

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية  
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  
**École 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 d'Etat en**  
**Sciences de la Mer**  
**Option : Halieutique**

**Contribution à l'étude systématique du genre *Bathysolea***  
**Roule, 1916 (Pleuronectiformes, Soleidae) des côtes**  
**algériennes : études morphométrique et ostéologique.**

**Etudiante : REZZOUG Kheira**

**Soutenu le 31/10/2017 à 9h00** devant le jury composé de :

M. BOUGHRIRA A.	Maître-assistant B	ENSSMAL	Président
Mme LADOUL S.	Maître-assistant A	ENSSMAL	Examinatrice
M. KASSAR A.	Maître-assistant A	UDBKM	Examineur
Mme BOUFERSAOUI S.	Maître de conférences B	ENSSMAL	Promotrice

**Année universitaire : 2016-2017**

## Remerciements

*Au terme de ce travail, Je souhaite remercier l'ensemble des membres du jury qui ont accepté de regarder de près ce travail en sacrifiant de leurs temps.*

*J'apprécie vivement l'honneur que me fait Monsieur BOUGHERIRA A., Maître-assistant B à l'ENSSMAL, en acceptant de présider ce jury, qu'il trouve dans ces lignes le témoignage de ma respectueuse reconnaissance.*

*Je tiens à remercier vivement M. KASSAR A., Maître-assistant A à l'université Djilali Bounaama de Khemis Miliana, d'abord comme enseignant et pour son aide, ses conseils et sa présence dans ce jury, puisse-t-il trouver ici la marque de mon profond respect.*

*C'est avec un immense plaisir que je remercie Mme LADOUL S., Maître-assistant A à l'ENSSMAL pour ses encouragements, ses suggestions et ses conseils qui m'ont été très utiles, sa présence dans ce Jury, m'honore très sincèrement, je lui exprime ma profonde gratitude et mes remerciements les plus sincères.*

*Mes plus vifs remerciements s'adressent à ma promotrice, Docteur Boufersaoui S., Maître de conférences B à l'ENSSMAL qui a bien accepté d'encadrer et diriger mon projet de fin d'étude, Je ne la remercierai jamais assez pour sa disponibilité, sa patience et ses conseils judicieux, elle m'a fait bénéficier de son expérience et ses connaissances qui ont fait avancer ce travail. Qu'elle trouve ici le témoignage de ma vive reconnaissance et mon profond respect.*

*J'adresse également mes remerciements à M MENDIL H., Mlle AILANE F., Doctorants à l'ENSSMAL et à tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce travail.*

*Un grand merci pour mes parents, mes frères et sœurs qui ont toujours été à mes côtés et qui m'ont toujours encouragé*

*J'exprime enfin mes remerciements et ma reconnaissance envers l'ensemble du personnel de l'école, et à tous mes amis de la promotion Halieutique 2017.*

# Sommaire

<b>Introduction</b> .....	1
---------------------------	---

## **Chapitre 01-Généralités**

1.	Présentation de la zone d'étude .....	4
2.	Présentation de la famille des Soleidae .....	4
2.1.	Description du genre <i>Bathysolea</i> .....	6
2.1.1.	Historique .....	6
2.2.	Diagnose des espèces du genre .....	7
2.3.	Clé d'identification des espèces .....	8
2.5.	Quelques éléments de biologie .....	10

## **Chapitre 02-Matériel et méthodes**

1.	Echantillonnage et source de données .....	12
2.	Mensuration et traitement des poissons .....	12
2.2.	Détermination du sexe .....	12
2.3.	Caractères biométriques .....	13
2.4.	Caractères méristiques .....	14
2.5.	Etude ostéologique .....	15
2.5.1.	Prélèvement et traitement des pièces osseuses .....	16
2.5.2.	Etude ostéologique du squelette céphalique .....	16
2.5.2.1.	Etude ostéologique du splanchnocrâne .....	16
2.5.2.2.	Etude ostéologique du neurocrâne .....	18
2.5.3.	Ostéométrie .....	19
3.	Analyse statistique des données .....	20
3.1.	Test de l'écart-réduit ( $\epsilon$ ) .....	20
3.2.	Analyse multidimensionnelle : analyse en composantes principales .....	21

## **Chapitre 03-Résultats et discussions**

1.	Composition de l'échantillon et des données utilisées .....	23
2.	Description morphologique .....	23
3.	Etude morphométrique et méristique .....	26
3.1.	Description morphométriques et méristiques .....	26

