

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل
Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme
d'Ingénieur en Sciences de la Mer
Option : Biodiversité

Thème :

**Contribution à l'étude des Gobiidae (Actinopterygii, Perciformes) :
inventaire d'espèces de quelques ports et plages de la côte
algérienne.**

Présenté par : - BENAMARA Abdelghani.
- SALHI Ouardia.

Soutenu le 04-11-2021 devant la commission du jury composée de :

Mme MAOUEL D.	MCB	ENSSMAL	Présidente
M KASSAR A.	MAA	ENSSMAL	Promoteur
Mme LADOUL S.	MAA	ENSSMAL	Examinatrice
Mme LAHMER N.	MAA	ENSSMAL	Examinatrice

Année universitaire : 2020-2021

Remerciements

Avant toute chose nous nous devons d'être reconnaissants et de remercier le bon Dieu pour nous avoir donné la force d'arriver à ce moment tant attendu et pour avoir mis sur notre chemin les bonnes personnes

Nous adressons notre profonde gratitude aux membres du jury qui en dépit de leurs occupations ont bien voulu voir notre travail,

- Mme Maouel D., qui nous fait l'honneur de présider ce jury malgré ses lourdes responsabilités.
- Mme Ladoul S., qui a bien voulu examiner notre travail en dépit de ses nombreuses occupations.
- Mme Lahmer N., qui a pris le temps d'examiner ce travail, et d'apporter ses critiques constructives.

Nous remercions profondément notre encadreur M. KASSAR pour nous avoir guidé, aidé, orienté mais surtout pour sa patience et son bon conseil.

Nous adressons nos remerciements les plus sincères à nos amis pour nous avoir toujours encouragé, pour tous les membres du personnel de l'école qui par leurs mots nous ont fait sentir comme si nous étions chez nous et pour nous avoir donné la force et la motivation pour accomplir notre travail.

Amina (ingénieur de laboratoire), Rania (notre doctorante), Ilhem, Nesrine, Abir , Melissa , Yasmine, Abdelkader , Islem, M. Kamal (pêcheur exceptionnel), M. Hassan, les gens de la madrague et Sidi Fredj.

Nos remerciements les plus chaleureux s'adressent à nos parents, frères et proches pour avoir toujours été là pour nous et qui sans eux rien n'aurait pu être dans l'ordre du possible.

Dédicace

Ce mémoire est dédié à 250 personnes, sans compter mes parents et Abderrahmane Boucherf, quant à Mlle Ouardia ; « je souhaiterais partager ce chiffre en cinq avec mes parents et trois frères. »

« a man (or a woman) of genius makes no mistakes. His errors (her few errors) are volitional and are the portals to discovery »

James Joyce, (citation modifiée)

Résumé

La famille des Gobiidae inclut les gobies typiques qui sont des poissons benthiques de mœurs cryptiques. Ils sont généralement petits de taille, souvent marins, et caractérisés par des nageoires pelviennes fusionnées en une ventouse permettant leur fixation sur le fond. Afin de contribuer à leur étude en Algérie, des prélèvements à l'aide de lignes de pêche et pièges ont été menés en mai et juin 2021, dans divers sites peu profonds de la région centre de la côte algérienne, additionné à cela des échantillons formolés nous provenant des régions est et ouest du pays. Les sites explorés se trouvent dans les localités d'Ain Bénian, Sidi Fredj, Bou Ismaïl, et Tipaza ainsi que Beni Saf et Jijel. L'échantillonnage a permis la capture de cent-trente gobies plus quarante-neuf individus formolés. Les individus une fois identifiés ont été réparti entre huit espèces qui sont : *Deltentosteus collonianus*, *Gobius bucchichi*, *G. cruentatus*, *G. cobitis*, *G. geniporus*, *G. niger*, *G. paganellus* et *Lesueurigobius sanzi*. Nous avons réalisé une analyse discriminatoire sur les spécimens capturés 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. La mer Méditerranée compte cent-trente-quatre espèces de Gobiidae, dont cinquante-trois sont présentes dans le bassin occidental. La rive sud de ce dernier de son côté ne compte que la présence de dix espèces de gobies. Pour cela, des investigations supplémentaires, ciblant des eaux plus profondes et des habitats plus diversifiés, permettrait de recenser des espèces supplémentaires non identifiées dans cet inventaire et dans la littérature scientifique relative à la zone d'étude.

Mots clés : Gobiidae ; gobie ; poisson benthique ; côte algérienne ; bassin algérien ; Algérie

Liste des figures

Figure 1 : Morphologie général d'un gobie (Fischer et al., 1987, modifiée)	5
Figure 2 : divers habitats de gobies attribués à certaines espèces et leur mode de vie respectif.....	7
Figure 3 : Carte représentant les zones d'études.....	11
Figure 4 : Gobies observés en aquarium.....	13
Figure 5 : : Vues ventrales, observées au microscope électronique à balayage, des papilles urogénitales du Gobiidae <i>Lophogobius cyprinoides</i> . A. Femelle. C. Mâle (Bouchereau et al., 2010)	26
Figure 6 : Exemple des distances morpho-anatomiques mesurées (Boucherau et al., 2010, modifiée).....	28
Figure 7 : Branchie vue à la loupe (Grossissement 2*10).....	30
Figure 8 : étapes de prélèvement d'un otolithe (originale)	31
Figure 9 : Vertèbres de <i>Gobius geniporus</i> vues à la loupe.	33
Figure 10 : Image indiquant les principaux caractères du pourtour et de la face interne de l'otolithe de <i>Gobius niger</i> (Lakhder Ezzinet Miloudi, 2019).	34
Figure 11 : Le gobie denté, <i>Deltentosteus collonianus</i> (originale).....	38
Figure 12 : Gobie moucheté, <i>Gobius bucchichi</i> (originale)	39
Figure 13 : Le gobie à grosse tête, <i>Gobius Cobitis</i> (originale).....	40
Figure 14 : Le gobie à bouche rouge, <i>Gobius cruentatus</i> (originale).	41
Figure 15 : Tête de <i>Gobius cruentatus</i> vue à la loupe (grossissement X2).....	41
Figure 16 : Gobie à joues poreuses, <i>Gobius geniporus</i> (originale)	42
Figure 17 : <i>Gobius niger</i> mâle reproducteur (originale)	44
Figure 18 : <i>Gobius niger</i> (originale).....	44
Figure 19 : Le gobie paganelle, <i>Gobius paganellus</i> (Originale).....	46
Figure 20 : Nageoire pectorale de <i>Gobius paganellus</i>	46
Figure 21 : Le gobie de sanzo, <i>Gobius sanzi</i> (originale).....	47
Figure 22 : Otolithe droit de <i>Gobius bucchichi</i>	51
Figure 23 : Otolithe de <i>Gobius cobitis</i>	51
Figure 24 : Otolithe droit de <i>Gobius cruentatus</i> (originale)	51
Figure 25 : Otolithe droit de <i>Gobius geniporus</i> (originale).....	52
Figure 26 : Otolithe droit de <i>Gobius niger</i>	52
Figure 27 : Otolithe droit de <i>Gobius paganellus</i>	53
Figure 28 : Otolithe de <i>Lesueurigobius sanzi</i>	53
Figure 29 : Reconstruction des coordonnées polaires de la forme moyenne des otolithes, à l'aide de descripteurs de Wavelet.....	54
Figure 30 : Reconstruction des coordonnées polaires de la forme moyenne des otolithes, à l'aide de descripteurs de Fourier	55
Figure 31 : Vue frontale de la tête de <i>Gobius bucchichi</i>	66
Figure 32 : Œil barré de <i>Gobius bucchichi</i>	66
Figure 33 : Ventouse de <i>Gobius bucchichi</i> vue à la loupe (grossissement X2)	66
Figure 34 : Vue latérale de la tête de <i>Gobius cobitis</i> (originale)	67
Figure 35 : Ventouse de <i>Gobius cobitis</i> (originale)	67

Liste des tableaux

Tableau 1 : Genres de Gobiidae signalés en Algérie	15
Tableau 2 : Clé d'identification des principales espèces de Gobiidae en Algérie.	16
Tableau 3 : Clé d'identification des principales espèces de gobie en Algérie.....	20
Tableau 4 : Biotopes de certaines espèces de Gobiidae.....	24
Tableau 5 : Ressemblance des espèces.....	25
Tableau 6 : Descripteurs de forme calculés pour chaque otolithe à partir des descripteurs de distance.	35
Tableau 7 : Tableau représentant les espèces recensées	37
Tableau 8 : Mensuration des individus <i>Deltentosteus collonianus</i>	37
Tableau 9 : Mensurations des individus <i>Gobius bucchichi</i>	38
Tableau 10 : Mensurations des individus <i>Gobius cobitis</i>	39
Tableau 11 : Mensurations des individus <i>Gobius cruentatus</i>	40
Tableau 12 : Mensurations sur les individus <i>Gobius geniporus</i>	42
Tableau 13 : Mensurations sur des individus <i>Gobius niger</i>	43
Tableau 14 : Mensurations du <i>Gobius paganellus</i>	45
Tableau 15 : Mensuration sur l'individu <i>Lesuerigobius sanzi</i>	47
Tableau 16 : Mensurations des individus juvéniles (non-identifiés).....	48
Tableau 17 : Différence de certaines distances morpho-anatomiques entre les espèces	48
Tableau 18 : Moyennes des descripteurs de distances des otolithes de différents individus.	50

Table des matières

Remerciements.....	I
Dédicace.....	II
Résumé.....	III
Liste des figures	IV
Liste des tableaux	V
Introduction.....	1
Chapitre I : Généralités	3
I.1 Présentation de la famille des Gobiidae.....	4
I.1.1 Position systématique et caractères généraux	4
I.1.2 Description	5
I.1.3 Mode de reproduction.....	6
I.1.4 Régime alimentaire.....	6
I.1.5 Habitat	6
I.1.6 Distribution et répartition en méditerranée :	7
I.1.7 Espèces signalées en Algérie	8
I.2 Les gobies de nature cryptique	9
I.3 Noms communs.....	9
II. Chapitre II : Matériel et méthodes	10
II.1 Zone de prélèvement	11
II.2 Méthode de pêche.....	11
II.3 Entretiens des gobies	12
II.4 Traitement des échantillons	13
II.4.1 Notation des critères d'identification	13
II.4.2 Prélèvement et neutralisation.....	13
II.4.3 Identification des gobies	14
II.4.4 Sexage	26
II.4.5 Mensuration de quelques distances morpho-anatomique :	27
II.4.6 Prélèvement des branchies et dénombrement des branchiospines.....	29
II.4.7 Prélèvement des otolithes	30
II.4.8 Conservation des gobies	31
II.4.9 Dénombrement des vertèbres.....	31
II.5 Photographie des otolithes :	33
II.5.1 Analyse de la forme des otolithes	34
III. Chapitre III : Résultats et discussion	36
III.1 Les espèces recensées.....	37

III.1.1	<i>Deltentosteus collonianus</i> (Risso, 1820) - Gobie denté	37
III.1.2	<i>Gobius bucchichi</i> (Steindachner, 1870) – Le gobie des anémones :	38
III.1.3	<i>Gobius cobitis</i> (Pallas, 1814) – Le gobie à grosse tête :	39
III.1.4	<i>Gobius cruentatus</i> (Gmelin, 1789) – Gobie à bouche rouge :	40
III.1.5	<i>Gobius geniporus</i> (Valenciennes, 1837) – Le gobie svelte :	41
III.1.6	<i>Gobius niger</i> (Linnaeus, 1758) - Le gobie noir :	42
III.1.7	<i>Gobius paganellus</i> (Linnaeus, 1758) – gobie paganel :	44
III.1.8	<i>Lesueurigobius sanzi</i> (de Buen, 1918) – Le gobie de Sanzo :	47
III.1.9	Individus non-identifiés	47
III.2	Analyse de forme des otolithes :	48
III.2.1	Quelques distances morpho anatomiques	48
III.2.2	Descripteurs de forme de l'otolithe	49
III.2.3	Description de la morphologie des otolithes	50
III.2.4	Formes moyennes des otolithes	53
	Conclusion	57
	Références Bibliographiques	59

Introduction

L'histoire de la méditerranée est complexe, le peuplement actuel de la méditerranée est récent pour l'essentiel, postérieur à l'ouverture du détroit de Gibraltar, la forte diversité est une caractéristique de la méditerranée, environ 7% de la faune mondiale pour 1% de la surface de l'océan mondial, la méditerranée est une mer oligotrophe pauvre en sels minéraux c'est-à-dire en éléments nutritifs, elle est considérée comme étant un hot spot c'est-à-dire un point chaud de la biodiversité

On remarque et on assiste depuis de nombreuses années à une accélération de l'érosion de la diversité biologique. Pour freiner cela, d'ambitieux programmes de recherche sont entrepris pour que l'on connaisse mieux cette biodiversité, qu'on comprenne rapidement la signification fonctionnelle et évolutive et qu'on tire les conséquences pour élaborer les plans de gestion raisonnés des ressources marines

Le manque de ressources ont fait que les informations sur les différentes espèces qui vivent dans notre littoral soient insuffisantes, douteuses ou même inexistantes

Nous avons effectué au cours de notre travail un inventaire des espèces appartenant à la famille des Gobiidae qui est une famille de poissons osseux qui n'a pas été pleinement étudiée et cela s'est fait remarquer compte tenu du manque de documentation sur cette famille

Le mémoire qui suit est une contribution à l'étude des Gobiidae (Actinopterygii, Gobiiformes) et porte sur l'élaboration d'un inventaire d'espèces de quelques ports et plages de la cote algérienne

Notre travail est réparti comme suit, trois chapitres sans compter l'introduction et la conclusion ont été réalisés. Le premier chapitre étale un ensemble de généralités qui se rapportent au sujet cité précédemment ; c'est-à-dire l'élaboration de notre inventaire et nous apporte des informations et des généralités globales et diverses sur la famille que nous allons inventorier, le second chapitre dans lequel nous avons présenté les matériels et méthodes utilisées dans la réalisation de notre inventaire, à savoir, tous les outils et techniques mises en œuvre pour mener à bien notre travail, le troisième chapitre qui est très important contient les résultats obtenus et discussion de ces résultats qui ont conduits à la résolution de notre problématique

Chapitre I : Généralités

I.1 Présentation de la famille des Gobiidae

La famille de poissons des *Gobiidae* inclut ceux considérés comme étant les gobies typiques, petits de tailles, généralement marins avec des nageoires dorsales séparées, épineuses et rayées. Ils sont munis d'une ventouse jointe en un disque. Ils vivent souvent sur le fond et sont assez discrets, leur couleur varie du clair au terne camouflée. L'ensemble de cette famille a considérablement évolué depuis la description du premier gobie par Linnaeus (1758). Elle est toutefois restée la plus diversifiée des taxons de l'ordre *Gobioid* et par conséquent celle qui contient le plus de documentation concernant l'écologie et la biologie des espèces y appartenant. Plusieurs classifications basées sur les caractères morphologiques ont fait d'elle la plus large des neuf familles décrites jusqu'à ce jour (Miller (1973), Hoese (1984), Harrison(1989) ; Pezold, (1993) ; Nelson, (2006) *in* Patzner *et al.*, 2011)

I.1.1 Position systématique et caractères généraux

Selon Froese et Pauly (2021) la classification de la famille des Gobiidae est donnée comme suit :

Règne : Animalia

Embranchement : Chordata

Sous-embranchement : Vertebrata

Infra-embranchement : Gnathostomata

Parv-embranchement : Osteichthyes

Giga-classe : Actinopterygii

Classe : Actinopteri

Sous-classe : Teleostei

Ordre : Gobiiformes

Famille : Gobiidae

Les réévaluations de la systématique des gobioid basées sur les données moléculaires, ont démontré que les plus petites distinctes familles, historiquement séparées du taxon Gobioid étaient au contraire nichées dans les larges groupes (Akihito *et al.*, (2000) Wang *et al.*, (2001), Thacker (2003) Rüber et Agorreta (2011) *in* Patzner *et al.*, (2011))

Une révision de la classification cladistique des familles (Thacker, 2009 *in* Patzner, 2011) prévoit prochainement une famille de Gobiidae plus globale qui inclurait tous les genres des taxons adjacents c'est-à-dire Gobiinae, Microdesmidae, Ptereleotridae, Schindleriidae, et Krameriiidae.

