)
write.csv(SpArea, file = "SpArea.csv")
write.csv(SpLength, file = "SpLength.csv")
write.csv(SpWidth, file = "SpWidth.csv")
write.csv(SpPerimeter, file = "SpPerimeter.csv")

# Forme moyenne des otolithes par les coeficients de Wavelet :
plotWaveletShape(shape, "pop", show.angle = TRUE, lwd = 2, lty = 1)
# penser à enregistrer l'image générée

# Forme moyenne des otolithes par les coeficients de Fourier :
plotFourierShape(shape, "pop", show.angle = TRUE, lwd = 2, lty = 1)
# penser à enregistrer l'image générée

# Standardisation des coefficients de Wavelet et de Fourier pour éliminer
l'effet de la croissance allométrique en supprimant les coefficients montrant
une interaction entre la population/espèce et la longueur du poisson :
shape = stdCoefs(shape, classes = "pop", "length_cm", bonferroni = FALSE)

# Actualiser le fichier en l'enregistrant de nouveau :
save(shape, file = "NomChoisi.RData")      # Ne pas oublier de remplacer le nom.

# Evaluer la qualité de reconstruction des contours par les coefficients de
Fourier ou de Wavelet en visualisant les graphes :
est.list = estimate.outline.reconstruction(shape)

outline.reconstruction.plot(est.list, max.num.harmonics = 15)      #
penser à enregistrer l'image générée

# Voir à quel angle réside la variabilité de Wavelet :
plotWavelet(shape, level = 5, class.name = "pop", useStdcoef = TRUE)      #
penser à enregistrer l'image générée

# Cette figure est fort intéressante car elle montre où réside la différence
de forme entre les différentes populations/espèces, est-ce que la forme
diffère au niveau du rostre ou l'anti-rostre ...etc.

```

5-2-2 Analyse Canonique en Coordonnées Principales (CAP) :

Pour discriminer les différentes espèces en se basant sur la forme des otolithes, nous avons appliqué une Analyse Canonique en Coordonnée Principales (CAP).

La première description de cette méthode a été donnée par Anderson et Willis (2003). Nous reportons dans ce qui suit résumé de la description de cette méthode repris de Sadat (2017) :

« Contrairement aux ordinations simples effectuées sur un seul tableau (ACP, AFC, ACoP, NMDS), les ordinations sous contrainte utilisent deux (ou plusieurs) tableaux de données, dont l'un est considéré comme une réponse multivariée dépendante de variables explicatives contenues dans les autres tableaux. Ce sont des extensions de la régression linéaire multiple à une réponse multivariée.

L'ordination est supervisée de manière à contraindre les x premiers axes à exprimer des combinaisons linéaires des variables explicatives (régions) disponibles sur les mêmes n objets. On distingue donc deux types d'axes d'ordination : les axes contraints ou axes canoniques et les axes non contraints dont les valeurs propres expriment la variation résiduelle non expliquée par les variables explicatives utilisées dans le modèle de régression multiple

Les ordinations sous contrainte RDA (analyse canonique de redondance), CCA (analyse canonique des correspondances) et CAP (analyse canonique en coordonnées principales) sont dérivées respectivement de l'ACP (Analyse en composantes principales), de l'AFC (Analyse Factorielle des correspondances) et de l'ACP (analyse en coordonnées principales), dont elles héritent des assomptions et des règles d'interprétation.

L'analyse canonique en coordonnées principales (CAP) est une autre alternative à la CCA (analyse canonique des correspondances), qui peut être présentée comme une analyse en coordonnées principales sous contrainte. L'avantage de cette méthode est qu'elle permet de choisir une mesure d'association autre que la distance euclidienne (cas de la RDA) ou la distance du Chi deux (cas de la CCA). »

L'analyse a été appliquée deux fois comme décrit en chapitre 2. Le package vegan (Oksanen *et al.*, 2019) a été utilisé pour effectuer l'analyse sous le logiciel R (The R Foundation, 2019).

Le script d'application est donné dans ce qui suit :

```
# Analyse de la variabilité de forme des otolithes entre les
populations/espèces par Analyse Canonique en Coordonnées Principale :

# 1. Par les coefficients de Wavelet
library(vegan) # permettant de faire l'Analyse Canonique.
cap.res = capscale(getStdWavelet(shape) ~ getMasterlist(shape)$pop) #
le nombre de spécimens doit être plus grand que le nombre de coefficients.
```

```

# Une ANOVA peut être effectuée pour évaluer la variabilité entre les
différentes populations/espèces :
anova(cap.res, by = "terms", step = 1000) # Relever la significativité
de différence.

# Afficher les tableaux de la CAP
summary(cap.res) # Coller sur un tableur externe pour en extraire
les données.

# Tracer la CAP à 2D avec les deux premiers axes :
eig = eigenvals(cap.res, model = c("constrained"))

eig.ratio = eig/sum(eig)

cluster.plot(scores(cap.res)$sites[,1:2], getMasterlist(shape)$pop,

xlim = range(scores(cap.res)$sites[,1]),

ylim = range(scores(cap.res)$sites[,2]),

xlab = paste("CAP1 (", round(eig.ratio[1]*100,1), "%)", sep = ""),

ylab = paste("CAP2 (", round(eig.ratio[2]*100,1), "%)", sep = ""), plotCI =
TRUE, conf.level = 0.95, las = 1) # penser à
enregistrer l'image générée

# 2. Par les coefficients de Fourier :
cap.res = capscale(getStdFourier(shape) ~ getMasterlist(shape)$pop) #
le nombre de spécimens doit être plus grand que le nombre de coefficients.

# ANOVA pour évaluer la variabilité entre les différentes
populations/espèces :
anova(cap.res, by = "terms", step = 1000) # Relever la significativité
de différence.