3.2.	Analyse multidimensionnelle des caractères morphométriques et méristiques .....	27
4.	Etude ostéologique .....	30
4.1.	Description du splanchnocrâne .....	30
4.1.1.	Description de l'urohyal .....	35
4.1.2.	Description de l'opercule .....	38
4.1.3.	Description de l'interoperculaire .....	40
4.1.4.	Description des otolithes .....	42
4.2.	Description du neurocrâne.....	44
4.3.	Etude Ostéométrique .....	48
4.3.1.	Description ostéométrique.....	48
4.3.2.	Analyse multidimensionnelle ostéométrique .....	49
	<b>Conclusion générale.....</b>	<b>53</b>
	<b>Liste des références bibliographiques.....</b>	<b>55</b>
	<b>Annexes</b>	

## Liste des figures

Figure I. 1. Carte représentant les régions du bassin algérien et les zones d'échantillonnage. ....	4
Figure I. 2. Morphologie externe d'une espèce représentative de la famille des Soleidés. ....	6
Figure I. 3. Face zénithale et nadirale (B) d'une espèce représentative du genre <i>Bathysolea</i> . ....	8
Figure I. 4- Faces zénithale et nadirale de deux livrées appartenant au genre <i>Bathysolea</i> .....	8
Figure I. 5. Faces zénithale (oculée) de <i>Bathysolea profundicola</i> (A) et <i>Bathysolea polli</i> (B) .....	8
Figure II. 1. Effectifs des individus échantillonnés par région. ....	12
Figure II. 2. Les différents types de gonades observées chez les Soleidae . ....	13
Figure II. 3. Mensurations morphométriques réalisées sur un représentant du genre <i>Bathysolea</i> .....	14
Figure II. 4. Caractères méristiques dénombrés d'un représentant du genre <i>Bathysolea</i> . ....	15
Figure II. 5. Vue schématique du squelette de la tête d'un poisson plat, en vue latérale gauche. ....	16
Figure II. 6. Vue latérale droite des pièces osseuses du splanchnocrâne chez deux représentants de Soleidés. ....	17
Figure II. 7. Quelques pièces osseuses du splanchnocrâne de sole ( <i>Solea ovata</i> , Soleidés) en vue latérale. ....	18
Figure II. 8. Schémas du neurocrâne d'un représentant de Soleidés. ....	19
Figure II. 9. Mensurations effectuées sur l'urohyal, l'interoperculaire et l'operculaire. ....	20
Figure III. 1. Abondances des individus échantillonnés répartis par sexe et par région d'échantillonnage. ....	23
Figure III. 2. Face zénithale (oculée) et nadirale (aveugle) des différents individus représentant des livrées du genre <i>Bathysolea</i> . ....	25
Figure III. 3- Projection des individus sur le plan I-III. ....	29
Figure III. 4- Disposition des pièces osseuses du splanchnocrâne des individus de <i>Bathysolea</i> étudiés ...	33
Figure III. 5. Forme des pièces osseuses du splanchnocrâne des individus de <i>Bathysolea</i> . ....	34
Figure III. 6. Illustration comparative de l'urohyal des livrées. Barre d'échelle : 2 mm .....	36
Figure III. 7. Urohyal de : <i>Bathysolea profundicola</i> , <i>Bathysolea polli</i> , <i>Bathysolea profundicola</i> . ....	37
Figure III. 8. Illustration comparative de l'opercule (droit et gauche) des livrées observées. ....	39
Figure III. 9. Interoperculaire gauche (A) et droit (B) de l'espèce <i>Bathysolea profundicola</i> . ....	42
Figure III. 10- Illustration comparative des interoperculaires droit et gauche des individus des différentes livrées .....	41
Figure III. 11. illustration des otolithes gauche et droit des individus composant chaque livrée. ....	43
Figure III. 12. illustration des pièces osseuses formant les différentes régions du neurocrâne. ....	46
Figure III. 13. Forme des pièces osseuses du neurocrâne des individus de <i>Bathysolea</i> . ....	47

## Liste des tableaux

Tableau II. 1- Effectifs des individus utilisés pour chaque méthode utilisée .....	12
Tableau III. 1 Synthèse bibliographique comparative des effectifs et tailles des espèces du genre <i>Bathysolea</i> .....	23
Tableau III. 2 . Répartition des individus par livrée en fonction des caractères diagnostiques. ....	24
Tableau III. 3 - Valeurs minimales et maximales des caractères biométriques et comparaison avec des études antérieures .....	27
Tableau III. 4 -Valeurs minimales et maximales des caractères méristiques des espèces du genre <i>Bathysolea</i> .....	27
Tableau III. 5 Extraction des composantes principales et valeurs propres des 3 axes retenus. ....	29
Tableau III. 6 - Contribution des variables à la formation des axes factoriels. ....	29
Tableau III. 8 -Valeurs minimales (Min), maximales et moyennes des mensurations ostéométriques. SE : erreur standard, IO : interoperculaire .....	48
Tableau III. 9 -Résultats du test de comparaison des distances ostéométriques moyennes .....	49
Tableau III. 9 Extraction des composantes principales et valeurs propres des 3 axes retenus. ....	50
Tableau III. 10 - Contribution des variables à la formation des axes factoriels. ....	50