Ainsi dit, ce groupe monophylétique Gobiidae contient à ce jour 2927 espèces (calculés selon une liste non publiée par Edward Murdy et une base de données en ligne du Catalogue des poissons Eschmayer (2021), regroupées en 498 genres.

I.1.2 Description

Les gobies sont des poissons généralement de petites tailles, qui ne dépassent qu'occasionnellement les dix centimètres, atteignant rarement une largeur de 50 cm. Ils vivent pratiquement sur le fond et sont donc benthiques, néanmoins certaines espèces supra-benthiques arrivent à nager au-dessus du substrat ou dans l'eau libre comme est le cas des espèces pélagiques. La forme de leur corps est approximativement cylindrique et conique ou déprimée, dorso-ventrale aplatie (Horn (1999) *in* Patzner *et al.* (2011)) mais rarement comprimée. Les nageoires pelviennes ventrales sont situées au niveau de la gorge où le bassin est relié à la ceinture scapulaire (*cleithrum*). Les nageoires pelviennes peuvent fusionner ensemble pour donner un disque avec un pli cutané antérieur qui adapte ce complexe de nageoires à fonctionner comme une ventouse par laquelle les gobies peuvent s'attacher au fond et affronter les flux et les ruisseaux (Miller et El Tawil(1974), Heymer et Zander (1978) *in* Patzner *et al.*, (2011)).

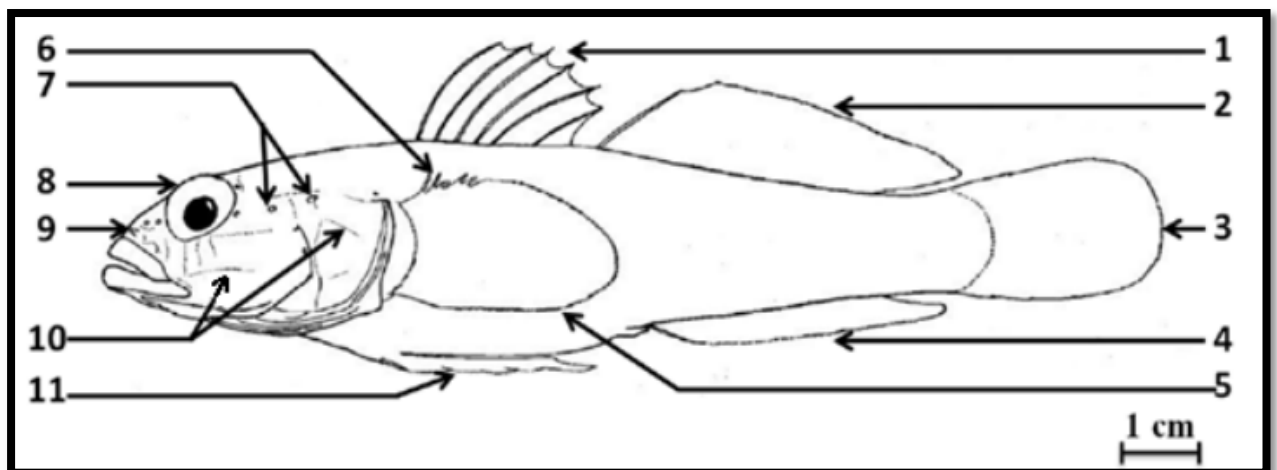


Figure 1 : Morphologie général d'un gobie (Fischer et al., 1987, modifiée)

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.

I.1.3 Mode de reproduction

La reproduction des Gobiidae est peu commune en comparaison avec la plupart des poissons. Elle nécessite un plus grand soin paternel, car souvent les gobies mettront leurs œufs démersaux dans un nid territorial préparé et surveillé par le mâle. Les œufs comportent des filaments adhésifs qui à leur tour seront fixés sur des traces de sperme adhésif. La garde de la ponte des œufs est assurée par le mâle, jusqu'à ce que les larves éclosent et entament une phase planctonique prolongée (Breder et Rosen (1966), Ruple (1984) *in* Patzner *et al.*, (2011))

Certaines espèces côtoyant les récifs, exhibent un hermaphrodisme protogyne, dont les femelles qui se transforment en mâles comme réponse aux signaux socio-environnementaux (Cole (1990, 2008) *in* Patzner *et al.* (2011)). Les gobies sont aussi remarquables pour leur longue durée de vie à l'état larvaire qui est considéré comme un grand pourcentage de leur durée de vie totale. Car comme l'indiquent les otolithes la vie larvaire du petit gobie (*Trimma nasa*) a été estimée à 33,9 jours soit 38,7% de sa vie totale de 87 jours (Winterbottom et Southcott (2008) *in* Patzner *et al.*, (2011)). Une autre espèce *Eviota sp* vit pour une courte durée de 59 jours dont 41,8% se déroulant à l'état larvaire (Depczynski et Bellwood (2005, 2006) *in* Patzner *et al.*, (2011)).

I.1.4 Régime alimentaire

Les gobies sont généralement carnivores, souvent des algues et d'autres plantes sont ingérées en second mais rarement comme proie primaire, dans certains cas ces poissons se nourrissent de périphton, digérant ainsi des animaux sessiles tels que les polychètes et les éponges (Heymer et Zander (1978), *in* Patzner *et al.* (2011)).

I.1.5 Habitat

L'habitat des gobies semble plutôt homogène, mais leur morphologie peut varier par rapport à leur mode de vie spécial. Ces aspects d'altérations morphologiques devraient être groupés dans quatre catégories d'après une idée de Miller (1979). Cela dit quatre environnements seront pris en compte : (1) adaptation à une vie supra- et necto-benthique dans les eaux libres ; (2) adaptation aux zone (surf) et intertidales ; (3) adaptation à une vie epi-benthique d'amphibiens sur terre ; (4) adaptation à une vie crypto-benthique dans les caves avec des symbiotes (Patzner *et al.* (2011)).

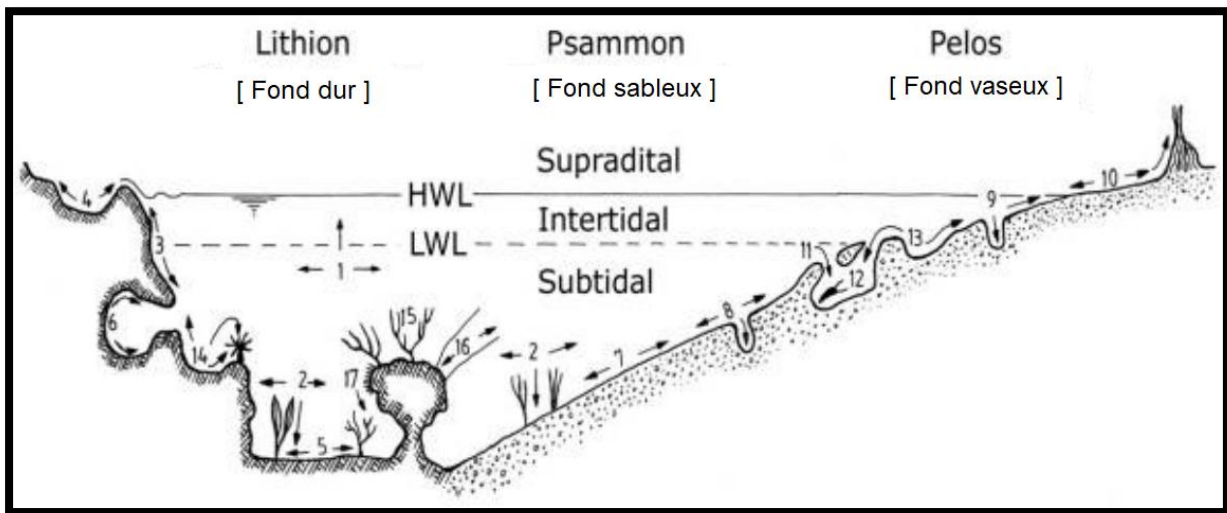


Figure 2 : divers habitats de gobies attribués à certaines espèces et leur mode de vie respectif. (Patzner et al., 2011)

1 – Pelagique : *Crystallogobius linearis*. **2 – Suprabenthique** : *Pomatoschistus quagga*, *Gobiusculus flavescens*. **3 - Epibenthique** : intertidale, surf: *Gobius paganellus*, *G. cobitis*. **4 – Intertidale, substrat rocheux**: *Pomatoschistus microps*, *Acentrogobius ornatus*, *Eviota meteori*. **5 – Coralligène**: *Gobius vittatus*, *G. xanthocephalus*. **6 – Habitats (faible lumière)**: *Speleogobius trigloides*. **7 – Sableux**: *Pomatoschistus minutus*, *Gobius geniporus*. **8 – Interstice** : *Amblygobius sp.* **9 – Intertidale, interstice** : *Boleophthalmus*. **10 – Supratidale, mangroves** : *Periophthalmus sp.*, *Periophthalmodon*. Symbiotique, dans les interstices des décapodes. **11 – Facultative** : *Lesueurigobius sp.*, *Cryptocentrus sp.*, *Clevelandia ios*. **12 – Stricte**: *Typhlogobius californiensis*. **13 – Marrée résiduelle** : *Gillichthys mirabilis*. Dans les cnidaires **14 – Dans les anémones** : *Gobius buccichii*. **15 – Sur des rameaux durs de corail**: *Gobiodon sp.*, *Paragobiodon echinocephalus*. **16 – Sur corail plat**: *Elacatinus sp.* **17 – Sur corail noir et épineux**: *Bryaninops sp.*

Les récifs tropicaux regorgent de gobies, Toutefois ces derniers demeurent discrets grâce à leur écologie et petite taille. De manière générale ils occuperaient les crevasses ou interstices des récifs et substrats rocheux, ainsi plusieurs exemples de mutualisme entre gobies et invertébrés (particulièrement la famille de crevettes Alpheidae) ont pu être documentés. (Karplus et Thompson (2011), in Patzner et al. (2011))

I.1.6 Distribution et répartition en méditerranée :

La mer méditerranéenne au *sensu stricto*, avec 60 espèces est plus riche en gobies que les larges zones adjacentes de l'atlantique nord-est et est comparativement riche grâce à sa latitude.

L'atlantique nord-est n'a que six espèces endémiques. Alors que dans l'autre sens, 24 espèces (2/5 gobies méditerranéens) en sont endémiques au sens strict, c'est-à-dire que leur répartition est limitée entre le détroit de Gibraltar et le Bosphore, en plus de cela cinq gobies méditerranéens se retrouvent en atlantique exactement dans la zone de Gibraltar (*Chromogobius zebratus*, *Deltentosteus colonianus*, *Gobius xanthocephalus*, *Pomatoschistus marmoratus*, *Zebrus zebrus*).

Actuellement les gobies sont présents en mer Méditerranée, au nombre de 73 espèces (Annexe 1) (Bailly, 2008; Froese et Pauly, 2019; Patzner, 2017)

I.1.7 Espèces signalées en Algérie

L'ensemble des travaux menés et inventaires ichthyologique établis indique la présence de 19 espèces de Gobiidae sur les côtes algériennes (Lahreche (2013), Chemi (2014), Djane Hamed (2015), Baali et Mazouni (2015), Lakhdar et Miloudi (2019)).

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. *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814), Gobie à taches noires
15. *Pomatoschistus marmoratus* (Risso, 1810), gobie marbré
16. *Pomatoschistus microps* (Krøyer, 1838), gobie tacheté.

17. *Pomatoschistus minutus* (Pallas, 1770), gobie à sable.

18. *Zebrus zebrus* (Risso, 1827), gobie zébré.

19. *Zosterisessor ophiocephalus* (Pallas, 1814), gobie-lote.

I.2 Les gobies de nature cryptique

Peu d'espèces nouvelles de gobies ont été décrites lors des dernières décennies (Heymer et Zander(1992); Miller(1992); Ahnelt et Patzner(1995) Kovacic et Miller(2000) in Kovačić et Šanda (2016))

Toutes les espèces (sauf *Gobius xanthocephalus*) sont morphologiquement distinctes, leur identification tardive dans une zone aussi bien étudiée que la méditerranée est due à leur nature cryptique et leur petite forme (ex :le gobie d'Andromède *Didogobius schlieweni* (Miller, 1992) le gobie nain à barres brunes *Didogobius splechnai* (Ahnelt et Patzner, 1995)ou leur occurrence dans des zones profondes (le gobie de kolombatovic *Gobius kolombatovici* (Kovacic & Miller, (2000) in in Kovačić et Šanda (2016)).

I.3 Noms communs

Dans l'algérois les gobies ainsi que les espèces de poissons y ressemblant (blennies) sont désignés vulgairement par le terme « E-chaddi ». Quant à la wilaya de Tipaza et les zones avoisinantes ils sont appelés « Calboutt ».

Chapitre II :

Matériel et méthodes

II.1 Zone de prélèvement

Pour l'élaboration de notre inventaire nous avons accomplie une dizaine de sorties et récolté en l'occurrence des individus provenant de la région (Centre). Afin d'étendre la zone d'étude nous avons eu recours à des échantillons conservés nous provenant des régions (Ouest, Est). Les différentes stations ciblées sont citées comme suit et représentées sur la carte ci-dessous (fig. 4) :

- Port la madrague à Ain benian
- Port Sidi Fredj à Staouali
- Port de Tipaza
- Plage l'ilot à Ain El-beniane
- Plage de Bousmail
- Béni Saf
- Jijel



Figure 3 : Carte représentant les zones d'études

II.2 Méthode de pêche

Il semblerait qu'il soit plus facile de repérer les gobies à travers une eau claire sur les ports plutôt que sur les plages, ceci est probablement dû à la taille des ports relativement étroite comparée à celle des plages et qui permet en conséquence d'exploiter ces derniers plus rapidement.

Des pièges artisanaux (bouteilles en plastique) munis d'appâts pour attirer les poissons ont été installés et distancés dans l'eau, une inspection après moment arbitraire suivi d'un tri à l'œil nu des poissons capturés, permettaient de séparer les gobies des autres poissons (blennies, girelles ...).

Chapitre II : Matériel et méthodes

L'appât est constitué uniquement de semoule mouillée à l'eau de mer. Un autre mélange à base de poisson n'attirait que peu de gobies, la semoule est donc probablement plus favorable, d'après nos observations.

La technique la plus appropriée pour appréhender les gobies à la ligne est « la palangre de fond » étant donné leur nature benthique.

La sélectivité des hameçons (#8 - #6) est proportionnelle à la taille des individus de sorte à ce que le poisson qui y mord accroche directement à l'hameçon sans s'échapper, et peut ainsi être vite remonté avec un mouvement précipité de la main. En Moyenne la prise d'un seul gobie dure généralement deux minutes.

Nous avons remarqué que parfois au même endroit les gobies n'interagissaient pas et ne s'approchaient nullement de l'appât ceci est peut-être dû aux horaires de pêches.

L'épuisette s'utilise dans une eau peu profonde, elle permet de capturer une variété d'espèces de poisson pour la plupart juvéniles, avec quelques spécimens adultes dont la taille ne dépasse pas souvent les trois centimètres. L'identification des Gobiidae récupérés est confirmée par la suite au laboratoire à travers une loupe.

Le transfert des poissons capturés se fait dans un seau rempli d'eau de mer aérée par un oxygénateur alimenté par des piles.

II.3 Entretien des gobies

L'échantillon est ramené dans un aquarium propre constamment aéré. S'assurer que les fils conducteurs de l'oxygénateur ne sont pas entremêlés. Les juvéniles sont maintenus dans un seau à part, loin des adultes. En effet il est arrivé que certains individus gravement blessés (lors des séances de pêches) ou souffrant d'anomalies (corps bossu) aient été retrouvés le lendemain matin à moitié dévorés. N'ayant pas observé ce comportement agressif, il se peut que ces derniers aient été attaqués après leur mort. Les gobies ne sont jamais nourris, l'eau de mer est changée par une eau de mer presque quotidiennement ou chaque fois qu'elle devient terne.