# Afficher les tableaux de la CAP
summary(cap.res) # Coller sur un tableur externe pour en extraire
les données.

# Tracer la CAP à 2D avec les deux premiers axes :
eig = eigenvals(cap.res, model = c("constrained"))

```

```
eig.ratio = eig/sum(eig)

cluster.plot(scores(cap.res)$sites[,1:2],getMasterlist(shape)$pop,

xlim = range(scores(cap.res)$sites[,1]),

ylim = range(scores(cap.res)$sites[,2]),

xlab = paste("CAP1 (",round(eig.ratio[1]*100,1),"%)", sep = ""),

ylab = paste("CAP2 (",round(eig.ratio[2]*100,1),"%)", sep = ""), plotCI =
TRUE,conf.level = 0.95,las = 1) # penser à
enregistrer l'image générée

# Il est à noter que cette analyse a été faite sur des contours lissés et
des coefficients standardisés.
```

Chapitre III :

Résultats et discussion

Chapitre III : Résultats et discussion

1- Inventaire des Gobiidae du Cap Rouge

Les individus qu'on a pêchés sont de taille moyenne, leur longueur totale varient d'un individu à un autre. Nous avons pêché 22 individus à la plage du Cap Rouge à Cherchell. 14,9 cm était la taille maximale des individus capturés (*Gobius cobitis*), 6,6 cm la taille minimale (*Gobius cobitis*). L'espèce la plus fréquente était *Gobius cobitis* pour laquelle nous avons capturé 9 individus. Le tableau suivant donne le détail de la capture (**Tab. 3**).

Tableau 3 : Tableau représentant les espèces capturées et leurs tailles.

Espèce	Effectif	Taille Max (cm)	Taille Min (cm)	Taille Moy (cm)
<i>Gobius bucchichi</i>	3	9	7	7,9
<i>Gobius cobitis</i>	9	14,9	6,6	9,57
<i>Gobius geniporus</i>	3	9,6	8,3	9
<i>Zosterisessor ophiocephalus</i>	1	-	-	11
<i>Gobius paganellus</i>	6	10,7	7,7	9,4

Le nombre total d'espèces inventoriées était de 5 (**Fig. 8 et 9**) sur les 18 espèces déjà signalées en Algérie. Ceci serait dû à la profondeur échantillonnée à la plage qui ne dépasse pas 3 m, et le mode de pêche (ligne et hameçons) qui est très sélectif éliminant les individus de très petite taille.

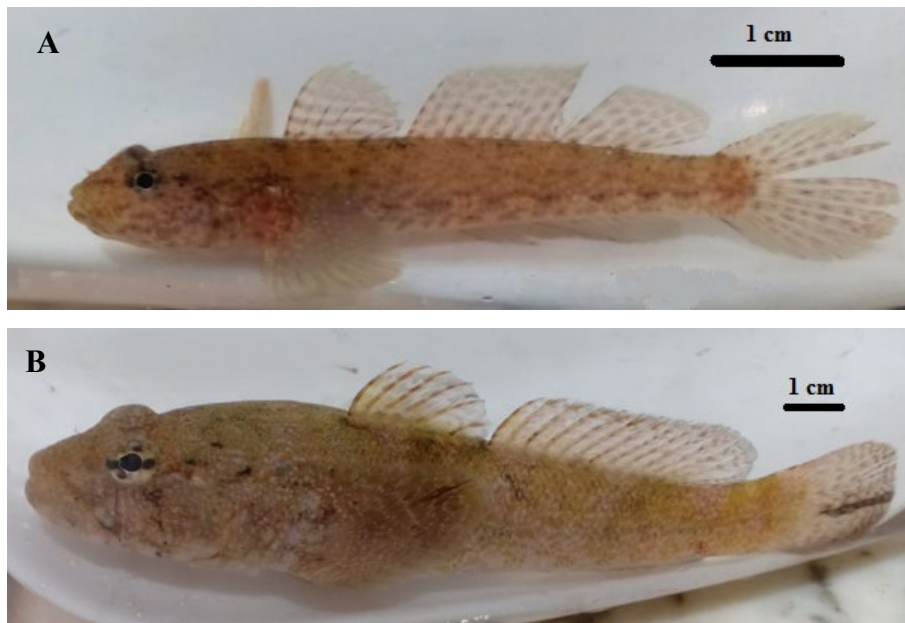


Figure 8 : Espèces inventoriées (originale).

A : *Gobius cobitis* ; B : *Gobius geniporus*.

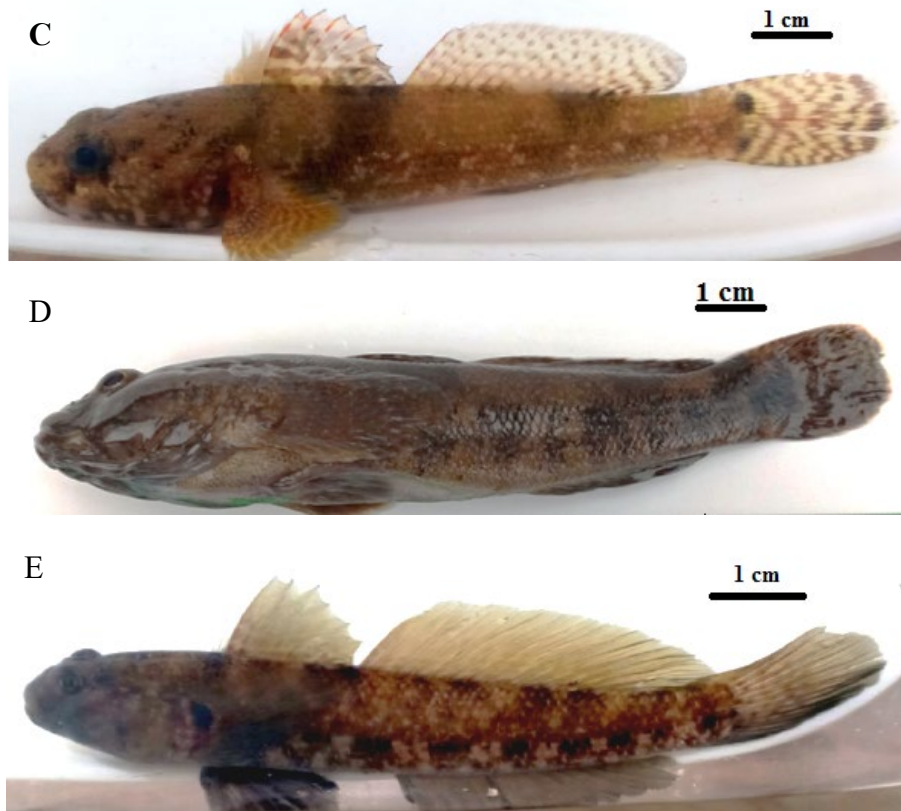


Figure 9 : Espèces inventoriées (originale).

C : *Gobioides paganellus* ; D : *Gobioides bucchichi* ;

E : *Zosterisessor ophiocephalus*

2- Analyse discriminatoire

On rappelle que l'analyse discriminatoire a été effectuée sur un nombre total de 57 individus pêchés au cap Rouge et au port de Cherchell. Les individus appartenaient aux espèces : *Gobioides bucchichi*, *G. cobitis*, *G. geniporus*, *G. niger* (Fig. 10), *G. paganellus* et *Zosterisessor ophiocephalus*.



Figure 10 : Le gobie noir, *Gobioides niger* (originale).

2-1- Rapports de longueur

D'après les résultats des rapports de longueur (Tab. 4), on peut remarquer que la moyenne des rapports L_A/L_T , L_{D1}/L_T , L_{D2}/L_T , et $L_{Tête}/L_T$ étaient de 0,47, 0,26, 0,42 et 0,19