## Liste des abréviations

ACP : analyse en composantes principales	os plv : os pelvien
art : articulaire	Pa : pariétal
bb : basibranchial	pal : palatin
boc : basioccipital	pmx : prémaxillaire
c : carré	pop : préoperculaire
cb : cératobranchial	Pro : prootique
DIO : distance interoculaire	Ps : parasphénoïde
dn : dentaire	Pt : ptérotique
DOD : diamètre de l'œil droit	Ptd ; ptérygiophore de la nageoire dorsale
DOG : Diamètre de l'œil gauche	PTE : attachés à l'érisme,
eb : épibranchial	PTEN : et attachés à l'épine neurale
ecpt : ectoptérygoïde	RA : rayons de la nageoire anale,
Epi : épiotique	RD : rayons de la nageoire dorsale,
Eth med : ethmoïde médian	Rdor : rayons de la nageoire dorsale
Eth lat : ethmoïde latéral	RPA : rayons de la pectorale de la face
Exo : exooccipital	nadirale,
Fr : frontal	RPO : rayons de la pectorale de la face
hb : hypobranchial	oculée,
HC: hauteur supérieur du corps	scap : scapulaire
HIC : hauteur inférieure du corps	Soc : supraoccipital
HTE : hauteur de la tête	sop : sousoperculaire
ph : pharyngobranchial	spcl : suprascapulaire
hyom : hyomandibulaire	Sph : sphénotique
i : intercalaire	sy : symplectique
ihy : interhyal	Vo : vomer
LPA: Longueur de la pectorale aveugle	
LPO: longueur de la pectorale oculée	
LS: longueur standard	
LT : longueur totale	
LTE : longueur de la tête	
mx : maxillaire	
op : operculaire	

# Introduction

## Introduction

Les pleuronectiformes communément appelés poissons plats ont toujours joué un rôle économique important dans les pêches mondiales. En Algérie, cet ordre est représenté par 25 espèces appartenant à cinq familles différentes (Alili, 2007), parmi lesquelles, les Soleidés qui sont des poissons osseux caractérisés par un corps ovale fortement comprimé, une dissymétrie oculaire et par leurs nageoires médianes s'étendant tout le long du corps. Malgré les différents travaux réalisés sur cette famille, plusieurs genre et espèces sont encore mal définis. En effet un problème relatif à la classification taxonomique de ces espèces de grandes profondeurs a été constamment posé. La systématique des Soléidés reste très confuse tout particulièrement au niveau génétique et, plusieurs fois, le même nom été attribué à des sous-genres et même à des genres différents (Torchio, 1973). Parmi les genres de cette famille, nous nous sommes intéressé au genre *Bathysolea*. Très peu de travaux ont été réalisés sur la systématique du genre *Bathysolea*, on peut citer les travaux de Blache *et al.* (1970), Chabanaud (1950), Alili (1988), Desoutter et Quéro (1990), et Desoutter et Chapleau (1997), Benzaoui et Boutalha (2016), ces derniers auteurs ont laissé une ambiguïté sur l'existence d'une ou plusieurs espèces dans les côtes algériennes, de par le nombre de formes et de livrées observées, ces observations n'ont pas été décrites antérieurement par la bibliographie, ou souvent on décrit deux formes d'individus.

Les objectifs de cette étude étaient de clarifier, de discuter le statut taxonomique du genre *Bathysolea*, de fournir de nouvelles descriptions ostéologiques et examiner le monophylétisme du genre en vérifiant que ses espèces possèdent des caractères communs propre au genre *Bathysolea*. Outre la morphologie, la morphométrie et le comptage méristique, nous avons réalisé une étude ostéologique par une description sommaire du neurocrâne et détaillé du splanchnocrâne en ciblant quatre pièces osseuses à savoir l'operculaire, l'interoperculaire, l'urohyal et les otolithes. Les trois premières ont fait l'objet de mesure numérique afin d'être analysé statistiquement par une méthode multidimensionnelle.

Notons qu'il existe plusieurs études descriptives qualitatives de l'urohyal chez les poissons, par exemple Aprieto (1974) sur certaines espèces de Carangidae, Sato *et al.* (1988) sur les Clupeidae, et De La Cruz-Aguero et Chollet-Villalpando (2012) sur différentes espèces de Gerreidae. Cependant, dans la plupart des études, les informations quantitatives sur l'urohyal sont très limitées, bien qu'elles soient souvent diagnostiques (Chollet-Villalpando *et al.*, 2014) et variables (Kusaka, 1974; Esmaili et Teimori, 2006).