Dans l'aquarium, en temps de calme les gobies sont peu actifs et se déplacent rarement. Ils reposent sur le fond (fig. 5).



Figure 4 : Gobies observés en aquarium

II.4 Traitement des échantillons

II.4.1 Notation des critères d'identification

Se basant sur les dix-neuf espèces signalées sur les côtes algériennes (Lahreche (2013), Chemi (2014), Djane Hamed (2015), Baali et Mazouni (2015), Lakhdar et Miloudi (2019)). Un tableau personnel et comparatif réalisé à partir de clés FAO et multiples guides d'identification (en lignes ou livres, et particulièrement la clé d'identification proposée par Lakhdar Ezzine et Miloudi, (2019) a été établi pour orienter et faciliter la reconnaissance des espèces.

Les gobies s'observent vivants où ils déploient librement leurs nageoires, il est à noter que ces poissons en cas de stress où une fois retirés de l'eau changent de couleur et certaines de leurs caractéristiques authentiques disparaissent, ce qui complique et nécessite du temps à leur identification.

Bon nombre de photos y ont été prises, les caractères primitivement relevés sont donc la couleur du corps, les touffes, les taches observées sur les nageoires (ex : *Gobius niger* possède une tache noire sur la 1ere nageoire dorsale et souvent une autre sur la 2eme nageoire dorsale qui disparaissent après sa mort, *Gobius paganellus* possède une bande jaune-orangée apicale sur la 1ere nageoire dorsale plus ou moins évidente pendant sa période de vie, toutefois elle ne disparaît pas), ajouté à cela plusieurs autres critères plus ou moins évidents.

II.4.2 Prélèvement et neutralisation

Une fois qu'un gobie ciblé dans l'aquarium présente quelques caractères propres à une espèce, il est ciblé est remonté hors de l'eau par une épuisette puis remis dans un bécher contenant du 2-phénoxyéthanol mélangé avec une eau de mer pour une dizaine de secondes, ceci a pour effet d'inhiber l'activité du gobie.

Chapitre II : Matériel et méthodes

L'effet anesthésiant du mélange (1:200, 2-phénoxyéthanol – eau de mer) dure assez longtemps et pourra être réutilisé ultérieurement sur plusieurs individus.

Le gobie est retiré du béccher par une pince en le saisissant préférentiellement par la nageoire caudale et le mettant dans un bac, son crane (l'arrière des yeux) est transpercé par une aiguille qui atteindra l'encéphale et neutralisera le poisson.

Le gobie est ensuite séché avec du papier absorbant. Ainsi fait son poids dans l'étape suivante pourra être prélevé avec plus d'exactitude.

II.4.3 Identification des gobies

Le système de pores muqueux sur la tête des Gobiidae est le seul critère permettant une identification certaine des espèces (Bodilis et al., 2021).

La dentition, le schéma des pores sont en sommes des caractères étudiés de près à travers une loupe binoculaire, la forme de la ventouse la couleur du corps et la présence ou non de taches ainsi que leur nombre et disposition à des endroits bien précis, sont des caractères prélevés à l'œil nu. Certaines espèces se reconnaissent facilement par leurs caractères authentiques quant à d'autres : elles peuvent prêter confusion. Par exemple *Gobius bucchichi* et *G. geniporus* juvéniles ont la même couleur et un V sur le museau, qui n'apparaît pas chez les individus adultes de la deuxième espèce. Une clé élaborée avec l'assistance d'une personne plus expérimentée sont fondamentaux et donnent plus de certitude à l'identification des espèces.


Les tableaux 1 et 2 sont restreints et s'appliquent uniquement aux 18 espèces de la côte algérienne. Dans un contexte idéal où une espèce exotique ou nouvelle ne s'y trouverait pas.


Nous avons organisé le travail dans un tableau et classifié les espèces par ordre croissant selon une échelle de difficulté arbitraire c'est-à-dire que les espèces présentant des caractères facilement observables et définitifs (en comparaison aux espèces adjacentes) sont mises en avant ; en premier.


Les espèces présentant un caractère authentique absent chez les autres espèces et aisément observé sont considérées comme étant des espèces faciles à identifier.


Les espèces dont les principaux caractères de distinction sont relatifs à la taille (tête volumineuse, yeux prépondérant ...) et au moment même arbitraire pour l'observateur (binôme 1 : cette tête est massive ; binôme 2 : cette tête n'est pas assez massive) sont considérées comme étant compliquées à identifier.

Chapitre II : Matériel et méthodes

 : Le cercle suggère une espèce facilement reconnaissable

 : Le triangle indique que même si l'espèce est facilement reconnaissable les caractères distinctifs peuvent ne pas être visibles

 : Le losange indique qu'il y a un risque de confusion modéré entre deux ou plusieurs espèces

 : La croix signifie que l'espèce pourrait facilement être confondue

Les espèces partageant des caractères communs entre elles sont considérées comme étant des espèces difficiles à identifier (risque de confusion modéré).








Les photos adjointes dans le tableau, ainsi que la colonne remarque ont été repris des bases de données internet DORIS, Données d'Observation pour la Reconnaissance et l'Identification de la faune et de la flore Subaquatique et FISHBASE.





Les tableaux 2, 3 et 4 nous ont servis comme précurseurs aux multiples guides d'identification : clés FAO, Guide d'identification des poissons marins - Eur. & Méd. (Nouvelle édition) : Louisy, Patrick) plus détaillés qui par la suite vont soit confirmer (approximativement) ou infirmer l'identification primaire.


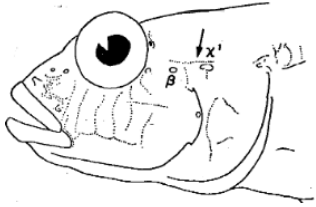








Tableau 1 : Genres de Gobiidae signalés en Algérie





Genre	Nombre d'espèces	Description du genre
<i>Aphia</i>	1	Se rapporte à l'unique représentant
<i>Deltentosteus</i>	2	
<i>Gobius</i>	7	Narine antérieure avec un tentacule triangulaire ou digité sur son bord postérieur ; au moins 2 ou 3 rayons supérieurs plus ou moins libres aux pectorales
<i>Lesueurigobius</i>	3	
<i>Pomatoschistus</i>	3	
<i>Zebrus</i>	1	Se rapporte à l'unique représentant
<i>Zosterisessor</i>	1	Se rapporte à l'unique représentant
	18	Total


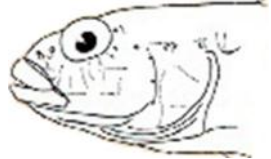





Tableau 2 : Clé d'identification des principales espèces de Gobiidae en Algérie.





Espèce	Schéma des pores	Ventouse	Photo	Clé d'identification	Remarque
<i>Aphia minuta</i> 				Corps transparent : organes internes visibles	Le corps est globalement transparent, à tel point que les organes internes sont visibles (Didierlaurent et al., 2021)
<i>Zberus zebrus</i> 				*Coloration très variable Bandeau clair sur la nuque *Stries verticales claires sur le corps	... on distingue nettement le bandeau blanc présent sur la nuque ... (Bodilis et al., 2020) Parfois les traits caractéristiques sont peu visibles ... (Bodilis et al., 2020)
<i>Gobius vitatus</i> 				*Large bande brun rougeâtre de la bouche à la queue *Ventre blanc et dos blanc jaunâtre	Le gobie rayé est facilement reconnaissable, car c'est le seul gobie avec une bande noire (Le Bris et al., 2021)


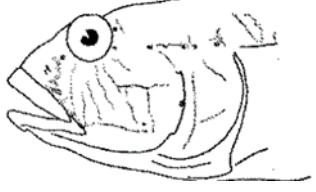
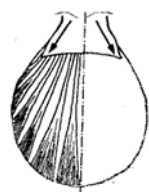


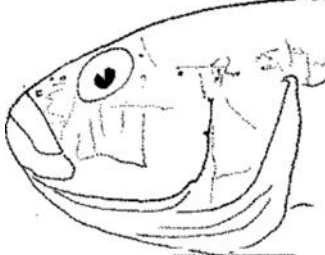

	Facilement reconnaissable.		Risque de confusion modéré.
	Caractères distinctifs peuvent ne pas être visibles.		Facilement confondu.

<p><i>Gobius cruentatus</i></p> 				<p><u>Lèvres vermillon</u></p>	<p>Les lèvres vermillon du gobie à bouche rouge sont très caractéristiques de l'espèce (Bodilis et al., 2021)</p>
<p><i>Gobius paganellus</i></p> 				<p>*Yeux gros et proéminents, lèvres épaisses</p> <p>*<u>Bande jaune à orangée</u> au sommet de la première nageoire dorsale</p>	<p>La bande jaune-orangée sur la première dorsale aide généralement à reconnaître le gobie paganel, elle en est même quel que soit la nuance, une caractéristique (Weber et al., 2020)</p>
<p><i>Gobius niger</i></p> 				<p>*1ère nageoire dorsale pointue chez l'adulte (<u>2ème et 3ème rayons plus longs</u>) très haute chez le mâle, triangulaire chez la femelle</p> <p>*Une <u>tache sombre</u> au début de la première nageoire dorsale, parfois la 2ème aussi.</p>	<p>La couleur « banale » du jeune gobie le rend difficile à distinguer des autres espèces de gobies (Bodilis et al., 2021)</p>

	Facilement reconnaissable.		Risque de confusion modéré.
	Caractères distinctifs peuvent ne pas être visibles		Facilement confondu.

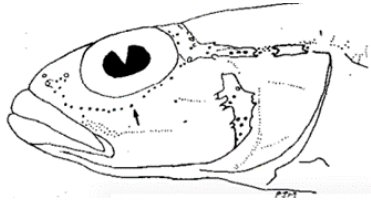


<p><i>Gobius Bucchichi</i></p> 				<p>*Lignes sombres traversant chaque œil et se rejoignant sur le museau pour former un « V »</p> <p>*Livrée claire <u>mouchetée</u> de <u>points</u> foncés alignés</p>	<p>La livrée claire mouchetée de points sombres, dont certains forment des alignements discontinus sur les flancs est caractéristique (Hanon et al., 2020)</p>
<p><i>Gobius geniporus</i></p> 				<p>*Ligne de taches brunes plutôt <u>rectangulaires</u> le long des flancs</p>	<p>Les caractères distinctifs ne sont pas toujours bien visibles... (Lamare et al., 2021)</p>
<p>(juvénile & adulte)</p>				<p>*Tache sombre sous l'œil</p> <p>*Rangées de <u>papilles foncées</u> au-dessus de la tête</p>	<p>La ligne sombre qui part du museau et traverse l'œil est caractéristique des juvéniles (Lamare et al., 2021)</p>




 Facilement reconnaissable.	 Risque de confusion modéré.
 Caractères distinctifs peuvent ne pas être visibles	 Facilement confondu.




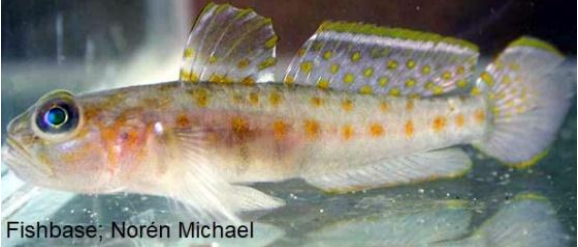
<p><i>Gobius cobitis</i></p> 	 		<p>*1ere nageoire dorsale < 2eme</p> <p>*nageoires pectorales ronde, larges et rayons supérieurs totalement libres</p> <p>* Tête large et épaisse</p>	<p><i>Gobius cobitis</i> est le plus grand gobie de méditerranée (Maliet et al ., 2021)</p>
<p><i>Zosterisessor ophiocephalus</i></p> 			<p>*Marques verticales noires sur les flancs</p> <p>*Zone horizontale blanche sur le haut du dos</p> <p>*Tache noire oblique sous les yeux</p>	<p>La pupille de l'œil, de couleur brun foncé à noir, a une forme de larme surlignée de jaune, la marque noire oblique sous les yeux, ainsi que le motif réticulé noir sur fond beige clair sur les joues sont caractéristiques (Le Bris et al ., 2021)</p>





	<p>Facilement reconnaissable.</p>		<p>Risque de confusion modéré.</p>
	<p>Caractères distinctifs peuvent ne pas être visibles.</p>		<p>Facilement confondu.</p>


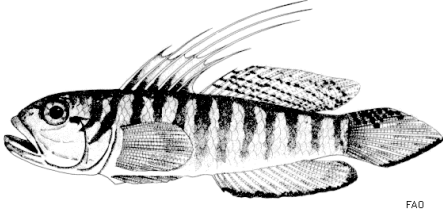


Tableau 3 : Clé d'identification des principales espèces de gobie en Algérie





Espèce	Schéma des pores	Photos	Clé d'identification	Remarques
<i>Deltentosteus quadrimaculatus</i>			<p>Papilles sous-orbitaires avec une rangée longitudinale « a » immédiatement sous l'œil (schéma des pores)</p> <p>*Tache noire sur la première nageoire dorsale</p>	<p>Ce gobie a une forme générale plutôt élancée, en fuseau, et un long pédoncule caudal avec 4 taches noires plus ou moins marquées, sur les flancs et une cinquième plus estompée et en forme de « 3 » sur le pédoncule caudal (Didierlaurent et al., 2021)</p>
<i>Deltentosteus collonianus</i>			<p>*Cinq taches noires le long de chaque flanc</p> <p>*Pédoncule caudal marqué d'une tache noire en forme de T renversé</p>	<p>Ce gobie se caractérise par un museau assez pointu, et 5 taches noires sur les flancs (Le Bris, 2021)</p>

	Facilement reconnaissable.		Risque de confusion modéré.
	Caractères distinctifs peuvent ne pas être visibles		Facilement confondu.

<p><i>Lesueurigobius suerii</i></p> 	 <p>doris.ffessm.fr © Stéphane JAMME</p>	<p>*Tête et corps marqués de lignes jaunes ou bleues</p> <p>*Opercule marqué de 3 lignes jaunes, obliques</p> <p>*Caudale en pointe de lance</p>	<p>Les deux dorsales transparentes sont marquées de lignes horizontales jaunes, il y a aussi une tache noire sur la première dorsale (Didierlaurent et al., 2021)</p>
<p><i>Lesueurigobius friesii</i></p> 	 <p>Fishbase; Norén Michael</p>	<p>*Taches brunes-jaunâtres le long du corps et sur les nageoires dorsales</p> <p>*rangée de papilles foncées entre les yeux</p>	<p>/</p>

 Facilement reconnaissable.	 Risque de confusion modéré.
 Caractères distinctifs peuvent ne pas être visibles	 Facilement confondu.

<p><i>Lesueurigobius sanzi</i></p> 		<p>*Rayons de la nageoire dorsale très allongée (Louisy, 2015)</p>	<p>/</p>
<p><i>Pomatoschistus marmoratus</i></p> 		<p>*Gros <u>point blanc</u> devant <u>chaque œil</u> et un en <u>arrière</u>, au milieu</p> <p>* Trait noir oblique entre œil et bouche</p> <p>*Coloration dépendant du substrat Œil : moitié <u>supérieure orangée</u>, moitié <u>inférieure de la couleur des joues</u>, trait brun délimitant ces 2 moitiés</p>	<p>La tache blanche devant chaque œil ainsi que ainsi que celle en arrière des yeux sont caractéristiques (Le Bris, 2020)</p>
		<p>*Tache noire ou bleue</p>	

<p><i>Pomatoschistus minutus</i></p> 	 <p>doris.ffesm.fr © Jean-Pierre COROLLA</p>	<p>sur le bord arrière de la première dorsale</p> <p>*Tête au profil aplati au niveau des yeux</p> <p>*Marque triangulaire sombre sur le pédoncule caudal (De Casamajor et al., 2020)</p>	<p>/</p>
<p><i>Pomatoschistus microps</i></p> 	 <p>doris.ffesm.fr © Michel BARRABÈS</p>	<p>*Tache noire au niveau de l'aisselle de la pectorale</p>	<p>Le museau particulièrement court est un caractère majeur (De Casamajor et al., 2020)</p>

	Facilement reconnaissable.		Risque de confusion modéré.
	Caractères distinctifs peuvent ne pas être visibles.		Facilement confondu.