respectivement. Les valeurs sont identiques chez *Gobius bucchichi*, *Gobius cobitis*, *Gobius geniporus* et *Gobius niger*. Seuls *Zosterisessor ophiocephalus* et *Gobius paganellus* avait des résultats différents. On note que les résultats obtenus pour *G. paganellus* se rapprochent des résultats du premiers lot.

On conclue donc que les rapports de longueur ont regroupé les espèces appartenant au même genre (*Gobius*) et les a différencié de l'espèce *Zosterisessor ophiocephalus*.

Ce résultat est à prendre avec précaution à cause de la comparaison effectuée à la base d'un seul individu capturé de l'espèce *Zosterisessor ophiocephalus*.

Tableau 4 : Les rapports de longueur des individus et leur minima, maxima, moyennes.

Espèce	Effectif	L _A /L _T			L _{D1} /L _T			L _{D2} /L _T			L _{Tête} /L _T		
		min	max	moy	min	max	moy	min	max	moy	min	max	moy
<i>Gobius bucchichi</i>	4	0,44	0,48	0,47	0,21	0,27	0,26	0,37	0,43	0,42	0,16	0,20	0,19
<i>Gobius cobitis</i>	10	0,45	0,50	0,47	0,23	0,29	0,26	0,40	0,45	0,42	0,16	0,21	0,19
<i>Gobius geniporus</i>	4	0,43	0,48	0,47	0,23	0,27	0,26	0,39	0,42	0,41	0,18	0,23	0,19
<i>Gobius niger</i>	28	0,43	0,53	0,47	0,23	0,31	0,26	0,37	0,47	0,42	0,15	0,22	0,19
<i>Zosterisessor ophiocephalus</i>	1	-	-	0,45	-	-	0,22	-	-	0,39	-	-	0,15
<i>Gobius paganellus</i>	10	0,39	0,55	0,48	0,25	0,31	0,26	0,42	0,48	0,43	0,19	0,25	0,21

min : minimum ; max : maximum ; moy : moyenne.

2-2-Descripteurs de forme de l'otolithe

Après l'étude des différentes moyennes des descripteurs de forme de l'otolithe (**tab. 5**) nous avons remarqué les points suivants :

Les otolithes de *G. niger* sont les plus grands par rapport à la surface moyenne, la longueur moyenne, la largeur moyenne et le périmètre moyen bien que leurs longueurs totales était inférieure à celle de *G. cobitis*. Les otolithes de *G. niger* étaient les plus ronds.

Les otolithes de *G. bucchichi* étaient circulaires et les otolithes de *G. paganellus* étaient quasi rectangulaires. L'otolithe de *G. geniporus* et *G. niger* ont la même moyenne de facteur de forme.

L'otolithe de *G. niger* avait la valeur la plus élevée de la rondeur moyenne, l'otolithe de *G. cobitis* et de *G. paganellus* ont la même moyenne d'ellipticité et le même rapport d'aspect moyen.

Tableau 5 : Moyennes des descripteurs de forme et indices de forme des otolithes, des différents individus.

	<i>G. bucchichi</i>	<i>G. cobitis</i>	<i>G. geniporus</i>	<i>G. niger</i>	<i>G. paganellus</i>
L _T moyenne (cm)	8,07	10,52	8,8	9,21	9,1
Effectif	4	10	4	28	10
Surface moyenne	3,46	5,25	5,07	7,69	5,87
Longueur moyenne	2,49	3,07	2,91	3,52	3,21
Largeur moyenne	1,84	2,19	2,19	2,83	2,27
Périmètre moyen	7,16	9,28	8,56	10,55	9,43
Circularité moyenne	0,63	0,44	0,36	0,19	0,30
Rectangularité moyenne	0,75	0,76	0,79	0,76	0,80
Facteur de forme moyen	0,84	0,75	0,86	0,86	0,82
Rondeur moyenne	0,71	0,69	0,75	0,78	0,72
Ellipticité moyenne	0,15	0,17	0,14	0,11	0,17
Rapport d'aspect moyen	1,35	1,41	1,33	1,25	1,41

2-3- Description de la morphologie des otolithes