Après la description de la zone et avoir revue les informations bibliographiques sur la description des espèces du genre dans un premier chapitre, nous avons expliqué les différentes méthodes utilisées, dans le deuxième chapitre. La dernière partie du mémoire exposera les résultats obtenus.

Tout d'abord en décrivant morphologiquement la parure des individus récoltés durant notre étude, les décrire de point de vue morphométrique et méristique en les projetant au moyen d'une analyse en composante principale (ACP). Afin de vérifier les résultats des études morphologique et morphométrique, nous avons décrit les pièces osseuses du splanchnocrâne et du neurocrâne et appliqué à nouveau une ACP sur les mensurations ostéométriques de trois pièces ciblées du splanchnocrâne.



# Chapitre I. Généralités

## 1. Présentation de la zone d'étude

Le littoral algérien s'étend sur une façade maritime longue d'environ 1600 km de Marsat Ben-Mhidi ou Ghazaouet (frontière marocaine, 2° de longitude ouest) jusqu'au cap Roux (El-Kala, frontière tunisienne, 9° de longitude est).

La superficie maritime sous juridiction nationale offre environ 10 millions d'hectares aux activités de pêche. Les bandes les plus larges se situent sur les côtes occidentales et orientales du littoral. Ces deux bandes sont séparées par une zone centrale où les aires de pêche sont limitées (Hemida, 2005). La cote algérienne est subdivisée en trois grandes régions

- La région Ouest s'étend des frontières algéro-marocaines à l'ouest jusqu'à Ténès à l'est
- La région Centre délimitée par le cap de Dellys à l'Est et le cap de Ténès à l'Ouest
- La région Est s'étale entre Dellys à l'Ouest et les confins de la frontière avec la Tunisie à l'Est,

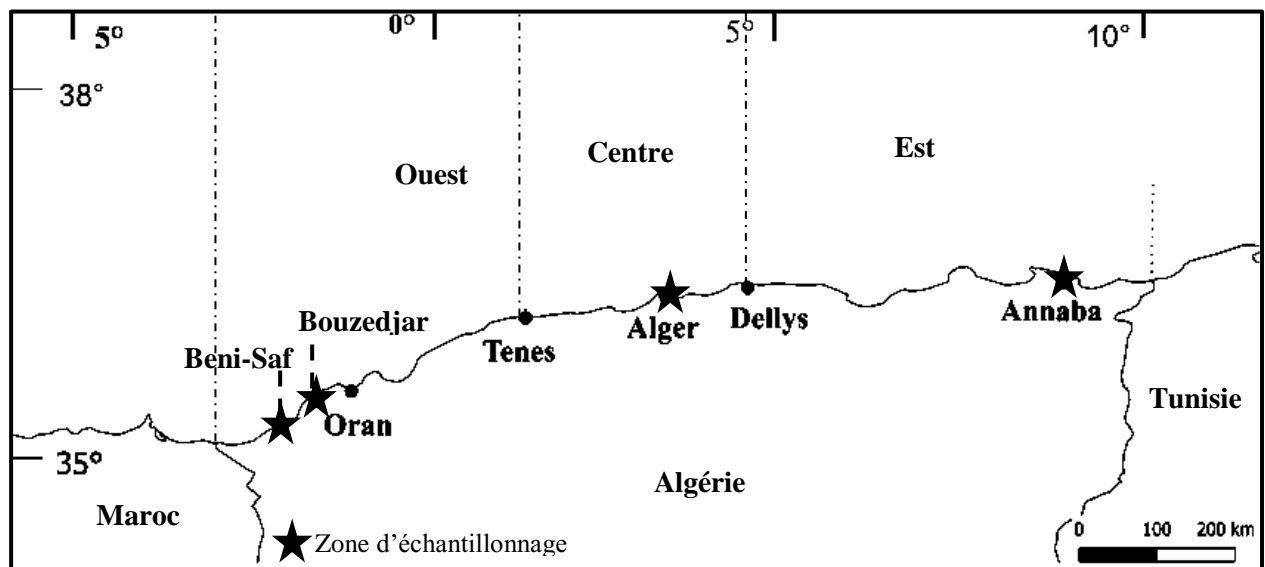


Figure I. 1. Carte représentant les régions du bassin algérien et les zones d'échantillonnage.

## 2. Présentation de la famille des *Soleidae*

L'ordre des Pleuronectiformes constitue un ensemble très complexe formé d'environ 600 espèces appartenant à six familles (Shehata, 1984).