Chapitre II : Matériel et méthodes

A titre indicatif, le biotope peut clarifier, lors d'une identification contestée entre 2 espèces confondues. Effectivement en revenant à l'individu prélevé et d'où il a été capturé (zone de prélèvement), la procédure s'avère très suggestive. Le tableau (5) indique les différents biotopes de certaines espèces (celles qui peuvent le plus souvent prêter confusion) :

Tableau 4 : Biotopes de certaines espèces de Gobiidae

Espèce	Biotope
<i>Gobius bucchichi</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Fonds rocheux, sableux-vaseux - Il vit souvent à proximité de l'anémone verte (<i>Anemonia viridis</i>)
<i>Gobius cobitis</i>	<ul style="list-style-type: none"> -En sédentaire : petits fonds de la zone intertidale -préférentiellement : fonds rocheux, champs de blocs exposés au retournement -occasionnellement : fonds sableux -juvéniles : lagunes côtières
<i>Gobius geniporus</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Fonds sableux, de gravier, à proximité des herbiers
<i>Gobius niger</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Préférentiellement : milieux saumâtres (estuaires, lagunes), zones superficielles -milieux marins : fonds sableux, vaseux, herbiers de phanérogames, algues
	<ul style="list-style-type: none"> -Préférentiellement : sous pierres, touffes d'algues.

<p><i>Gobius Paganellus</i></p>	<p>-fonds vaseux</p> <p>-fréquemment : flaques au bord de plages, rochers herbus, zones de marée</p> <p>-occasionnellement : anfractuosités, roches, ports</p> <p>-temporairement : eaux saumâtres à douces</p>
<p><i>Zebrus zebrus</i></p>	<p>-zones rocheuses, zones superficielles (riches en algues), anfractuosités, sous pierres</p>
<p><i>Zosterisessor ophiocephalus</i></p>	<p>-herbiers des zones sablo-vaseuses des estuaires et lagunes</p> <p>-quelques lacs d'eau douce</p>

Après identification, le tableau (6) a été consulté en cas de nécessité (lors d'une identification difficile) et l'espèce attestée a été comparée à celles qui lui ressemblent. Lors de cette étape nous avons procédé par attribut et élimination de caractères ex : l'individu traité présente 3 caractéristiques du *gobius niger* comparé à seulement une caractéristique du *gobius paganellus*.

Tableau 5 : Ressemblance des espèces

Espèce	Espèces ressemblantes
<i>Deltentosteus collonianus</i>	<i>Deltentosteus quadrimaculatus</i>
<i>Deltentosteus quadrimaculatus</i>	<i>Deltentosteus collonianus</i>
<i>Gobius buccichi</i>	<i>Gobius geniporus</i>
<i>Gobius cobitis</i>	<p><i>Gobius paganellus</i></p> <p><i>G. geniporus</i></p> <p><i>G. niger</i></p> <p><i>Gobius buccichi</i></p>

	<i>Zosterisessor ophiocephalus</i>
<i>Gobius geniporus</i>	<i>Gobius bucchichi</i>
<i>Gobius niger</i>	<i>Gobius paganellus</i>
<i>Gobius paganellus</i>	<i>Gobius niger</i> <i>Gobius cobitis</i> <i>Gobius paganellus</i>
<i>Zosterisessor ophiocephalus</i>	<i>Gobius niger</i>

II.4.4 Sexage

Les individus traités par la suite ont d'abord été sexés en observant la forme de leur papille urogénitale développée ou en développement, généralement conique chez les mâles et cylindrique chez les femelles Gobiidae.

Cette dernière s'observe à l'œil nu. Mais en cas de difficulté sous une loupe binoculaire, en la manipulant préférentiellement par une épingle car souvent rétractée, un gobie mâle peut être confondu avec une femelle (fig.6)

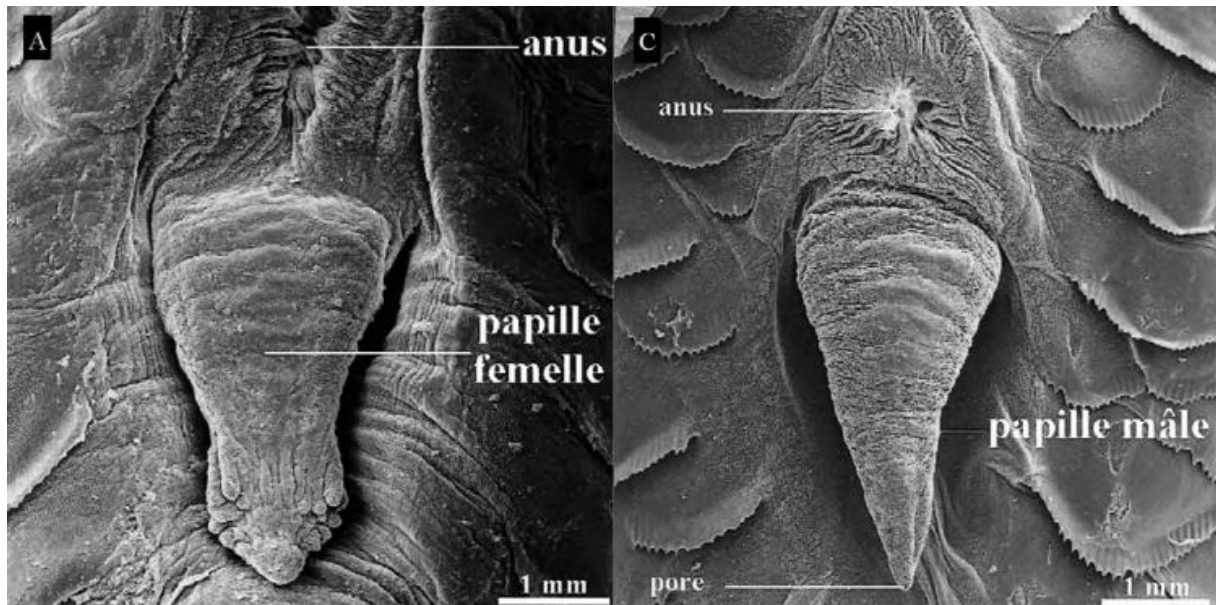


Figure 5 : : Vues ventrales, observées au microscope électronique à balayage, des papilles urogénitales du Gobiidae *Lophogobius cyprinoides*. A. Femelle. C. Mâle (Bouchereau et al., 2010)

II.4.5 Mensuration de quelques distances morpho-anatomique :

Sur chaque individu nous avons pris des mensurations morpho-anatomiques nous aidant du matériel de laboratoire adéquat, retiré les otolithes puis compté les vertèbres.

Afin de mener à bien notre identification et caractériser les espèces recensées nous avons effectué les mensurations suivantes (fig7):

- Wt : poids
- LT: longueur totale
- LS : longueur standard
- Dy (mm) : distance entre les yeux
- L D1 (mm) : longueur jusqu'à la première dorsale
- L D2 (mm) : longueur jusqu'à la deuxième dorsale
- Lv : longueur de la ventouse
- H : hauteur
- Lt : longueur de la tête
- Lb : longueur de la bouche
- Péd : longueur du pédoncule
- Péd (L) : largeur du pédoncule
- Branchiospines : nombre de branchiospines
- D1 : nombre de rayons de la première nageoire dorsale
- D2 : nombre de rayons de la deuxième nageoire dorsale
- A : nombre de rayons de la nageoire anale
- V : nombre de rayons de la ventouse
- P : nombre de rayons de la nageoire pectorale

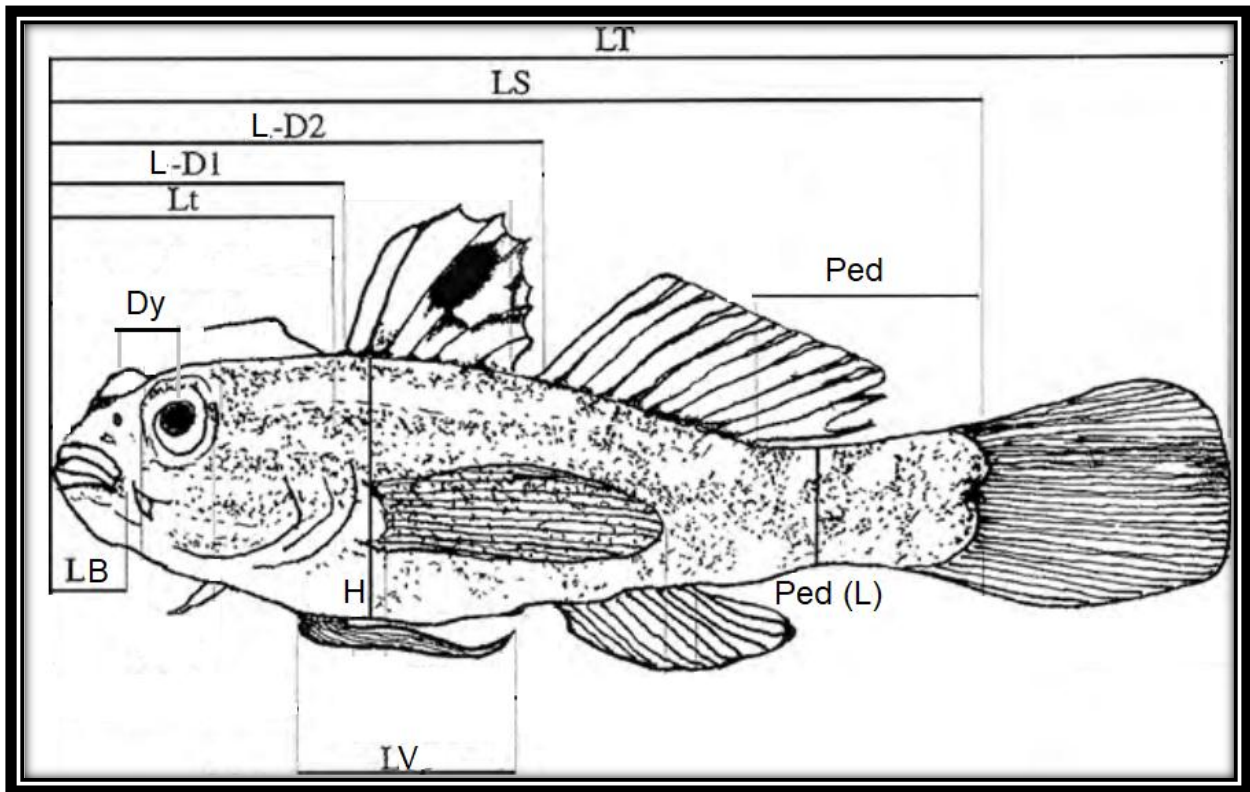


Figure 6 : Exemple des distances morpho-anatomiques mesurées (Boucherau et al., 2010, modifiée)

✓ Matériels utilisés

-Pour la mesure du poids nous avons utilisé une balance électronique de précision 0,01 et une autre de précision 10^{-4} pour les juvéniles.

-Pour les distances morpho-anatomiques (Lt ,Ls , Dy ,Ld1 , Ld2 , Lv , H , Lté , Lb , longueur et largeur du pédoncule), nous avons utilisé un pied à coulisse.

-Concernant les paramètres méristiques (nombre de rayons des nageoires ; dorsales : D1, D2 et anale pectorale et ventouse) nous avons utilisé des boîtes pétries, pinces, épingles sous une loupe binoculaire

-Pour les prélèvements et calcule du nombre de branchiospines nous avons utilisé ciseau, boîtes pétri, pinces, épingles, loupe

-Pour ce qui est du comptage des vertèbres nous avons utilisé une plaque chauffante, une couscoussière, des pinces, boîtes pétris et loupe.

✓ Mode opératoire

Sur tous les individus traités le mode opératoire a été le même et il se présente ainsi :

- Mettre le gobie sur la balance tarée préalablement et noter le poids.
- Mettre le gobie sur la paillasse et à l'aide du pied à coulisse, mesurer la Lt ,Ls , Ld1 , Ld2 , Lv , H , Lté , Lb , Dy , longueur et largeur du pédoncule.
- Prendre le gobie à la main, à l'aide d'une épingle, séparer les rayons un par un afin de les compter.
- Dans le cas où l'individu est trop petit, les rayons ne sont pas faciles à distinguer, alors l'utilisation de la loupe a été de rigueur.
- Une fois les rayons de toutes les nageoires comptées, nous passons aux branchiospines.
- Tenir le gobie, à l'aide d'un ciseau, faire une petite incision au niveau de l'opercule et ainsi pouvoir retirer la branchie.
- Mettre directement la branchie dans une boîte pétrie contenant quelques gouttes d'eau puis disposer la boîte pétrie sous loupe.
- Compter les terminaisons translucides observées, ce sont les branchiospines.

II.4.6 Prélèvement des branchies et dénombrement des branchiospines

Deux coupures au ciseau en direction de la bouche, sont pratiquées sur le plan basal et apical de l'opercule, suivi d'une autre coupure verticale reliant les deux points terminaux (extrémités des deux coupures), cette partie de l'opercule est retirée laissant ainsi voir les branchies ; Sur les quatre branchies : la première (à partir de la bouche) est découpée aux extrémités puis retirée avec une pince et mise dans un récipient. Elle est rincée ensuite avec une eau distillée, l'eau doit passer par un cône fin ; nettoyés les branchiospines seront clairement visibles sur une loupe binoculaire comme le montre la (figure 8) :

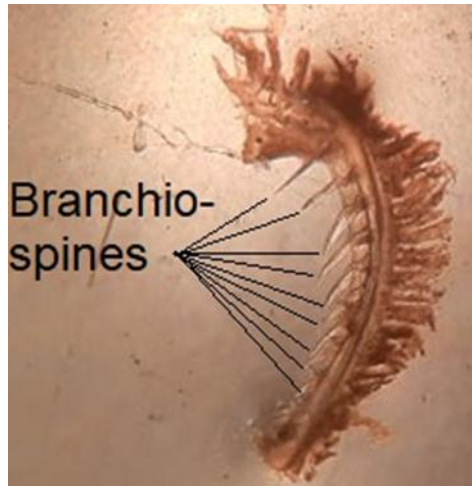


Figure 7 : Branchie vue à la loupe (Grossissement 2*10)

II.4.7 Prélèvement des otolithes

Le prélèvement des otolithes est une étape à la fois délicate et irréversible. Elle nécessite une grande concentration et une forte luminosité, la difficulté est plus considérable avec les individus de petite taille. Pour ce qui est du cas présent, cette procédure n'a pas été pratiquée sur les juvéniles.

Une coupure avec un ciseau est appliquée au milieu du crâne à l'arrière des yeux et se poursuit jusqu'à la première nageoire dorsale, puis les bords du crâne sont notamment tranchés avec un ciseau, il serait préférable d'arracher cette chair entièrement du corps du poisson.

La chair restante, attachée au crâne qui empêche la distinction des organes internes est ramenée en arrière d'un mouvement transversal avec un scalpel et finalisé par son retrait avec une pince suivi d'un rinçage à l'eau.

La tête du poisson permettant ainsi la visualisation des organes internes, une pince aux pointes arrondies larges est utilisée prudemment pour récupérer les otolithes (droit puis gauche), qui sont immédiatement remis dans un récipient. (fig .9)

Les otolithes ont été par la suite rincés avec une eau distillée puis séchés (un seul à la fois) dans du papier absorbant avant d'être mis à sec dans des micro-tubes de type Eppendorf® étiquetés portant le code du gobie traité permettant ainsi la reconnaissance des otolithes lors de la photographie de ces derniers.