L'analyse visuelle de la forme générale des otolithes a permis d'établir une description de la forme de l'otolithe pour chacune des espèces. La figure 10, présente les différentes formes d'otolithe rencontrées.

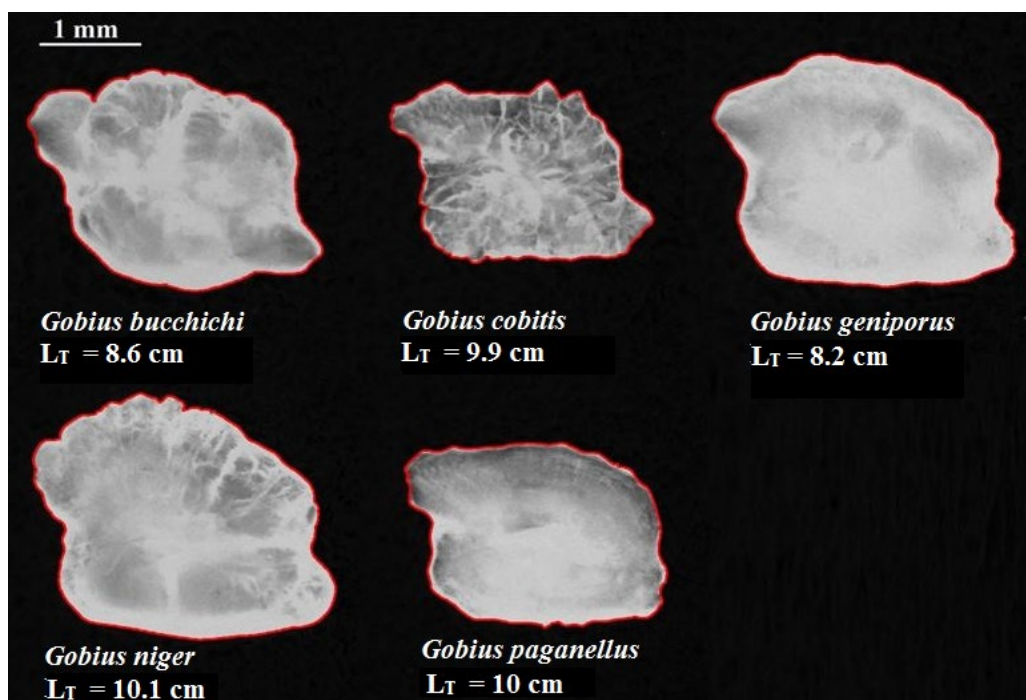


Figure 11 : Sagittae de *G. bucchichi*, *G. cobitis*, *G. geniporus*, *G. niger* et *G. paganellus* (originale).

L'otolithe de *Gobius bucchichi* a une forme circulaire avec un postantirostrum et un rostrum bien développés et saillants et un dome dorsale irrégulier.

L'otolithe de *Gobius cobitis* a une forme légèrement carrée avec un postantirostrum et un rostrum bien développés et saillants et un dome dorsal droit et denticulé, le coté ventral de l'otolithe est droit.

L'otolithe de *Gobius geniporus* a une forme ronde légèrement rectangulaire avec un coté ventral droit. Le postantirostrum et le rostrum sont bien développée.

L'otolithe de *Gobius niger* est la plus grande avec une forme ronde légèrement rectangulaire. le dome dorsal est légèrement denticulé, le rostrum est développé et la face ventrale est droite.

L'otolithe de *Gobius paganellus* a une forme rectangulaire légèrement carrée avec des cotés ventral et dorsal droits. Le postantirostrum est bien développé et l'excisura caudalis est développée.

2-4- Formes moyennes des otolithes

2-4-1- Forme moyenne de Wavelet

La figure 12 montre un schéma regroupant les formes moyennes des otolithes des différentes espèces étudiées en utilisant les coefficients de Wavelet.

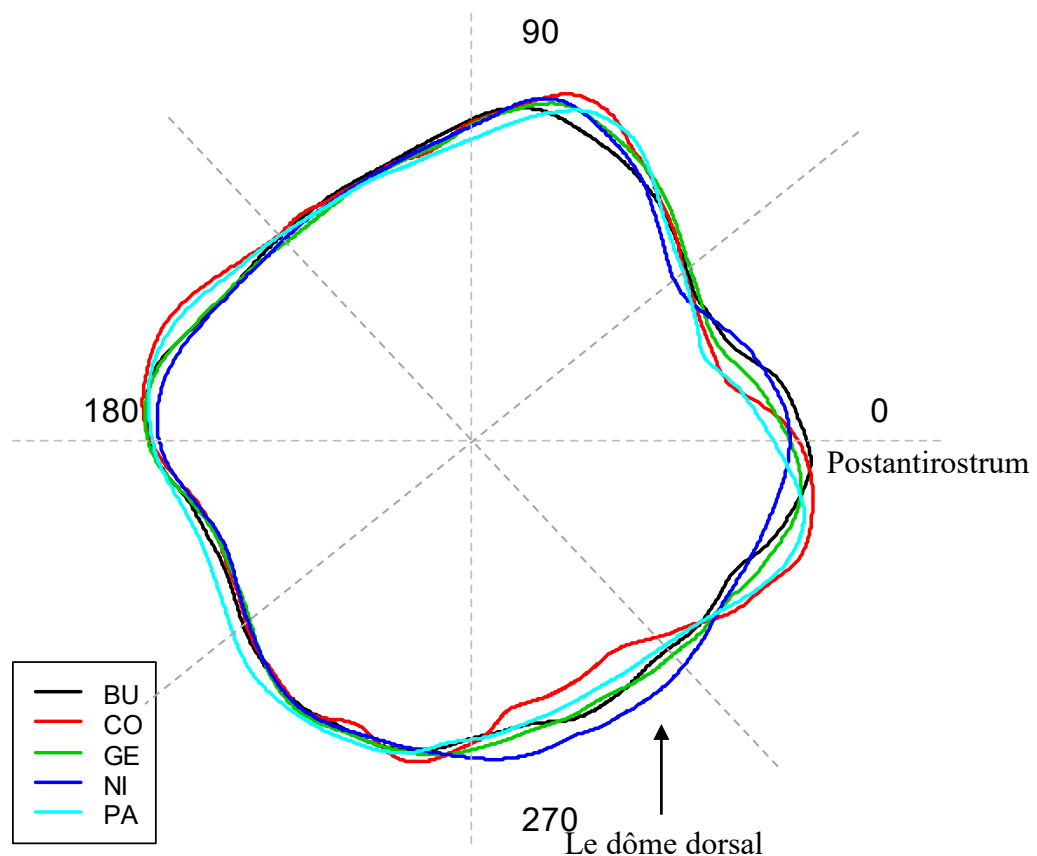


Figure 12 : Reconstruction des coordonnées polaires de la forme moyenne des otolithes, à l'aide de descripteurs de Wavelet.

BU : *Gobius bucchichi* ; CO : *Gobius cobitis* ; GE : *Gobius geniporus* ; NI : *Gobius niger* ; PA : *Gobius paganellus*.

D'après les résultats obtenus de la forme moyenne de Wavelet et les angles de différence, on constate une différence de formes des contours d'otolithe entre les espèces à l'angle entre 315° et 45° ce qui coïncide avec le postantirostrum. Et entre 45° et 90° ce qui correspond au postrostrum. Le rostrum se trouvant entre 135° et 180° montre une différence entre *G. cobitis*, *G. paganellus* avec *G. bucchichi*, *G. geniporus* et *G. niger*. Au niveau du dôme dorsale (270° à 315°) une différence de forme est également remarquée.

2-4-2- Forme moyenne de Fourier

La figure 12 montre un schéma regroupant les formes moyennes des otolithes des différentes espèces étudiées en utilisant les descripteurs de Fourier.

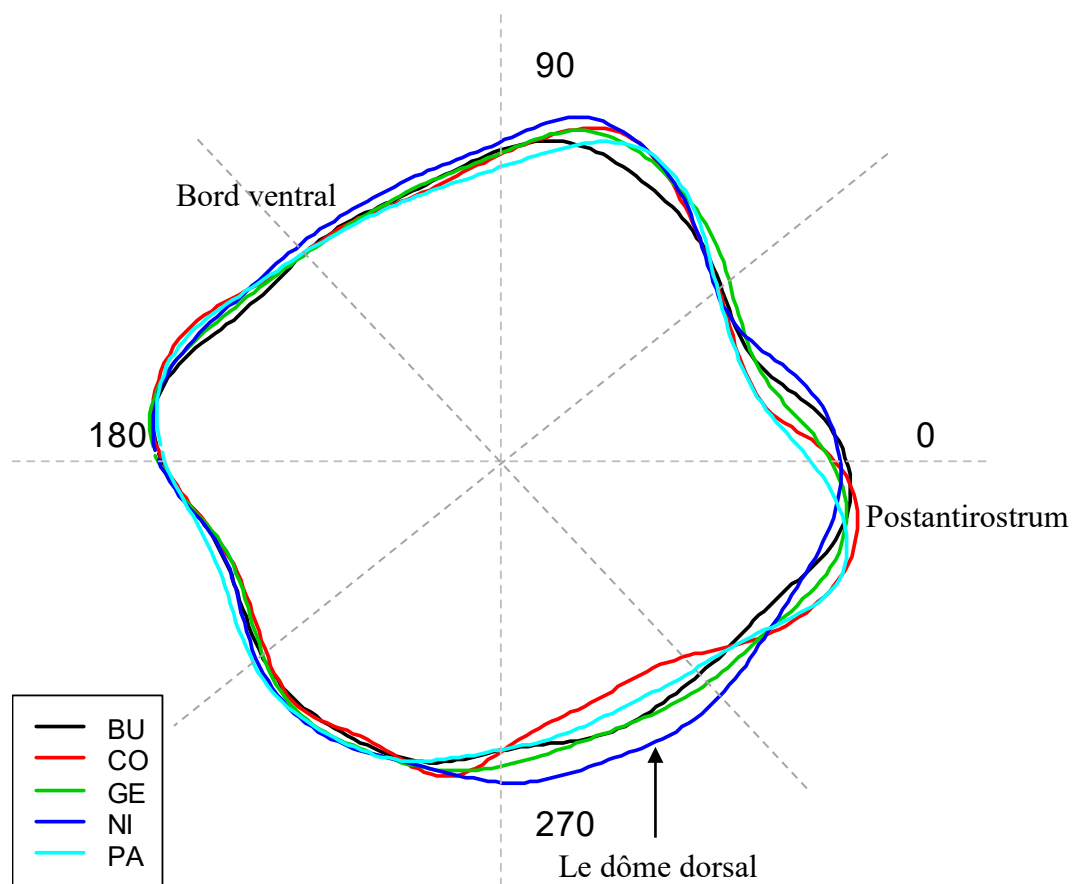


Figure 13 : Reconstruction des coordonnées polaires de la forme moyenne des otolithes, à l'aide de descripteurs de Fourier.

BU : *Gobius bucchichi* ; CO : *Gobius cobitis* ; GE : *Gobius geniporus* ; NI : *Gobius niger* ; PA : *Gobius paganellus*.

D'après les résultats obtenus de forme moyenne de Fourier des otolithes et les angles de différences, on observe une différence de forme des contours entre les espèces aux angles suivant :