Les espèces de cet ordre se distinguent des autres poissons osseux par un corps plat, ovale et asymétrique, présence des deux yeux sur l'une des deux faces latérales du corps qui est appelée face oculée ou zénithale l'autre face est sans yeux (aveugle ou nadirale) non colorée et c'est la face sur laquelle ils reposent sur le fond. Le museau des espèces de cette famille est arrondi en lobe charnu, la bouche est petite et infère plus ou moins arquée, portant des dents petites, en velours sur le côté aveugle. Ils possèdent des écailles de type cténoïde, l'origine de la nageoire dorsale est

au niveau de l'œil supérieur ou en avant. La ligne latérale est présente sur les deux faces, presque rectiligne sur la face oculée avec une branche supra-temporale arquée.

De nombreux travaux ont été menés afin de classer et comprendre les particularités biologiques et morphologiques des espèces constituant cet ordre. Les travaux de Fisher *et al.* (1987), Van der Land *et al.* (2001), Alili (2007), Desoutter et Chanet, (2009), ont abouti à la classification suivante

Règne : Animalia

Embranchement : Chordata

Sous-embranchement : Vertebrata

Super classe : Gnathostomata

Classe : Actinopterygii

Super-ordre : Teleostei

Ordre : Pleuronectiformes

Famille : Soleidae

Selon les travaux de Guichenot (1850), Dieuzeide *et al.* (1955), Grim et Marinaro (1979), Rousset (1979), Marinaro *et al.* (1983), Alili et Marinaro (1986), Alili (1988), Alili et Berrebi (1989) et Benzaoui et Boualha (2016) dans la zone géographique étudiée, la famille des Soleidae est divisé en neuf genres valides *Synaptura*, *Monochirus*, *Solea*, *Synapturichthys*, *Pegusa*, *Buglossidium*, *Microchirus*, *Dicologlossa*, et *Bathysolea*.

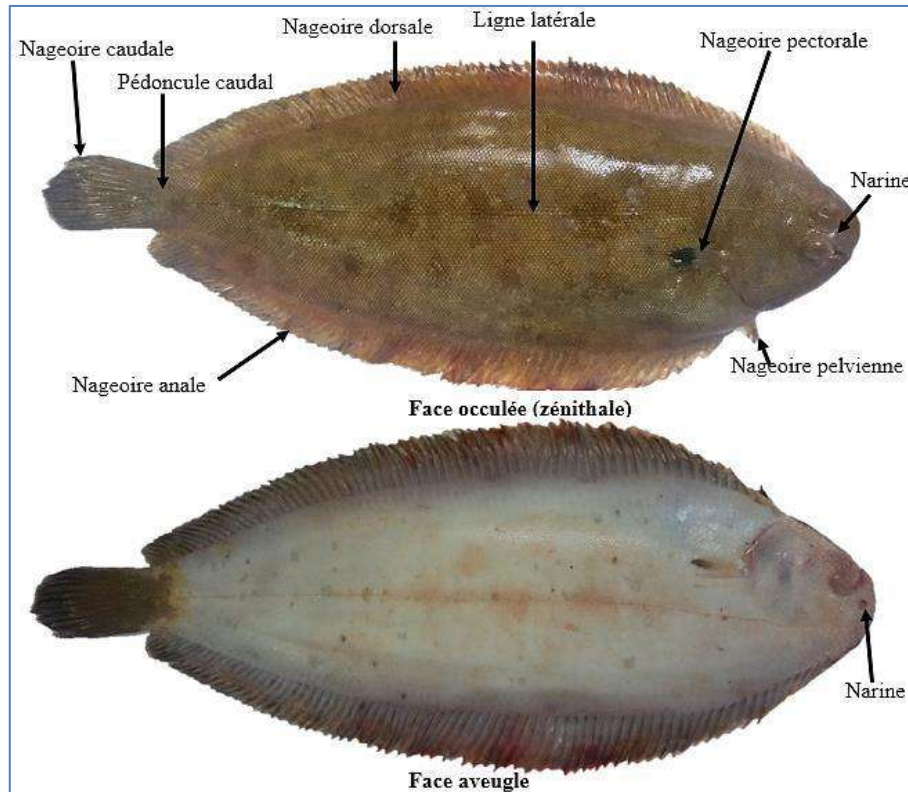
Le genre *Synaptura* ne comprend qu'une seule espèce, *S. lusitanica*. Les genres *Synapturichthys* et *Pegusa* sont séparés du genre *Solea* par la forme de la narine antérieure de la face aveugle et le nombre de ptérygiophores qui participent au complexe supracrânien. Le genre *Synapturichthys* est mono spécifique, *S. kleini* tandis que le genre *Pegusa* comprend deux espèces, *P. lascaris* et *P. nasuta*.

Le genre *solea* comprend deux espèces : *S. Solea* et *S. Senegalensis* qui ont été signalées dans le bassin algérien. Le genre *Microchirus* est subdivisé en deux sous-genres, (*Microchirus*) et (*Zevaia*). Le sous-genre *Microchirus* compte deux espèces *M. (M.) variegatus*, *M. (m.) ocellatus*, le sous-genre *Zevaia* comprend une seule espèce *m. (z.) azevia*. Les genres *Buglossidium* et *Dicologlossa* sont mono spécifiques : *B. luteum* et *D. cuneata*.