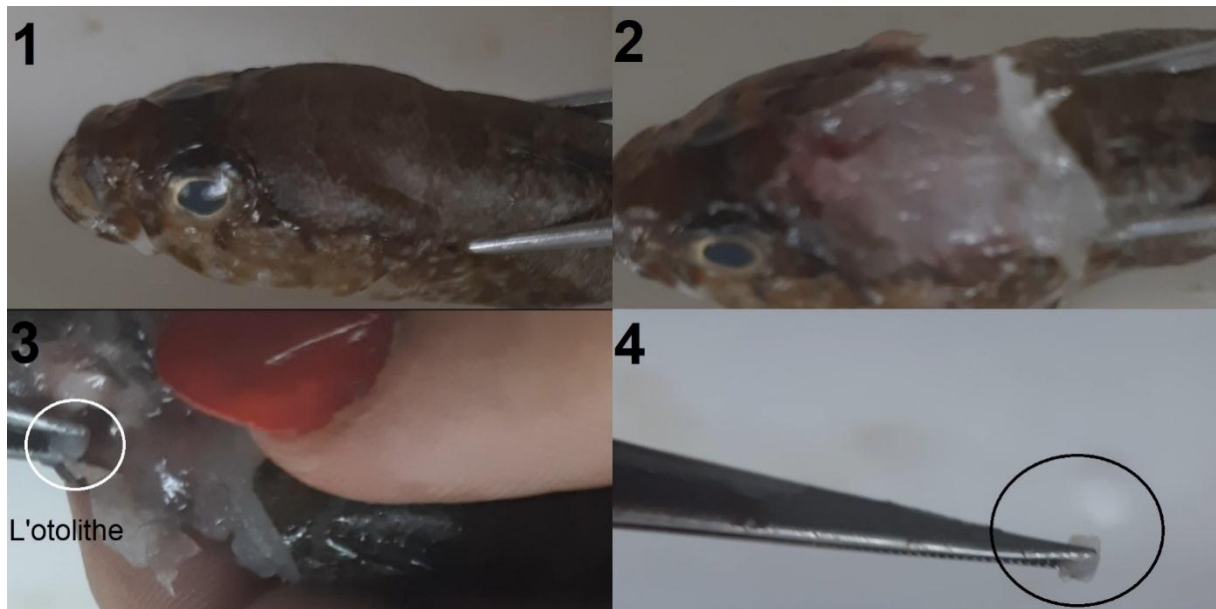


Figure 8 :étapes de prélèvement d'un otolithe (originale)

II.4.8 Conservation des gobies

Un code est attribué à chaque individu, selon la norme suivante :

Xx jj/mm/année – nb sexe

Xx : Première lettre du genre en majuscule, première lettre de l'espèce en minuscule

jj/mm/année : date du prélèvement (pour l'année, les deux derniers chiffres)

nb : chiffre par ordre croissant du gobie traité

sexe : M pour les mâles, F pour les femelles

Ce dernier est inscrit sur un petit bout de papier calcaire inséré dans la bouche du gobie au-dessus de sa langue.

Il serait préférable de rassembler les échantillons par espèce et date de prélèvement dans des sachets de congélation.

Les gobies ont été conservés dans un congélateur.

II.4.9 Dénombrement des vertèbres

Le dénombrement des vertèbres est une pratique de grande minutie qui requiert une précision et une technique bien précise, s'aidant d'un matériel précis la technique est la suivante.

✓ **Matériel utilisé**

- plaque chauffante.
- couscoussière.
- Des pinces.
- Récipient, bac ou boîte pétri.
- Eau afin de nettoyer les vertèbres.

✓ **Technique utilisée**

-Allumer la plaque chauffante à la température de notre choix, de préférence à 200 degrés pour que l'eau se réchauffe rapidement.

-Remplir à moitié d'eau le bas de la couscoussière puis mettre à réchauffer.

-Une fois que l'eau est chaude, placer le haut de la couscoussière.

-Diminuer la température jusqu'à 150 degrés pour ne pas perdre le contrôle de la cuisson du poisson.

-Mettre un gobie dans le haut de la couscoussière et le retourner régulièrement en prenant grand soin de ne pas l'abimer et veiller à ce qu'il reste intact.

-Une fois que la chaire devient assez tendre, retirer le gobie délicatement en s'aidant des pinces et le mettre dans un récipient.

-Retirer la chaire délicatement avec les pinces en évitant d'abimer la colonne qui est très fragile compte tenu de la petite taille de nos individus.

-Une fois la chaire retirée, laver à l'eau la colonne.

-Une fois la colonne lavée, la mettre dans une boîte de pétri et enfin observer à la loupe et compter le nombre de vertèbres (fig.10)

-Pour un travail plus exact, le comptage se fait par deux personnes.

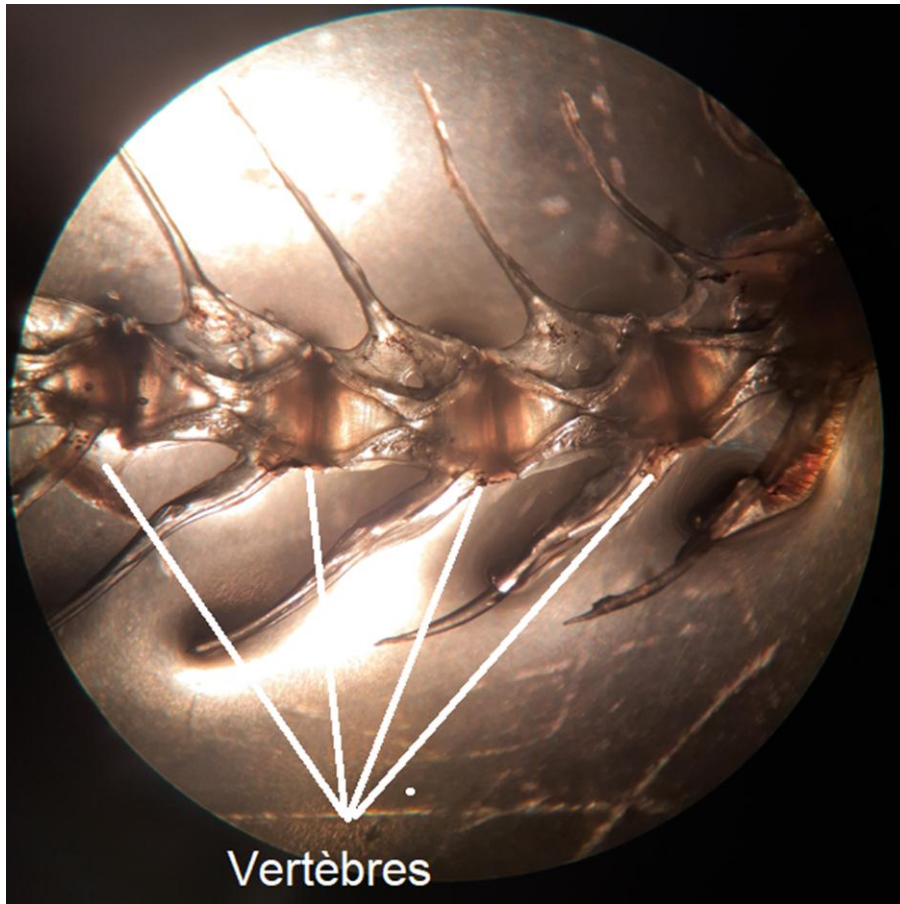


Figure 9 : Vertèbres de *Gobius geniporus* vues à la loupe.

II.5 Photographie des otolithes :

Avec une caméra (loupe électronique) à haute résolution, pouvant capter en détail les petites pièces de l'ordre du millimètre, nous choisissons en premier lieu le grossissement permettant une nette image, cette mise au point est conservée le long de l'opération, l'échantillon s'observera alors à travers le même grossissement.

Une petite échelle graduée est photographiée au début de chaque séance.

Nous avons photographié l'otolithe droit sur un fond noir et lisse ne présentant pas de stries (pour de meilleurs résultats), l'image n'est prise que si l'otolithe placé à plat (face convexe dirigés vers l'observateur) se retrouve au centre de l'image et que les contours sont assez évidents (fig.11)

Si l'otolithe droit est abimé ou cassé une photo est prise de l'otolithe gauche puis elle sera inversée avec un éditeur d'images.

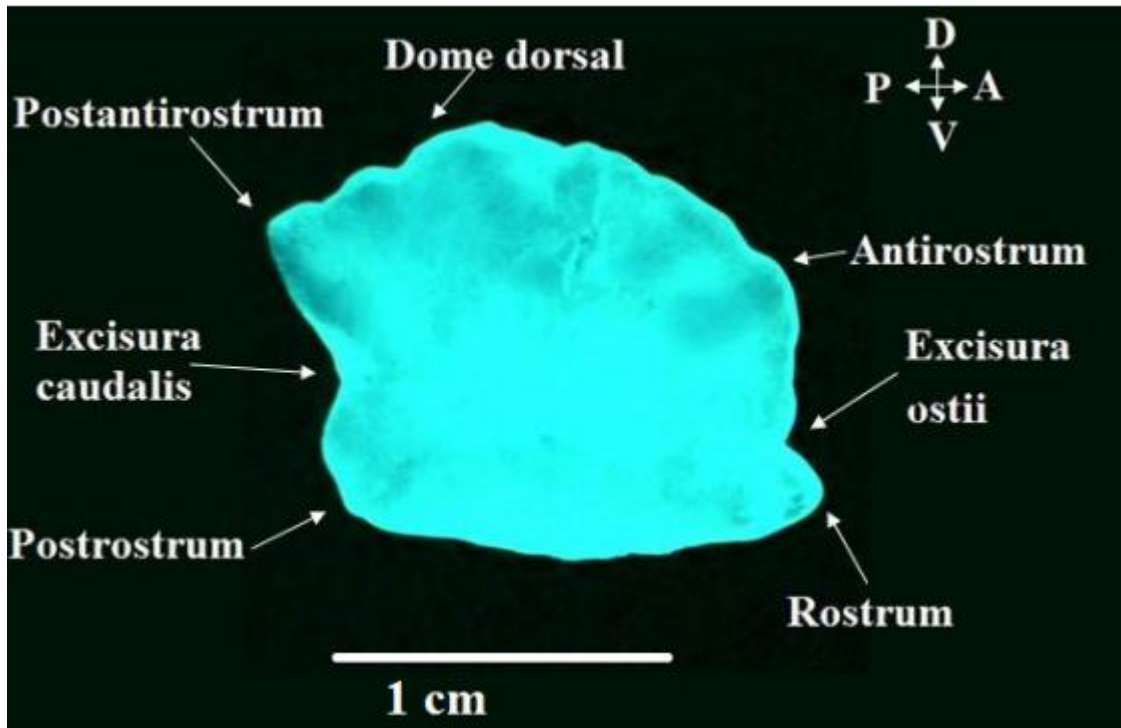


Figure 10 : Image indiquant les principaux caractères du pourtour et de la face interne de l'otolithe de *Gobioides niger* (Lakhder Ezzinet Miloudi, 2019).

II.5.1 Analyse de la forme des otolithes

Pour l'analyse de la forme des otolithes, deux méthodes morpho-métriques 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 (Libungan et Pálsson, 2015)

II.5.1.1 ShapeR

ShapeR (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 (Libungan et Pálsson, 2015).

II.5.1.2 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.7) (Ladroit *et al.*, 2017).

Chapitre II : Matériel et méthodes

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

Descripteurs de distance	
Surface de l'otolithe (S)	Périmètre de l'otolithe (P)
Longueur de l'otolithe (Lo)	Largeur de l'otolithe (La)

(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 joint dans l'annexe.

L'analyse a été appliquée à travers le package vegan (Oksanen et al., 2019) a été utilisé pour effectuer l'analyse sous le logiciel R (The R Foundation, 2019).

Chapitre III : Résultats et discussion

III.1 Les espèces recensées

176 individus au total ont été traités dont 130 pêchés et 46 formolés, sur les 176 individus 154 ont été identifiées, 22 juvéniles n’ont pu être identifié, les espèces recensées (8 espèces) sont citées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 7 : Tableau représentant les espèces recensées

Espèces	Effectif	Région
<i>Gobius bucchichi</i>	51 (dont 10 congelés)	Ain benian, Sidi fredj, Tipaza, Bou-Ismaïl
<i>Gobius niger</i>	50 (dont 9 congelés)	Ain beniane, Sidi fredj, Tipaza
<i>Gobius paganellus</i>	33 (dont 15 congelés)	Ain benian, Sidi fredj, Tipaza, Bou-Ismaïl, Jijel
<i>Gobius geniporus</i>	7 (dont 2 congelés)	Ain benian, Sidi Fredj
<i>Gobius cruentatus</i>	3	Sidi Fredj
<i>Deltentosteus collonianus</i>	5 (congelés)	/
<i>Gobius cobitis</i>	4 (congelés)	Jijel
<i>Lesueurigobius sanzi</i>	1 (congelés)	Beni Saf
Non identifiés	22	

III.1.1 *Deltentosteus collonianus* (Risso, 1820) - Gobie denté

Cinq individus formolés ont été traités, les mensurations des distances morpho-anatomique sont uniquement relatives à la longueur totale et standard et celle de la tête ainsi que la hauteur du corps, l’inaptitude à faire davantage de mensurations est dû au fait que les poissons (fig.12) étaient secs et rigides, les données sont présentées dans le tableau 9 :

Tableau 8 : Mensuration des individus *Deltentosteus collonianus*

Région	Nb d’individus	Longueur totale (cm) min - max
/	5 (non sexés)	6,92 – 8,17

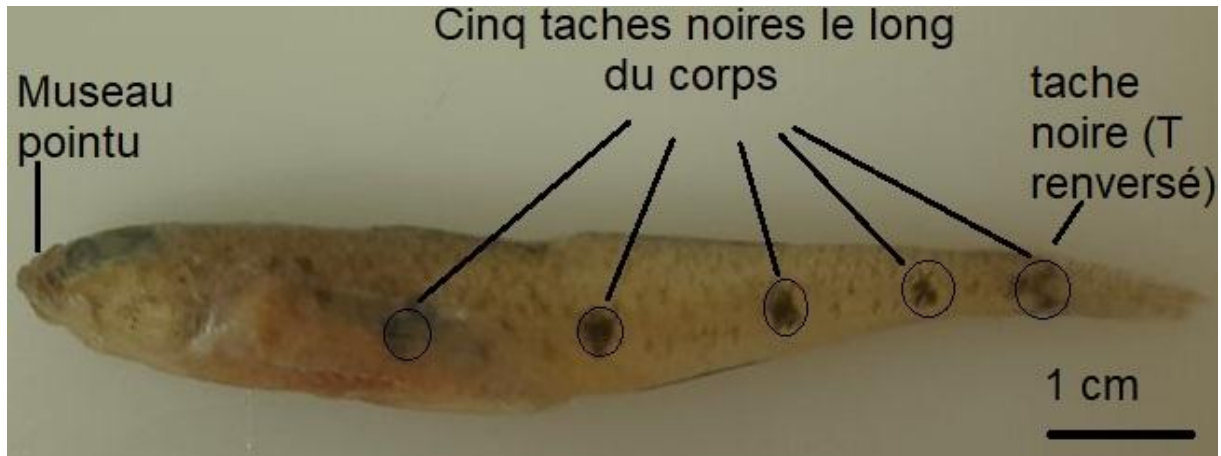


Figure 11 : Le gobie denté, *Deltentosteus collonianus* (originale)

III.1.2 *Gobius bucchichi* (Steindachner, 1870) – Le gobie des anémones :

Nous avons traité 51 individus de cette espèce (fig 13) les données sont présentées dans le tableau 10 :

Tableau 9 : Mensurations des individus *Gobius bucchichi*

Région	Nb d'individus		Poids (g) min -max		Longueur totale (cm) min - max		Nb de rayons des nageoires	Vertèbres
	♂	♀	♂	♀	♂	♀		
Aïn Benian	14	11	2,03 – 8,03	2,14 – 11,45	6,08 – 9,51	5,95 – 9,15	D1 : 6, D2 : 14 – 17 A : 12 – 15 P : 15 - 20 V : 10 – 12	27 – 28
Bou Ismaïl	2	1	6,12 - 7,84	4,97	8,13 - 8,88	7,89	D1 : 6, D2 : 15 A : 14 P : 16 -18 V : 10	28
Sidi Fredj	11	6	4 - 9,88	2,05 - 6,51	7,45 - 10,21	5,66 - 9,31	D1 : 6, D2 : 13 – 15 A : 12 – 14	27 – 28

							P : 14 - 20 V : 10 - 12	
Tipaza	2	3	5,4	3,51	8,38		D1 : 6, D2 : 13 - 16 A : 12 - 15 P : 16 - 19 V : 10 - 12	27 - 28
	Rq : 1 individu non sexé		- 9,31	- 8,16	- 9,37			



Figure 12 : Gobie moucheté, *Gobius bucchichi* (originale)

Pour plus de figures, consulter l'annexe 2

III.1.3 *Gobius cobitis* (Pallas, 1814) – Le gobie à grosse tête :

4 individus formolés ont été traités (fig.14) , les données sont présentées dans le tableau 11 :

Tableau 10 : Mensurations des individus *Gobius cobitis*

Région	Nb d'individus		Poids (g) min - max		Longueur totale (cm) min - max		Nb de rayons des nageoires
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	
Jijel	2	2	28,04	16,1	13,16	10,73	D1 : 6, D2 : 14 A : 11 P : 17 - 18 V : 10
			101,66	51,68	17,92	14,96	



Figure 13 : Le gobie à grosse tête, *Gobius Cobitis* (originale)

III.1.4 *Gobius cruentatus* (Gmelin, 1789) – Gobie à bouche rouge :

Trois individus seulement ont été traités, dans nos zones d'étude le gobie à bouche rouge (fig. 15 – fig. 16) a été peu fréquent ceci serait dû soit à la nature du substrat des zones ciblées qui ne définissent peut-être pas son biotope ou à la profondeur d'échantillonnage, les données concernant cette espèce sont présentées dans le tableau 12 :

Tableau 11 : Mensurations des individus *Gobius cruentatus*

Région	Nb individus	Poids (g) min - max	Longueur totale (cm) min - max	Nb des rayons des nageoires	Vertèbres
	♀	♀	♀		
Sidi Fredj	3	4,74 – 11,35	7,71 – 9,74	D1 : 6, D2 : 15 A : 12 - 14 P : 19 V : 10	28



Figure 14 : Le gobie à bouche rouge, *Gobius cruentatus* (originale).