- Entre 315° et 45° correspondant au postantirostrum ce qui confirme les résultats précédents.
- Entre 45° et 90° correspondant au postrostrum qui est différent, notamment chez *G. buccichi* qui présente une forme ronde à ce niveau.
- Entre 90° et 135°, on observe une différence légère au côté ventral.
- Entre 270° et 315°, on observe également une différence notamment chez *G. niger* et *G. cobitis*.

D'après les résultats de forme moyenne par les descripteurs de Wavelet et de Fourier qui ont chacun son modèle mathématique différent pour retracer le contour de l'otolithe, on conclut qu'il y a une différence significative entre les otolithes des espèces étudiées.

2-5- Analyse canonique en coordonnées principales

2-5-1- Par les coefficients de Wavelet

La figure 13 montre le résultat de l'Analyse Canonique en Coordonnées Principales (CAP) en utilisant les descripteurs de Wavelet.

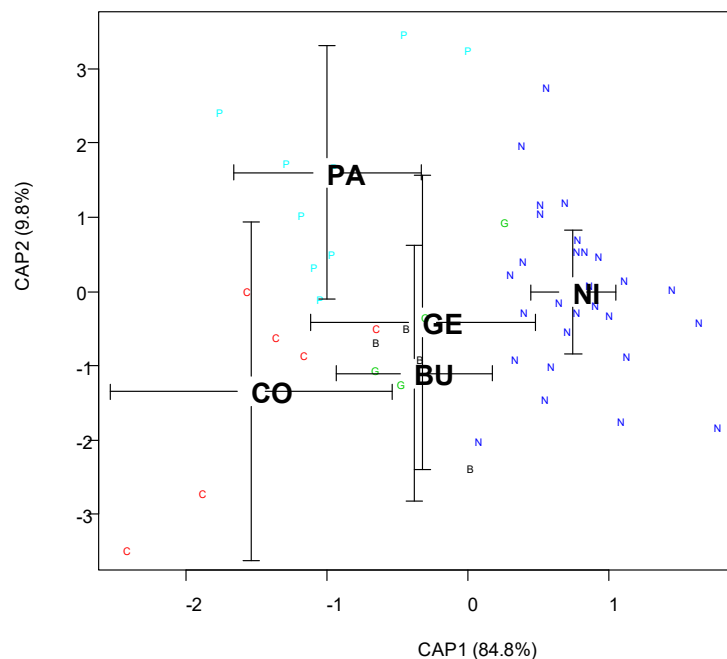


Figure 14 : CAP par les coefficients de Wavelet.

La première composante canonique (CAP 1) représente à elle seule 84,8% de la dispersion totale. Tandis que la deuxième (CAP 2) représente seulement 9,8% de la dispersion totale, la somme des deux composantes s'élève à 94,6%.

L'analyse de la figure 13, nous permet de noter une différence significative de la forme des otolithes entre toutes les espèces entre-elles sauf pour le couple *G. buccichi* et *G. geniporus* où cette analyse ne permet pas de les différencier.

2-5-2- Par les coefficients de Fourier

La figure 14 montre le résultat de l'Analyse Canonique en Coordonnées Principales (CAP) en utilisant les descripteurs de Fourier.

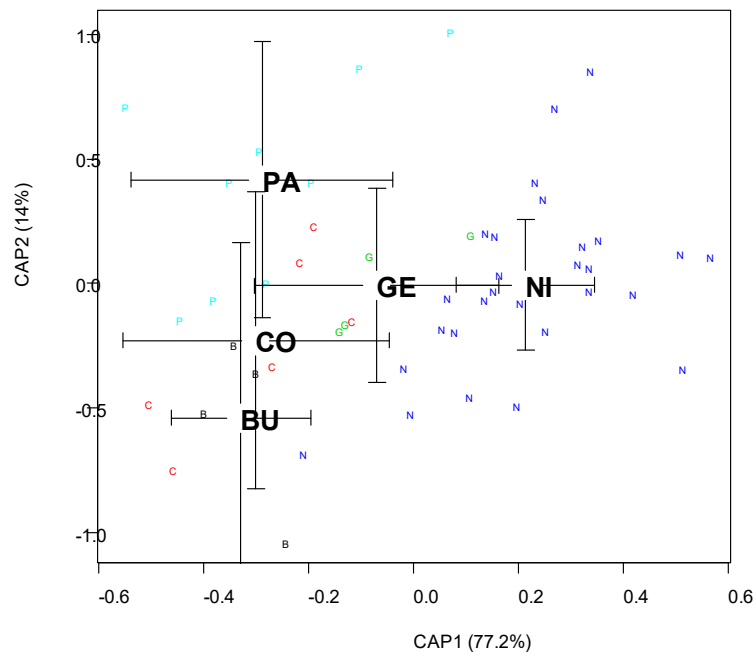


Figure 15 : CAP par les coefficients de Fourier.

La première fonction canonique (CAP 1) représente à elle seule 77,2% de la dispersion totale. Tandis que la deuxième (CAP 2) représente seulement 14% de la dispersion totale, la somme des deux composantes s'élève à 91,2% de différence.

L'analyse de la figure 14, nous permet de noter une différence significative de la forme des otolithes entre toutes les espèces entre-elles sauf pour le couple *G. buccichi* et *G. cobitis* où cette analyse ne permet pas de les différencier.

Les résultats des deux analyses effectuées par les descripteurs de Wavelet et de Fourier nous permettent d'affirmer qu'il existe une différence significative entre la forme des otolithes des différentes espèces considérées.

Conclusion

Dans le cadre de ce mémoire, nous avons réalisé un inventaire pour recenser les espèces de Gobiidae vivant dans un milieu naturel, le cap Rouge à la ville de Cherchell (W. de Tipaza) et aussi nous avons réalisé une analyse discriminatoire sur les spécimens capturés au cap rouge et au port de pêche de Cherchell pour tenter prouver qu'il existe une différence morpho anatomique entre les espèces. Cette analyse a été effectuée en se servant de plusieurs éléments permettant de décrire les différences qui existeraient entre les espèces. Les rapports de longueur, la morphologie, les descripteurs et les indices de forme des otolithes et les coefficients de Wavelet et de Fourier ont été utilisé comme outil de discrimination.