Selon Alili, le genre *Bathysolea* est représenté par une seule espèce, l'étude de Benzaoui et Boutalha (2016) indique qu'il existe trois livrées au sein de l'espèce *Bathysolea profundicola*, cependant, ces livrées sont susceptibles d'être des espèces différentes ce qui laisse des ambiguïtés sur la mono spécificité du genre *Bathysolea*.

Selon Desoutter (1997), le genre comprend deux espèces qui ont été longtemps mises en synonymie : *B. profundicola* et *B. polli*. La validité de ces des deux espèces a été montré en utilisant

essentiellement un caractère morphologique, la longueur du dernier rayon des nageoires dorsale et anale par rapport à la hauteur du pédoncule caudal et deux caractères ostéologiques, l'angle formé par les deux branches de l'urohyal et le nombre de pterygiophores participant au complexe supracrânien.



**Figure I. 2.** Morphologie externe d'une espèce représentative de la famille des Soleidés (Benzaoui et Boutalha, 2016).

## 2.1. Description du genre *Bathysolea*

### 2.1.1. Historique

Le genre *Bathysolea* a d'abord été décrit par Roule (1916) comme étant un sous-genre de *Solea*. Il comprenait deux espèces, *Bathysolea lactea* Roule, 1916 a et *B. profundicola* (Vaillant, 1888), ces deux espèces ont été trouvées dans les eaux profondes au large des côtes tempérées et tropicales de l'océan Atlantique Est et de la Méditerranée.

Chabanaud (1950) a décrit un nouveau genre, *Capartella*, avec deux nouvelles espèces de l'Océan Atlantique du Sud-Est: *C. polli* et *C. longisquamis*. Sans explication, Nielsen (1963) comprenait *C. polli* et *C. longisquamis* comme synonymes juniors de *B. profundicola*. Cadenat et Stauch (1965) ont ensuite mit en synonymie *Capartella* avec *Bathysolea* et ont fourni une clé pour les trois espèces qu'ils ont reconnues comme valides : *B. polli*, *B. profundicola* et *B. albida* Roule 1916 b. Blache *et al.* (1970) considéraient que *B. profundicola* et *B. polli* étaient des espèces

valides, et Desoutter (1990) ne reconnaissait que le *B. profundicola* dans l'Atlantique tropical de l'Est, compte tenu des deux espèces de *Capartella* comme synonymes de la première (Desoutter et Chapleau, 1997). Enfin, Quero et Desoutter (1990) ont décrit une nouvelle espèce, *Bathysolea lagarderae*, de Madagascar et ont fourni une clé pour les trois espèces qu'ils ont reconnues comme valides dans le genre *Bathysolea* : *B. lactea*, *B. lagarderae* et *B. profundicola* (avec *Capartella polli* et *C. longisquamis* en tant que synonymes juniors de ce dernier).