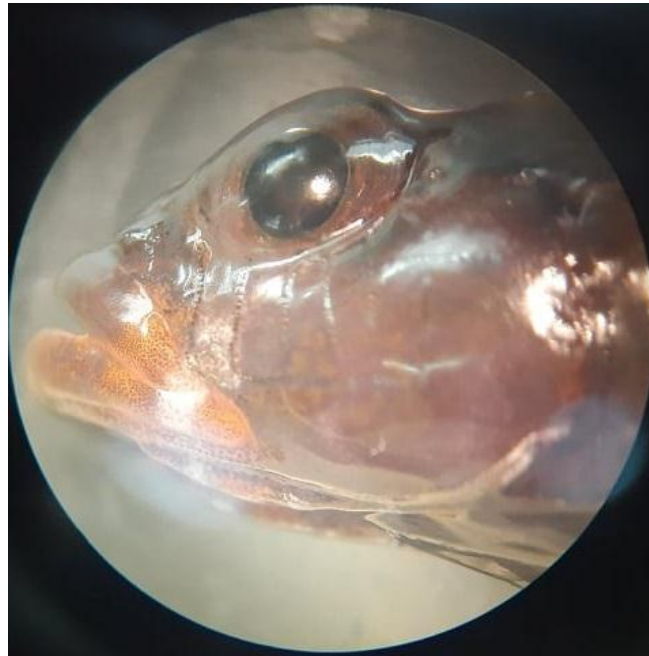


Figure 15 : Tête de *Gobius cruentatus* vue à la loupe (grossissement X2)

III.1.5 *Gobius geniporus* (Valenciennes, 1837) – Le gobie svelte :

Sept individus (dont 2 formolés) ont été traités, (fig.17) il y a eu une dizaine d'individus congelés identifiés dans un premier temps comme étant des *Gobius bucchichi*. Cette identification précoce a été abandonnée après décongélation car les spécimens nouvellement observés ne présentaient plus les mêmes caractères primaires (disparition du V sur le museau, changement de la couleur du corps ; devenue beaucoup plus foncée, des yeux complètement noirs). Ces derniers ont été conservés pour une identification ultérieure plus approfondie avec assistance, mais devinrent pourris suite à une panne électrique – l'échantillon a donc été perdu dans son intégralité, il se pourrait que ces derniers soient en effet des *Gobius geniporus*, si ceci s'avérait être le cas, il y'avait de fortes chances pour que le nombre d'individus traités soit compris entre $7 < x < 20$, le tableau 13 illustre les données relatives aux 7 individus :

Tableau 12 : Mensurations sur les individus *Gobius geniporus*

Région	Nb d'individus		Poids (g) min - max		Longueur totale (cm) min - max		Nb de rayons des nageoires	Vertèbres
	♂	♀	♂	♀ - y	♂	♀ - y		
Aïn Benian	0	2		4,43		7,9	D1 : 6, D2 : 13 - 15 A : 12 - 14 P : 15 - 18 V : 10	28
	Rq : 1 individu non sexé (y)			- 6,1 (**)		- 9,48		
Sidi Fredj	2	2	6,93 -	5,71 -	10,2 -	8,84 -	D1 : 6, D2 : 13 - 15 A : 12 - 14 P : 17 V : 10	28
			8,12	9,37	10,26	9,75		

** : l'individu non-sexé, prélevé à Aïn Benian n'a pas été pesé



Figure 16 : Gobie à joues poreuses, *Gobius geniporus* (originale)

III.1.6 *Gobius niger* (Linnaeus, 1758) - Le gobie noir :

L'espèce *Gobius niger* (fig.18 – fig.19) a été observée par abondance, 50 individus ont été traités, les données sont transmises dans le tableau 14 :

Tableau 13 : Mensurations sur des individus *Gobius niger*

Région	Nb d'individus		Poids (g) min - max		Longueur totale (cm) min - max		Nb de rayons des nageoires	Vertèbres
	♂	♀	♂	♀	♂	♀		
Aïn Benian	3	4	3,03 - 7,62	2,15 - 5,25	6,48 - 9,36	6,56 - 7,88	D1 : 6, D2 : 13 A : 12 P : 16-17 V : 10	28
Sidi Fredj	14	11	5,88 - 20,86	3,59 - 13,39	8,24 - 12,8	6,62 - 10,53	D1 : 6, D2 : 12-14 A : 11 - 13 P : 16 - 18 V : 10 - 12	26 – 28
Tipaza	6	7	4,13 - 13	2,3 - 6,38	6,98 - 10,34	5,87 - 8,15	D1 : 5 - 6, D2 : 12 - 14 A : 11 - 12 P : 17 - 18 V : 10 - 12	27 – 28
/	5	0	18,92 - 31		13,5 - 14,66		D1 : 6, D2 : 13-14 A : 11 - 12 P : 16 - 17 V : 10	/



Figure 17 : *Gobioides niger* mâle reproducteur (originale)

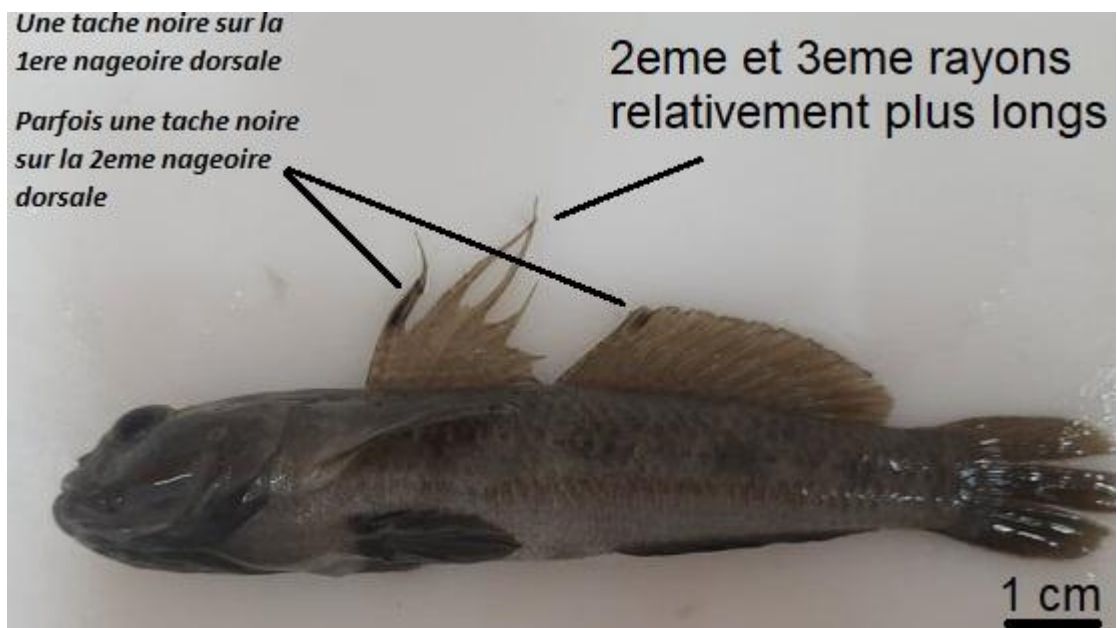


Figure 18 : *Gobioides niger* (originale)

III.1.7 *Gobioides paganellus* (Linnaeus, 1758) – gobie paganel :

Nous avons traité 33 individus (dont 15 congelés), (fig.20 – fig.21) les données sont présentées dans le tableau 15 :

Tableau 14 : Mensurations du *Gobius paganellus*

Secteur	Nb d'individus		Poids (g) min -max	Longueur totale (cm) min – max	Nb de rayons des nageoires	Vertèbres
	♂	♀				
Aïn Benian	2	9	2,02	5,89	D1 : 6, D2 : 13 – 16	/
	Rq : 1 individu non sexé		– 9,23	– 9,89	A : 12 – 13 P : 15 - 21 V : 10	
Bou Ismaïl	0	2	9,62	8,83	D1 : 6, D2 : 14	/
			– 9,86	– 8,86	A : 12 P : 18 - 22 V : 10	
Jijel	1	0	12,09	9,84	D1 : 6, D2 : 13 A : 13 P : 16 V : 10	/
Sidi Fredj	2	1	1,35	5,02	D1 : 6, D2 : 13 – 15	28
	Rq : 1 individu non sexé		– 9,51	– 9,15	A : 12 – 14 P : 14 - 20 V : 10 – 12	
Tipaza	0	6	0,25	2,69	D1 : 6, D2 : 12 – 15	/
	5 individus juvéniles non sexés		– 1,27	– 5,47	A : 10 -13 P : 16 - 19 V : 10	
/	1	1	Pesée	4,63	D1 : 6, D2 : 14 – 15	/
	Rq : 1 individu non sexé		inaccomplie	– 8,08	A : 13 P : 20 V : 10	

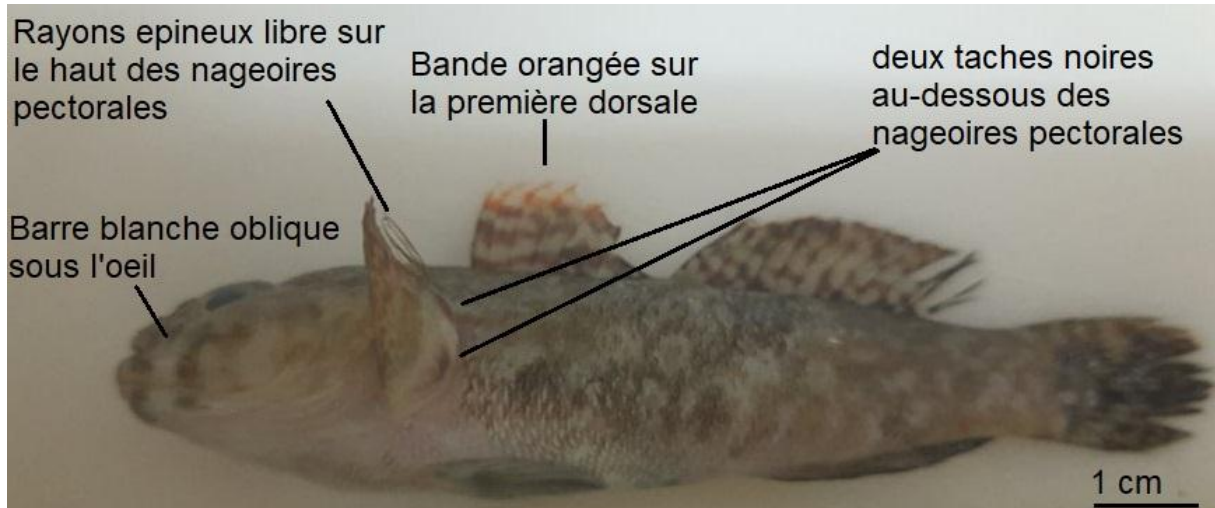


Figure 19: Le gobie paganelle, *Gobius paganellus*(Originale)

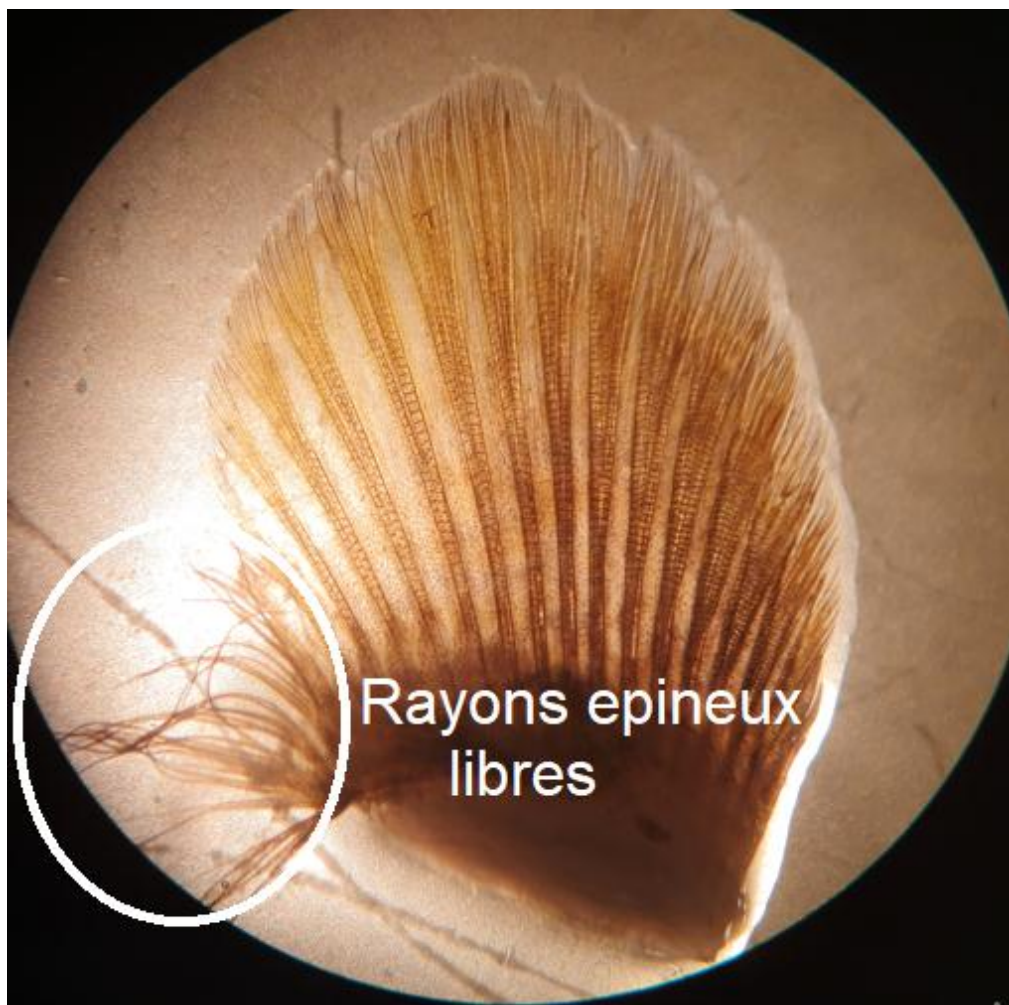


Figure 20: Nageoire pectorale de *Gobius paganellus*

III.1.8 *Lesueurigobius sanzi* (de Buen, 1918) – Le gobie de Sanzo :

Un seul individu (mâle) congelé préalablement identifié a été traité (fig.22), la décoloration totale de l'échantillon ne nous a pas permis d'observer tous les critères d'identification, le tableau 16 montre les quelques mesures prélevées sur l'individu :

Tableau 15 : Mensuration sur l'individu *Lesueurigobius sanzi*

Région	Poids (g)	Taille (cm)	Nb des rayons des nageoires	Vertèbres
Béni Saf	2,11	7,26	D1 : 6 ; D2 : 15 A : 14 P : 18 V : 12	27



Figure 21 : Le gobie de sanzo, *Gobius sanzi* (originale)

III.1.9 Individus non-identifiés

22 individus ont été traités mais non-identifiés, pour la plupart juvénile (20), seulement 2 individus d'une taille moyenne prêtant confusion par la similitude ou le peu de caractères distinctifs observables qu'ils présentaient et ne purent donc être identifiés néanmoins l'un de ces 2 individus non identifié pouvait être *Zosterisessor ophiocephalus* , le tableau 17 transmet uniquement les mensurations prélevés sur les 20 juvéniles :

Tableau 16 : Mensurations des individus juvéniles (non-identifiés)

Région	Nb d'individus	Poids (g) min -max	Longueur totale (cm) min - max
L'ilot (Aïn Benian)	6	0,09 - 0,77	1,7 - 4,03
Sidi Fredj	8	0,22 - 0,71	2,62 - 3,73
Tipaza	6	0,08 - 0,47	2 - 3,49

III.2 Analyse de forme des otolithes :

III.2.1 Quelques distances morpho anatomiques

Nous remarquons que les intervalles des distances morpho-anatomiques représentées par le tableau 18 suivent une relation linéaire.