Cinq espèces de gobies appartenant aux deux genres *Gobius* et *Zosterisessor* ont été capturées et déterminées dans le cap Rouge. Soient : *G. buccichi*, *G. cobitis*, *G. geniporus*, *G. paganellus* et *Z. ophiocephalus*.

Ce nombre est bien inférieur au nombre d'espèces déjà signalées en Algérie. Ceci pourrait être dû à la courte période d'échantillonnage et à la gamme de pêche qui était restreinte.

Nous avons trouvé une espèce supplémentaire (*G. niger*) au port de Cherchell qui a servi à côté des autres espèces à l'analyse discriminatoire.

L'étude des rapports de longueur n'a renseigné que sur une faible variabilité entre les espèces. Et selon les résultats de l'analyse basée sur la forme de l'otolithe, il existerait une différence entre les espèces étudiées. Les indices de forme ont été utilisés pour décrire la morphologie des otolithes, ces indices ont confirmé les différences observées entre les différentes espèces échantillonnées. Les traitements statistiques multi-variés par l'analyse canonique en coordonnées principales appliqués aux coefficients de Fourier et de Wavelet confirment la différence significative de forme entre toutes les espèces considérées.

Enfin, pour chacune des espèces étudiées, il serait nécessaire d'améliorer nos connaissances sur leur biologie et leur écologie, puisque très peu d'informations concernant cette famille sont disponibles en Algérie.

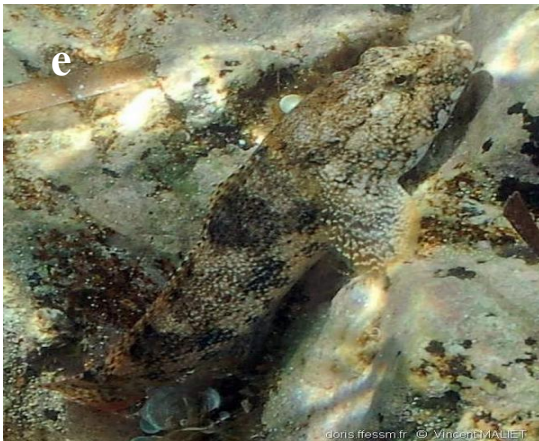
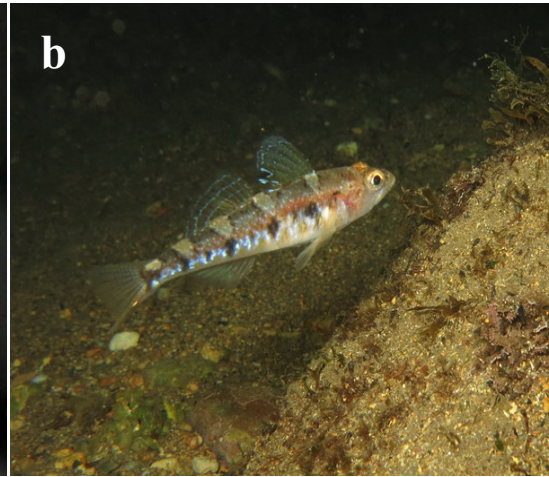
Références bibliographiques

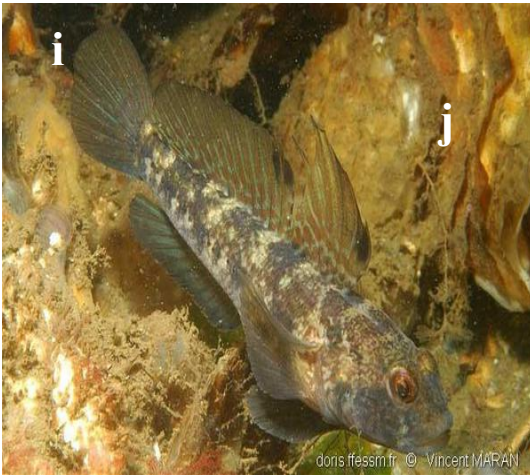
- Anderson, M. J. et Willis, T. J. (2003). Canonical Analysis Of Principal Coordinates: A Useful Method Of Constrained Ordination For Ecology. *Ecology*, 84(2), 511-525. doi: 10.1890/0012-9658(2003)084[0511:CAOPCA]2.0.CO;2
- APC de Cherchell. (2019). *Site officielle APC de Cherchell*. Récupéré de <http://apc-cherchell.dz>
- Bailly, N. (2008). *Word Register of Marine Species*. Récupéré de : <http://www.marinespecies.org/> ; accédé le : 25/02/2019
- Bodilis, P. (2015). *DORIS: Gobius niger (Linnaeus, 1758)*. Récupéré de : <http://doris.ffessm.fr/Especies/Gobius-niger-Gobie-noir-1819> ; accédé le : 25/02/2019
- Bodilis, P. et Le bris, S. (2013). *DORIS, 26/05/2013: Zosterisessor ophiocephalus (Pallas, 1814)*. Récupéré de : [http://doris.ffessm.fr/Especies/Gobie-lote3/\(rOffset\)/11](http://doris.ffessm.fr/Especies/Gobie-lote3/(rOffset)/11) ; accédé le : 25/02/2019
- Bodilis, P. et Le bris, S. (2018). *DORIS, 26/01/2018: Zebrus zebrus (Risso, 1827)*. Récupéré de <http://doris.ffessm.fr/ref/specie/4337> ; accédé le : 25/02/2019
- Bodilis, P., Le bris, S. et Patrice, F. (2018). *DORIS, 13/02/2018: Gobius niger Linnaeus, 1758*. Récupéré de <http://doris.ffessm.fr/ref/specie/1819%0A> ; accédé le : 25/02/2019