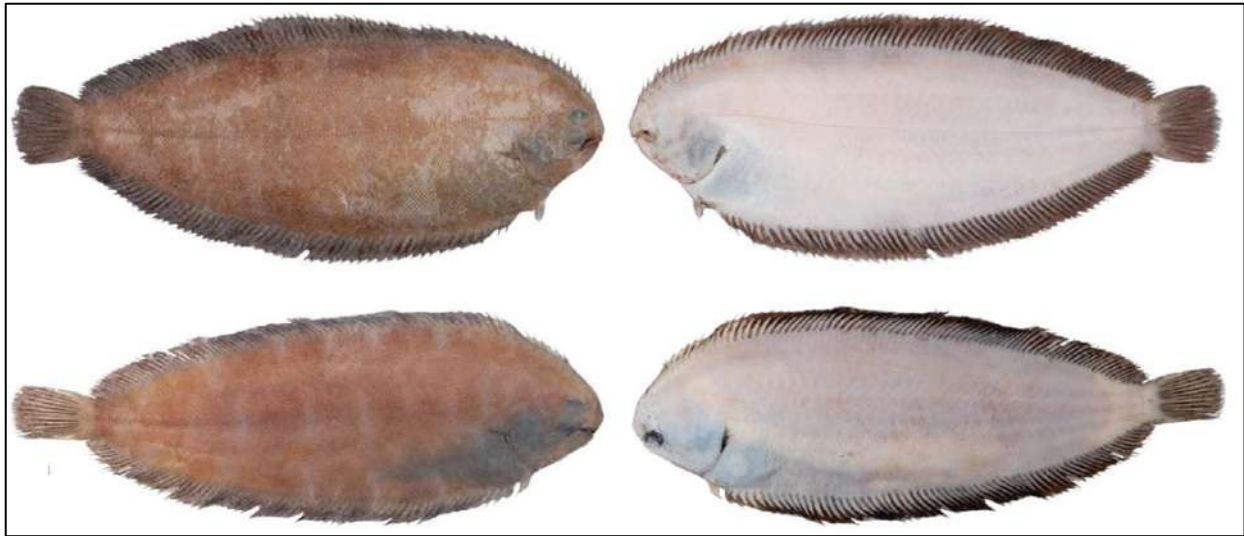
## 2.2. Diagnose des espèces du genre

Les représentants de ce genre se distinguent des poissons plats par un corps ovale, allongé et recouvert de petites écailles cténoïdes, une ligne latérale droite s'étendant de l'œil à la caudale, peu visible dans la zone supratemporale. Ils atteignent jusqu'à 21 cm de longueur.

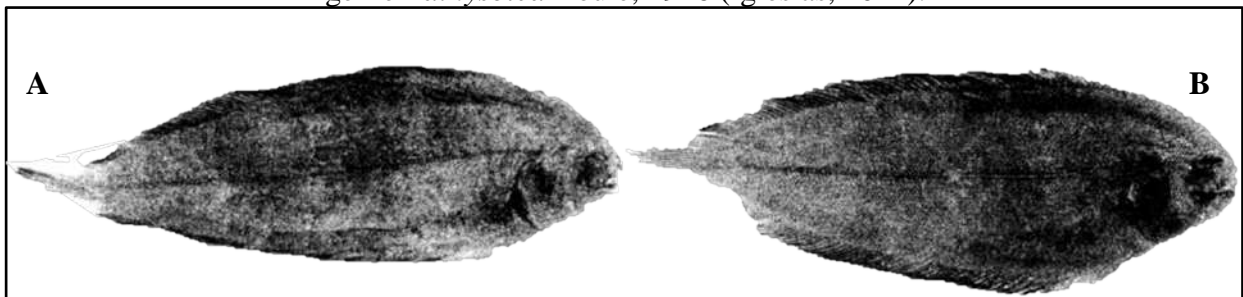
Les yeux sont presque au même niveau et situés sur le côté droit du corps. La narine antérieure de la face oculée en tube rabattu vers l'arrière n'atteignant jamais le bord antérieur de l'œil ventral. Nageoire dorsale débutant un peu en avant de l'œil supérieur, nageoire pectorale de la face zénithale (face oculée) petite, celle de la face nadirale (aveugle) est rudimentaire, nageoire caudale liée aux derniers rayons de la dorsale et l'anale par une membrane fine. La face zénithale est colorée en gris-brun. La face nadirale est généralement blanche (non colorée).



**Figure I. 3.** Face zénithale (oculée), (A) et nadirale (aveugle), (B) d'une espèce représentative du genre *Bathysolea* Roule, 1916.



**Figure I. 4-** Faces zénithale (oculée) et nadirale (aveugle) de deux livrées appartenant au genre *Bathysolea* Roule, 1916 (Iglésias, 2011).