Tableau 17 : Différence de certaines distances morpho-anatomiques entre les espèces

	Branchiospines	Distance yeux (mm) Min - Max	Longueur (mm) de la ventouse Min – Max	Hauteur (mm) Min – Max
<i>Deltentosteus collonianus</i>	/	3,6 - 4,36	/	
<i>Gobius bucchichi</i>	5 - 8	1,48 - 6,05	5,54 - 15,94	5,76 - 16,93
<i>Gobius cobitis</i>	7 – 8	7,11 - -	6,27 - -	19,07 - -

		11,48	28,73	33,01
<i>Gobius cruentatus</i>	9	2,52 - 6,53	10,2 - 14,9	11,28 - 15,61
<i>Gobius geniporus</i>	7 – 8	3,13 - 6,27	11,18 - 16,21	10,79 - 15,25
<i>Gobius niger</i>	6 – 8	2,41 - 14,24	9,32 - 24,51	9,44 - 22,36
<i>Gobius paganellus</i>	6 – 8	2,62 - 6,77	6,83 - 14,61	3,99 - 18,08
<i>Lesueurigobius sanzi</i>	8	3,92	9,82	10,24

III.2.2 Descripteurs de forme de l'otolithe

L'étude du tableau 19 représentant les moyennes des descripteurs de distance (La, Lo, P, S) des otolithes démontre :

Que l'otolithe de *Gobius niger* est considérablement plus large, plus long et ayant la surface et le périmètre le plus important.

L'otolithe de *Gobius bucchichi* est nettement moins large, moins long et possède la surface et le périmètre le moins important.

Il y a une similitude des valeurs entre l'otolithe de *Gobius geniporus* et *G. paganellus* avec une différence de ~0.3 mm

Tableau 18 : Moyennes des descripteurs de distances des otolithes de différents individus.

Espèce moyenne	<i>Gobius bucchichi</i>	<i>Gobius geniporus</i>	<i>Gobius niger</i>	<i>Gobius paganellus</i>
La (mm)	1,9024	2,3303	3,0206	2,0741
Lo (mm)	2,5068	3,1625	3,7450	2,8031
P (mm)	7,2478	8,9260	11,2362	8,1900
S (mm)	3,7202	5,6394	9,3389	4,5811

La : Largeur, Lo : Longueur, P : Périmètre, S : Surface

III.2.3 Description de la morphologie des otolithes

Après avoir analysé l'ensemble des otolithes des différentes espèces, il nous a été possible de faire une description de la forme générale de l'otolithe pour chaque espèce :

-L'otolithe de *Gobius bucchichi* a une forme circulaire avec un postantirostrum et un rostrum bien développés et saillants et un dôme dorsale irrégulier. (fig.23)

-L'otolithe de *Gobius cobitis* a une forme légèrement carrée avec un postantirostrum et un rostrum bien développés et saillants et un dôme dorsal droit et denticulé, le côté ventral de l'otolithe est droit. (fig.24)

-L'otolithe de *Gobius cruentatus* a une forme légèrement carrée avec un postantirostrum et un rostrum bien développés, le bord ventral assez droit et le dôme dorsal assez droit (fig.25)

-L'otolithe de *Gobius geniporus* a une forme ronde légèrement rectangulaire avec un côté ventral droit. Le postantirostrum et le rostrum sont bien développée. (fig.26)

-L'otolithe de *Gobius niger* est la plus grande avec une forme ronde légèrement rectangulaire. Le dôme dorsal est légèrement denticulé, le rostrum est développé et la face ventrale est droite.(fig.27)

-L'otolithe de *Gobius paganellus* a une forme rectangulaire légèrement carrée avec des côtés ventral et dorsal droits. Le postantirostrum est bien développé et l'excisuracaudalis est développée.(fig.28)

-L'otolithe de *Lesueurigobius sanzi* a une forme quasiment circulaire aux détails peu évidents (fig.29)

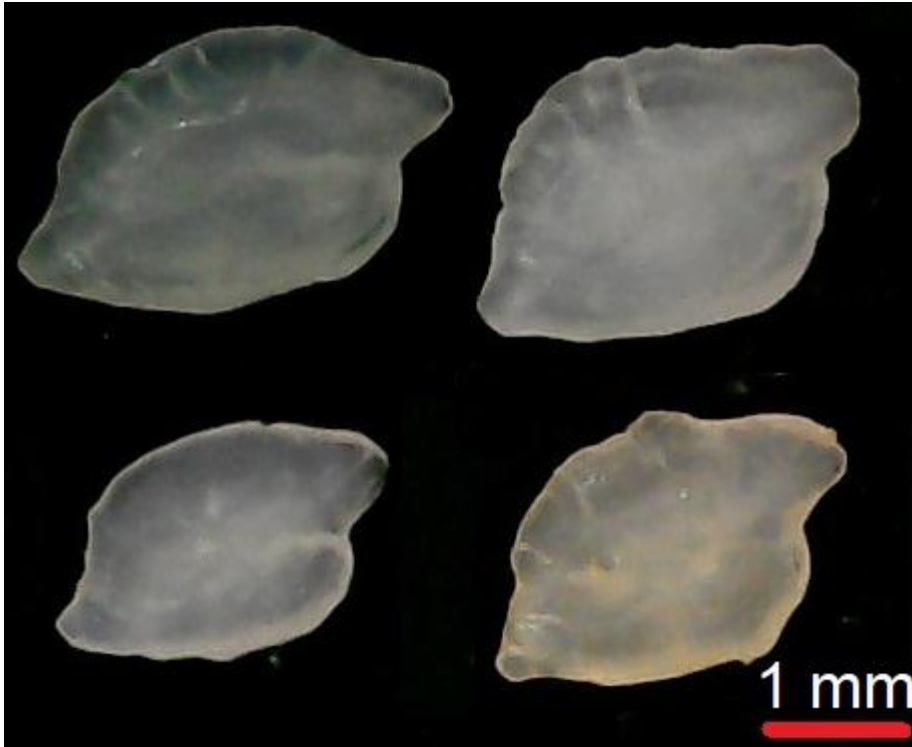


Figure 22 : Otolithe droit de *Gobius bucchichi*

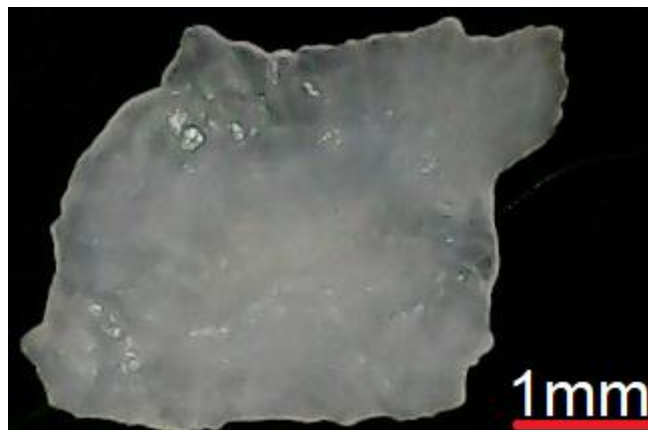


Figure 23 : Otolithe de *Gobius cobitis*

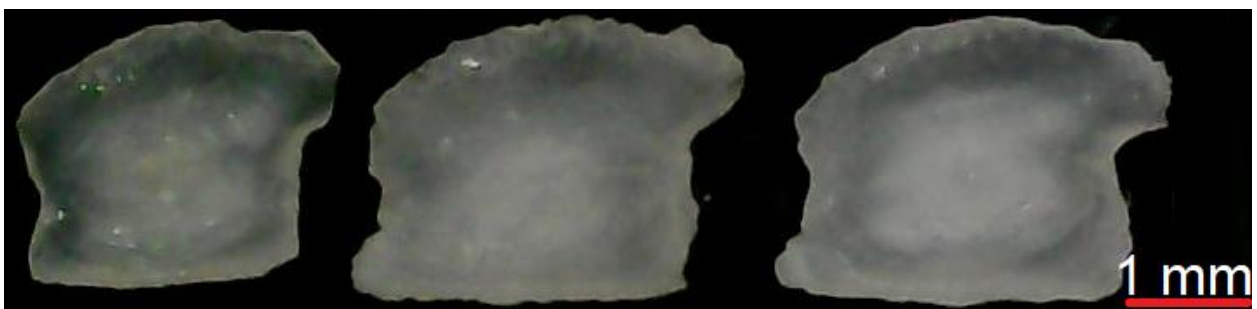


Figure 24 : Otolithe droit de *Gobius cruentatus* (originale)



Figure 25 : Otolithe droit de *Gobius geniporus* (originale)



Figure 26 : Otolithe droit de *Gobius niger*



Figure 27 : Otolithe droit de *Gobius paganellus*

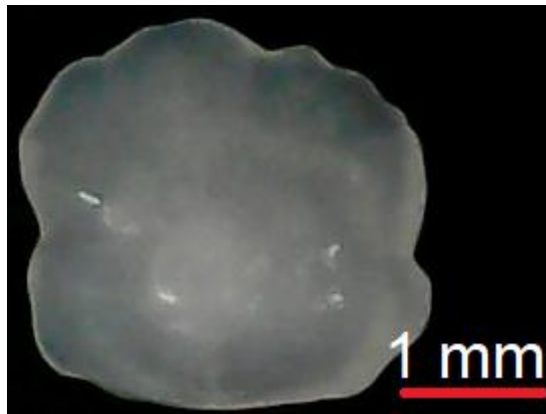


Figure 28 : Otolithe de *Lesueurigobius sanzi*

III.2.4 Formes moyennes des otolithes

III.2.4.1 Forme moyenne de Wavelet

La figure 30 montre un schéma regroupant les formes moyennes des otolithes des différentes espèces étudiées en utilisant les coefficients de Wavelet.

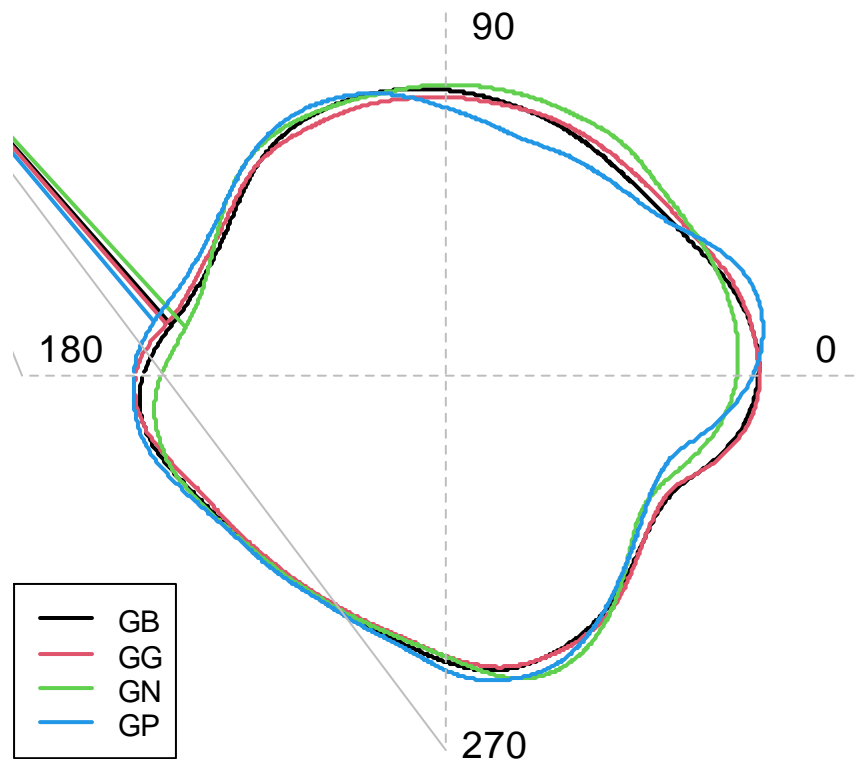


Figure 29 : Reconstruction des coordonnées polaires de la forme moyenne des otolithes, à l'aide de descripteurs de Wavelet

GB :Gobius bucchichi , GG : Gobius niger , GN : Gobius niger , GP : 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 correspond au Postantirostrum , la différence se voit notamment pour le *Gobius paganellus* et *Gobius niger*.
- Entre 45 et 90, la différence est surtout évidente pour *Gobius paganellus* qui possède l'otolithe au dôme dorsal plutôt aplati.

III.2.4.2 Forme moyenne de Fourier

La figure 31 montre un schéma regroupant les formes moyennes des otolithes des différentes espèces étudiées en utilisant les descripteurs de Fourier.

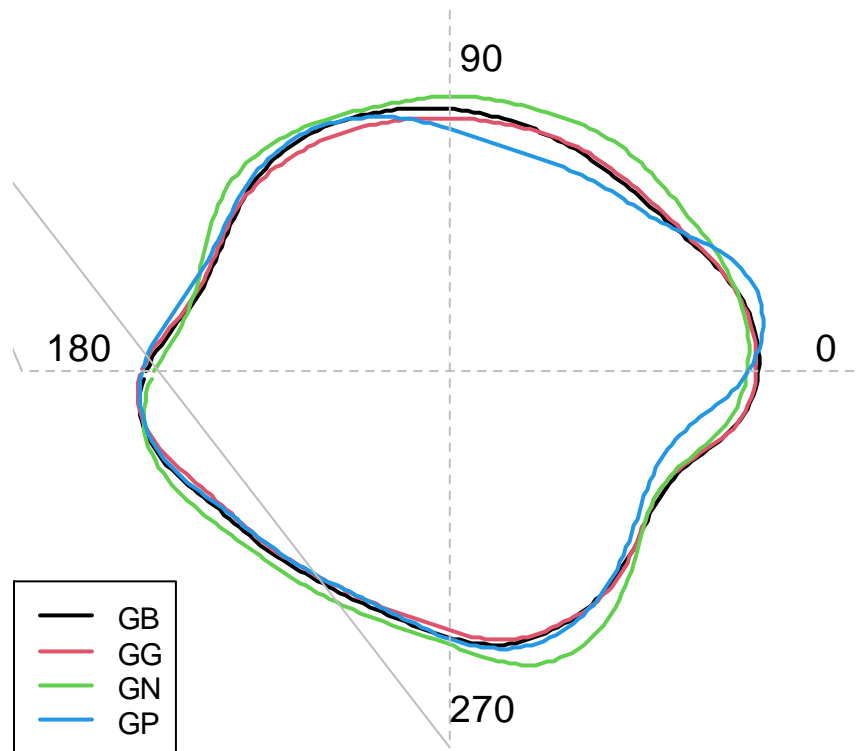


Figure 30 : Reconstruction des coordonnées polaires de la forme moyenne des otolithes, à l'aide de descripteurs de Fourier

GB : Gobijs bucchichi , GG : Gobijs geniporus , GN : Gobijs niger , GP : Gobijs 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 suivants :

- Entre 270 et 315 ce qui correspond au Postrostrum et la différence se voit pour le *Gobijs niger* qui a le Postrostrum plus évident que les autres espèces.
- Entre 315 et 45 ce qui correspond au Postantirostrum ou on observe de légères variations entre les espèces.
- Entre 45 et 90 on note une variation au dôme dorsal chez *Gobijs niger* et *Gobijs paganellus*.