- Bodilis, P. et Sylvie, D. (2015). *DORIS, 05/04/2015: Lesueurigobius suerii (Risso, 1810)*. Récupéré de <http://doris.ffessm.fr/Especies/Gobie-de-Lesueur3> ; accédé le : 25/02/2019
- Bodilis, P., Vincent, M., Bernadette, P. et Sylvain, L. bris. (2018). *DORIS, 10/11/2018: Gobius cruentatus Gmelin, 1789*. Récupéré de <http://doris.ffessm.fr/Especies/Gobius-cruentatus-Gobie-a-bouche-rouge-1987> ; accédé le : 25/02/2019
- Bray, D. (2017). *Gobies, GOBIIDAE dans Fishes of Australia*. Récupéré de <http://fishesofaustralia.net.au/Home/family/259> ; accédé le : 25/02/2019
- Cubells, J. F. (2007). *Quelques pas sur le littoral de Méditerranée*. France : Albiana.
- De Casamajor, M., Jérémy, D. et Michel, B. (2017). *DORIS, 01/12/2017: Pomatoschistus microps (Krøyer, 1838)*. Récupéré de <http://doris.ffessm.fr/Especies/Pomatoschistus-microps-Gobie-tachete-803> ; accédé le : 25/02/2019
- De casamajor, M., Jérémy, D. et Michel, B. (2018). *DORIS, 11/04/2018: Pomatoschistus minutus (Pallas, 1770)*. Récupéré de <http://doris.ffessm.fr/Especies/Pomatoschistus-minutus-Gobie-de-sable-buhotte-804> ; accédé le : 25/02/2019
- Dieuzeide, R., Novella, M. et Roland, J. (1955). *Catalogue des poissons des côtes Algériennes*. Algérie : (PELAGOS).

- Fischer, W., Bauchot, M.-L. et Schneider, M. (1987). *Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche*. Rome : (FAO).
- Froese, R. et Pauly, D. (2019). *FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (02/2019)*. Récupéré de <https://www.fishbase.se/> ; accédé le : 25/02/2019
- I.S.T.P.M. (1982). *Evaluation des ressources halieutiques de la marge continentale algérienne : Stocks pélagiques-Stocks démersaux exploitables au chalut*.
- Ladroit, Y., Maolagáin, C. Ó. et Horn, P. L. (2017). An investigation of otolith shape analysis as a tool to determine stock structure of ling (*Genypterus blacodes*). *New Zealand Fisheries Assessment Report 2017/24*, 16. Récupéré de <http://www.mpi.govt.nz/news-and-resources/publications> ; accédé le : 25/02/2019
- Lahreche, M. (2013). *Contribution à la systématique des Gobiidae (Ostéichtyens, Actinoptérygiens) du littoral algérois et écologie d'un représentant de la famille*. ENSSMAL,Alger.
- Lamare, V. et Pastor, J. (2017). *DORIS, 19/07/2017 : Gobius geniporus Valenciennes, 1837*.
- Le bris, S. et Baus, F. (2014). *DORIS, 29/03/2014 : Gobius vittatus Vinciguerra, 1883,*. Récupéré de <http://doris.ffessm.fr/ref/specie/2668> ; accédé le : 25/02/2019
- Lecointre, G. et Leguyader, H. (2001). *Classification phylogénétique du vivant*. (2eme édit). Paris : (Belin).
- Libungan, L. A. et Pálsson, S. (2015). Package 'shapeR': Collection and Analysis of Otolith Shape Data (0.1-5). Récupéré de <https://github.com/lisalibungan/shapeR>
- Libungan, L. et Pálsson, S. (2015). *ShapeR: An R Package to Study Otolith Shape Variation among Fish Populations*. Récupéré de <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0121102#pone.0121102.ref011>