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 évidente de forme entre les otolithes des espèces étudiées.

Après l'application du test Anovades descripteurs de forme des otolithes en utilisant le package VEGAN du logiciel R, il s'est avéré que les otolithes des espèces analysées sont différents avec un taux d'erreur de 0,001

```
Permutation test for capscaleunderreduced model
```

```
Termsaddedsequentially (first to last)
```

```
Permutation: free
```

```
Number of permutations: 999
```

```
Model: capscale(formula = getStdWavelet(shape) ~  
getMasterlist(shape)$folder)
```

```
DfSumOfSqs      F Pr(>F)
```

```
getMasterlist(shape)$folder  3    21.450 16.73  0.001 ***
```

```
Residual                98    41.883
```

```
---
```

```
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Conclusion

Au cours du travail effectué nous avons tiré un bon nombre de conclusions compte tenu de l'intérêt porté à notre thème, nous avons effectué un inventaire afin de mettre en évidence la biodiversité en passant par recenser les différentes espèces appartenant à la famille des Gobiidae vivant dans le milieu naturel. Après échantillonnage nous avons procédé à l'identification des divers individus récoltés et cela en nous basant sur l'analyse des paramètres morphologiques et des critères apparents, ajouté à cela une analyse de la forme des otolithes qui a été effectuée pour appuyer la justesse de notre précédente identification des espèces en cela s'est fait en utilisant le logiciel R pour définir la forme

Huit espèces appartenant au genres *Deltentosteus*, *Gobius* et *Lesuerigobius* ont été inventoriées et sont les suivantes : *Deltentosteus colonianus*, *Gobius buccichi*, *Gobius cobitis*, *Gobius cruentatus*, *Gobius niger*, *Gobius géniporus*, *Gobius paganellus* et *Lesuerigobius sanzi*.

Au cours de notre travail au laboratoire il nous est devenu aisé d'identifier les différentes espèces car à force de les observer et de les toucher nous avons cerné des similitudes entre les différents individus et nous avons appris à faire la différence entre les différents critères propres à chaque espèce.

Nous avons remarqué que pour ce qui est de *Gobius niger*, la présence de la première nageoire dorsale qui est allongée et présence d'une tache noire sur cette nageoire et très souvent présente sur la deuxième nageoire dorsale aussi, pour ce qui est de *Gobius paganellus* présence d'une bande orangée sur la nageoire dorsale et aussi présence d'une touffe sur la nageoire pectorale, pour chacune des espèces nous avons trouvé les critères qui la définissent

Le travail effectué a été très axé sur l'identification mais pas seulement, en plus de l'identification nous avons fait le prélèvement des vertèbres, une pratique qui a exigé une grande minutie et qui nous a permis de voir que le nombre des vertèbres pour les espèces est entre 26 et 28, pas une grande différence donc n'est pas un critère à utiliser pour l'identification

En plus de l'identification et des vertèbres nous avons aussi travaillé sur les otolithes en utilisant le logiciel R pour l'étude de la forme des otolithes, ce qui nous a permis d'appuyer la justesse de notre identification car nous avons remarqué que les otolithes de la même espèce se ressemblent et diffèrent entre chaque espèce et la différence est plus ou moins notable

Le nombre d'espèces inventoriées est nettement inférieur au nombre d'espèces présentes en Algérie mais ce nombre a été significatif car il nous a permis de mener à bien notre inventaire

Après nos recherches nous avons réalisé que la famille des Gobiidae est réellement très diversifiée mais non exploitée et peu étudiée, plus spécialement en Algérie d'où le manque d'informations.

Références Bibliographiques :

- Baali, M. et Mazouni, L. (2015).** Contribution à l'étude de la famille des Gobiidae (Ostéichthyens, Actinoptérygiens) du bassin algérien : Inventaire de la famille et régime alimentaire du gobie noir *Gobius niger* Linnaeus, 1758. Mémoire d'Ingénieur. Halieutique. Alger : Enssmal. 68 p.
- BODILIS Pascaline, LE BRIS Sylvain (2020)** DORIS : *Zebruszebrus* (Risso, 1827). [En ligne]. [Consulté le 02/07/2021] disponible sur le web : <https://doris.ffessm.fr/ref/specie/4337>
- BODILIS Pascaline, LE BRIS Sylvain, FRANCOUR Patrice (2021).** DORIS : *Gobius niger* (Linnaeus, 1758). [En ligne] [Consulté le 02/07/2021] disponible sur le web : <https://doris.ffessm.fr/ref/specie/1819>
- BODILIS Pascaline, MARAN Vincent, PICHON Bernadette, LE BRIS Sylvain (2021).** DORIS : *Gobius cruentatus* (Gmelin, 1789). [En ligne]. [Consulté le 02/07/2021] disponible sur le web : <https://doris.ffessm.fr/ref/specie/1987>
- Bouchereau, J. L., Muller, F., & Gros, O. (2010).** Systématique du Gobiidae Lophogobius cyprinoides (Pallas, 1770). *Comptes Rendus - Biologies*, 333(9). 649–662 p.
- Chemi, M. (2014).** Contribution à l'étude de la famille des Gobiidae (Ostéichthyens, Actinoptérygiens) du littoral algérien : inventaire et écologie. Mémoire d'Ingénieur. Halieutique. Alger : Enssmal 59 p.
- DE CASAMAJOR Marie-Noëlle, DON Jérémy, BARRABES Michel (2020).** DORIS : *Pomatoschistus microps* (Krøyer, 1838). [En ligne]. [Consulté le 02/07/2021] disponible sur le web : <https://doris.ffessm.fr/ref/specie/803>
- DE CASAMAJOR Marie-Noëlle, DON Jérémy, BARRABES Michel (2020).** DORIS : *Pomatoschistus minutus* (Pallas, 1770). [En ligne] [Consulté le 02/07/2021] disponible sur le web : <https://doris.ffessm.fr/ref/specie/804>
- DIDIERLAURENT Sylvie, BODILIS Pascaline (2021).** DORIS : *Deltentosteus quadrimaculatus* (Valenciennes, 1837). [En ligne] [Consulté le 02/07/2021] disponible sur le web : <https://doris.ffessm.fr/ref/specie/3602>
- DIDIERLAURENT Sylvie, BODILIS Pascaline (2021).** DORIS : *Lesueurigobius sueurii* (Risso, 1810), [En ligne] [Consulté le 02/07/2021] disponible sur le web : <https://doris.ffessm.fr/ref/specie/2642>
- DIDIERLAURENT Sylvie, POLLAK Francis (2021).** DORIS : *Aphia minuta* (Risso, 1810). [En ligne] [Consulté le 02/07/2021] disponible sur le web : <https://doris.ffessm.fr/ref/specie/1839>
- Djane Hamed, A. (2015).** Contribution à l'étude des Gobiidae (Actinoptérygiens, Perciformes) du littoral algérien : Inventaire de la famille et structure écologiques du genre *Gobius*. Mémoire d'Ingénieur. Hydrobiologie. Khemis Miliana : U.D.B.K.M. 59 p.

- FISCHER, W. et BAUCHOT, M-L. et SCHNEIDER, M. (1987).** Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche (révision 1). Méditerranée et mer Noire, zone de pêche 37. Volume 2. Vertébrés. CEE, p 1105-1114
- Froese, R. and D. Pauly. Editors. (2021).** FishBase. Gobiidae Cuvier, 1816. [En ligne]. [Consulté le 28/10/2021] disponible sur le web : <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=125537> on 2021-10-16
- HANON David, ZIEMSKI Frédéric (2020).** DORIS : *Gobius incognitus* (Kovacic et Sanda, 2016). [En ligne] [Consulté le 02/07/2021] disponible sur le web : <https://doris.ffessm.fr/ref/specie/781>
- Kovačić, M., & Šanda, R. (2016).** A new species of *Gobius* (Perciformes:Gobiidae) from the Mediterranean Sea and the redescription of *Gobius buccichi*. *Journal of Fish Biology*, 88(3), 1104–1124 p.
- 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*. [En ligne]. [Consulté le 20/10/2021] disponible sur le web : <http://www.mpi.govt.nz/news-and-resources/publications>
- Lahreche, M. (2013).** Contribution à la systématique des Gobiidae (Ostéichthyens, Actinoptérygiens) du littoral algérois et écologie d'un représentant de la famille. Mémoire d'Ingénieur. Halieutique. Alger : Enssmal. 40 p.
- Lakhdar-Ezzine, R. et Miloudi, T. (2019).** Contribution à l'étude des Gobiidae (Actinoptérogii, Perciformes) de la ville côtière de Cherchell : Inventaire d'un site naturel (Cap Rouge) et analyse discriminatoire. Mémoire d'Ingénieur. Hydrobiologie Appliquée. Khemis Miliana : U.D.B.K.M. 39 p.
- LAMARE Véronique, PASTOR Jérémy (2021).** DORIS : *Gobius geniporus* (Valenciennes, 1837). [En ligne] [Consulté le 02/07/2021] disponible sur le web : <https://doris.ffessm.fr/ref/specie/722>
- LE BRIS Sylvain, BAUS Frédéric (2021).** DORIS : *Gobius vittatus* (Vinciguerra, 1883). [En ligne]. [Consulté le 02/07/2021] disponible sur le web : <https://188.165.79.51/ref/specie/2668>
- LE BRIS Sylvain, BERENGER Lucas, MENUT Thomas (2021).** DORIS : *Deltentosteus collonianus* (Risso, 1820). [En ligne]. [Consulté le 02/07/2021] disponible sur le web : <https://doris.ffessm.fr/ref/specie/4399>
- LE BRIS Sylvain, BODILIS Pascaline (2020).** DORIS: *Pomatoschistus marmoratus* (Risso, 1810). [En ligne]. [Consulté le 02/07/2021] disponible sur le web : <https://doris.ffessm.fr/ref/specie/4704>
- LE BRIS Sylvain, BODILIS Pascaline (2020).** DORIS : *Zosterisessoro phiocephalus* (Pallas, 1814). [En ligne]. [Consulté le 02/07/2021] disponible sur le web : <https://doris.ffessm.fr/ref/specie/1347>
- Libungan, L. A. et Palsson, S. (2015).** Package 'shapeR': Collection and Analysis of Otolith Shape Data (0.1-5). [En ligne]. [Consulté le 20/10/2021] disponible sur le web : <https://github.com/lisalibungan/shapeR>

- Libungan, L. et Pálsson, S. (2015).** ShapeR: An R Package to Study Otolith Shape Variation among Fish Populations. [En ligne]. [Consulté le 20/10/2021] disponible sur le web : <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0121102#pone.0121102.ref011>
- Louisy, P. (2015).** Guide d'identification de poissons marins Europe et Méditerranée. France : Editions Ulmer. 512 p.
- MALIET Vincent, LOUISY Patrick, KUPFER Michel (2021).** DORIS : *Gobius cobitis* (Pallas, 1814). [En ligne]. [Consulté le 02/07/2021] disponible sur le web : <https://doris.ffessm.fr/ref/specie/1599>
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlenn, D., Wagner, H. (2019).** Package 'vegan' (2.5-5). [En ligne]. [Consulté le 20/10/2021] disponible sur le web : <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/index.html>
- Patzner, R. A., Van Tassell, J. L., Kovačić, M., & Kapoor, B. G. (2011).** The biology of gobies. U.S.A : CRC Press. 685 p.
- WEBER Matthias, SITTLER Alain-Pierre, REGUIEG Aedwina, CHANET Bruno (2020).** DORIS : *Gobius paganellus* (Linnaeus, 1758). [En ligne]. [Consulté le 02/07/2021] disponible sur le web : <https://doris.ffessm.fr/ref/specie/1181>

Annexe 1 : Script d'application « shapeR » au logiciel R.

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 :

```
# remplacer 'folder'
```

```
shape = remove.outline(shape, "folder", "picname") 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) éliminés seront redétectés.
```

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 respectives
```

remplacer

```
outline=shapeoutline.list[["folder"]][["picname"]] '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 coefficients de Wavelet : plotWaveletShape(shape, "pop",
show.angle = TRUE, lwd = 2, lty = 1) # penser à enregistrer l'image générée

# Forme moyenne des otolithes par les coefficients 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.

```

Annexe 2 : Quelques figures représentatives

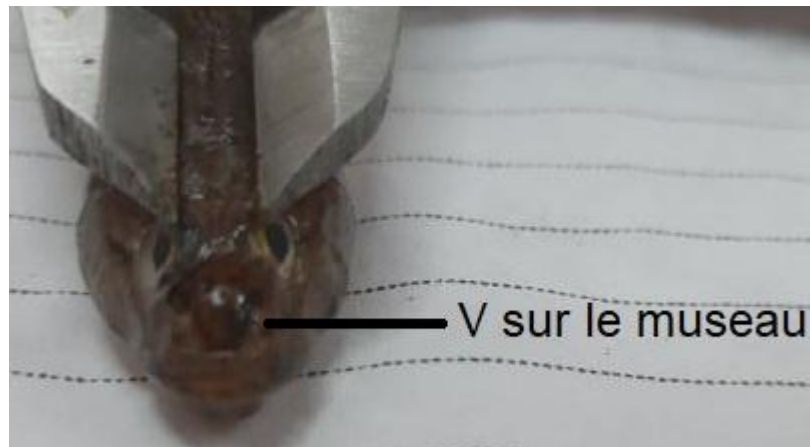


Figure 31 : Vue frontale de la tête de *Gobius bucchichi*



Figure 32 : Œil barré de *Gobius bucchichi*



Figure 33 : Ventouse de *Gobius bucchichi* vue à la loupe (grossissement X2)

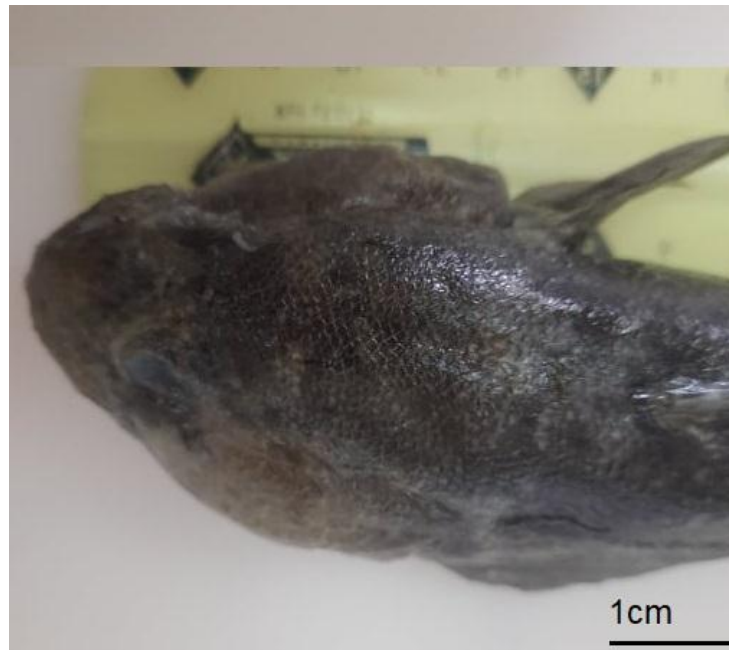


Figure 34 : Vue latérale de la tête de *Gobius cobitis*(originale)



Figure 35 : Ventouse de *Gobius cobitis* (originale)