- Louisy, P. (2005). *Guide d'identification de poissons marins europe et Méditerranée (2 edition)*. italie.
- Louisy, P., Vincent, M. et Michel, K. (2017). *DORIS, 25/08/2017 : Gobius cobitis Pallas, 1814*. Récupéré de <http://doris.ffessm.fr/ref/specie/1599> ; accédé le : 25/02/2019
- Matthias, W., Alain-Pierre, S., Aedwina, R. et Bruno, C. (2014). *DORIS, 09/10/2014 : Gobius paganellus Linnaeus, 1758*. Récupéré de <http://doris.ffessm.fr/ref/specie/1181> ; accédé le : 25/02/2019
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlenn, D., ... Wagner, H. (2019). Package 'vegan' (2.5-5). Récupéré de <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/index.html>

- Panfili, J., Pontual, H. de, Troadec, H. et Wright, P. J. (2002). *Manuel de sclérochronologie des poissons* (Ifremer-IR). France.
- Patzner, R. A. (2017). *Mediterranean gobies*. Récupéré de <http://www.patzner.sbg.ac.at/Gobiidae/GobiidaeSpecies.htm> ; accédé le : 25/02/2019
- Sadat, Z. (2017). *Discrimination des populations de trois espèces de petits pélagiques des côtes algériennes : Engraulis encrasicolus (Linnaeus, 1758), Sardina pilchardus (Walbaum, 1792) et Boops boops (Linnaeus, 1758) par analyse de forme des otolithes*. École Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral.
- Sylvie, D. et Bodilis, P. (2017). *DORIS, 01/02/2017 : Deltentosteus quadrimaculatus (Valenciennes, 1837)*,. Récupéré de <http://doris.ffessm.fr/ref/specie/3602> ; accédé le : 25/02/2019
- Sylvie, D. et Pollak, F. (2018). *DORIS, 10/03/2018 : Aphia minuta (Risso, 1810)*.
- The R Foundation. (2019). RGui (64 bits) (3.6.0). Récupéré de <https://www.r-project.org/>

Annexe 1





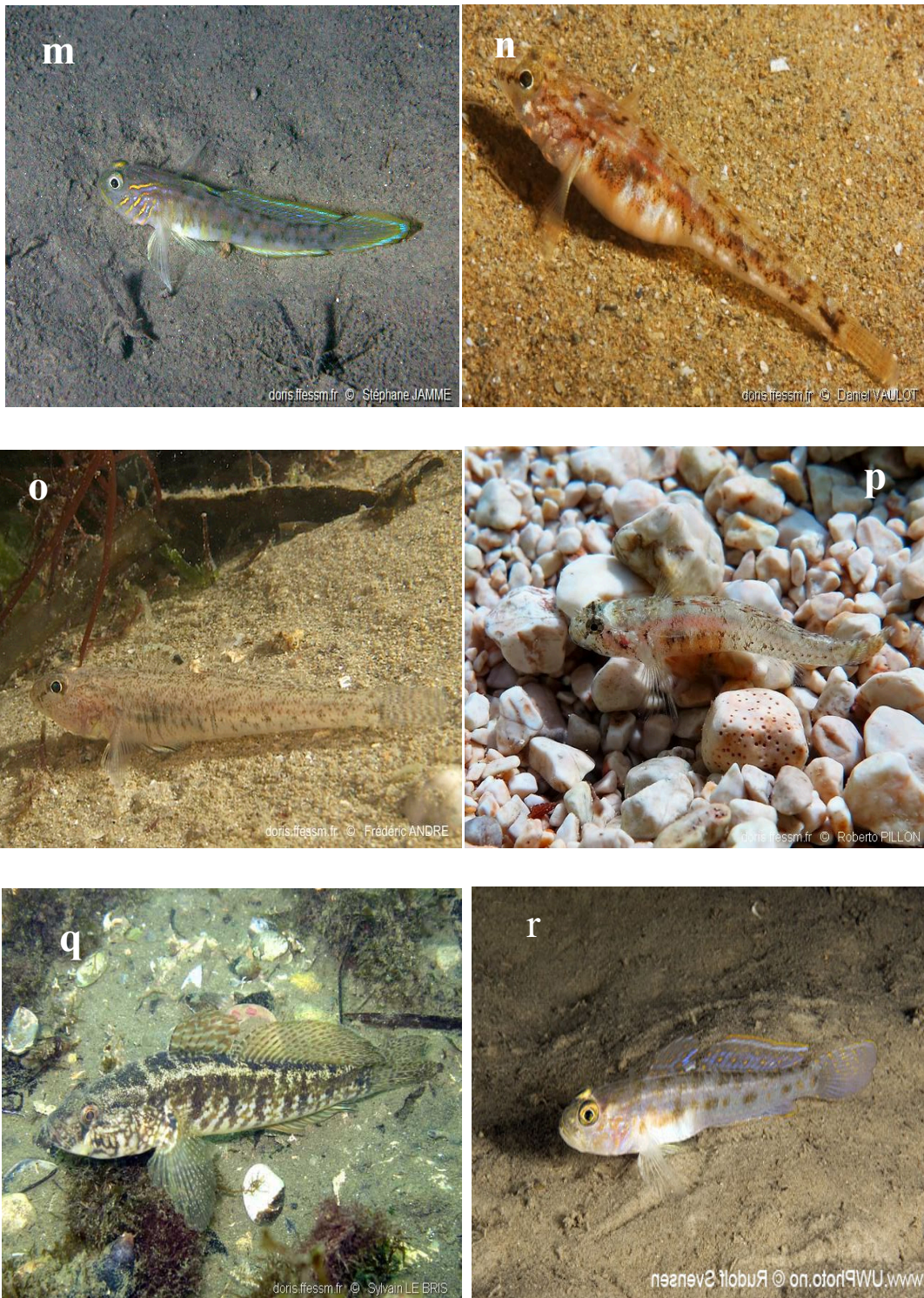


Figure: Photographies montrant les gobies présents en Algérie

- a. *Aphia minuta* (Risso, 1810), gobie transparent.
- b. *Deltentosteus collonianus* (Risso, 1820), gobie colonien.
- c. *Deltentosteus quadrimaculatus* (Valenciennes, 1837), gobie à quatre taches.
- d. *Gobius bucchichi* (Steindachner, 1870), gobie des anémones.

- e. *Gobius cobitis* (Pallas, 1811), gobie à grosse tête.
- f. *Gobius cruentatus* (Gmelin, 1789), gobie à bouche rouge.
- g. *Gobius gasteveni* (Miller, 1974), gobie de steven.
- h. *Gobius geniporus* (Valenciennes, 1837), gobie svelte.
- i. *Gobius niger* (L., 1758), gobie noir.
- j. *Gobius paganellus* (L., 1758), gobie paganel.
- k. *Gobius vittatus* (Vinciguerra, 1883), gobie à rayures.
- l. *Lesueurigobius friesii* (Malm, 1874), gobie à grandes écailles.
- m. *Lesueurigobius suerii* (Risso, 1810), gobie de Lesueur.
- n. *Pomatoschistus microps* (Krøyer, 1838), gobie tacheté.
- o. *Pomatoschistus minutus* (Pallas, 1770), gobie du sable.
- p. *Zebrus zebrus* (Risso, 1827), gobie zébré.
- q. *Zosterisessor ophiocephalus* (Pallas, 1814), gobie d'herbe.
- r. *Lesueurigobius sanzi* (De Buen, 1918), Gobie de sanzo.