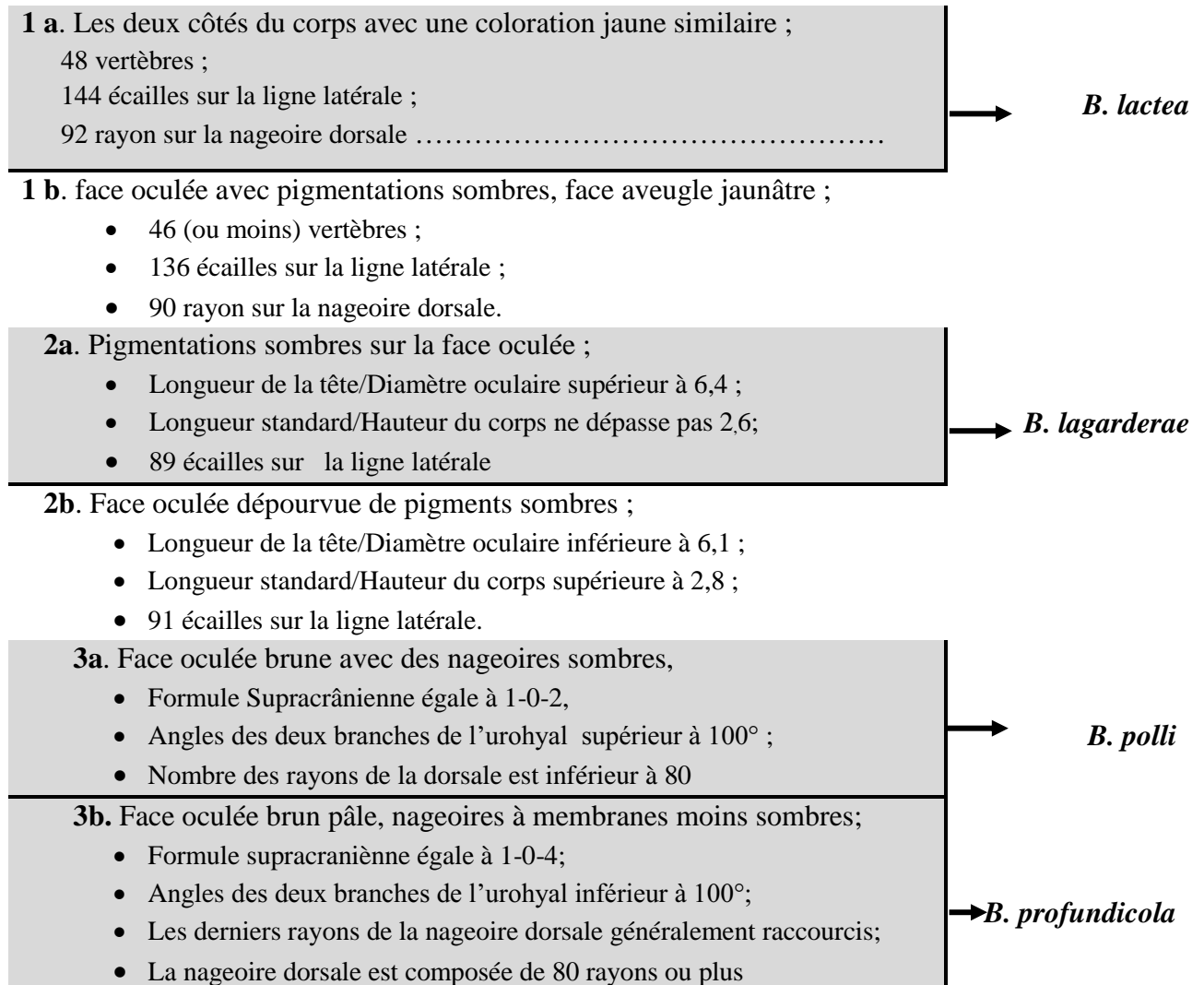


**Figure I. 5.** Faces zénithale (oculée) de *Bathysolea profundicola* (A) et *Bathysolea polli* (B) selon Desoutter et Chapleau (1997).

### 2.3. Clé d'identification des espèces

La classification et la description des espèces du genre *Bathysolea* ont souvent été modifiées ; Cadenat et Stauch (1965) ont proposé une clé contenant trois espèces: *B. polli*, *B. profundicola* et *B. albida* Roule 1916. Desoutter (1990) ne reconnaissait que le *B. profundicola* dans l'Atlantique tropical de l'Est. En 1990, Quero et Desoutter ont identifié une autre espèce provenant de Madagascar (*Bathysolea lagarderae*) et offrent une nouvelle clé d'identification qui a été modifiée ensuite par Desoutter et Chapleau, (1997).

Allili (1988) a signalé la présence de l'espèce *Bathysolea profundicola* dans les eaux algériennes. Pour la présente étude, nous avons adopté la clé de détermination des espèces appartenant au genre *Bathysolea* fournie par (Desoutter et Chapleau, 1997)



#### 2.4. Habitat et distribution géographique

Les espèces du genre *Bathysolea* vivent en profondeur sur le plateau continental à partir de 200 m jusqu'à 1300 m (Froese, 2016). Selon Desoutter (1990), elles sont communes en Portugal, au sud de l'Irlande et au Sénégal. L'Atlantique oriental constitue l'aire originelle de ces espèces qui ont traversé le détroit de Gibraltar en envahissant le bassin algéro-provençal de la Méditerranée. L'immigration herculéenne des espèces du genre *Bathysolea* ainsi que plusieurs autres espèces de la famille des Soleidae tel que *Solea senegalensis*, *Micrichirus hexophthalmus* et *Solea boscanion* (Quignard et Raibaut, 1993; Golani *et al.*, 2002; Quignard, 2011) a été favorisée suite à de nombreux phénomènes et crises tel que les grandes périodes glaciaires et interglaciaires, l'ouverture de Gibraltar et le changement climatique mondial qui ont affecté la Méditerranée et remodelé son paysage floristique et faunistique.

En Méditerranée, les populations composant le genre *Bathysolea* sont moins étendues, elles ont été signalées dans les îles canaries, la Sicile et la Corse (Quero *et al.*, 1986).

#### 2.5. Quelques éléments de biologie

La période de reproduction des espèces du genre *Bathysolea* s'étale sur toute l'année, elle atteint son maximum en hiver et au début du printemps (Fisher *et al.*, 1987). Gonochoriques, ovipares, les œufs sont pélagiques, les larves incorporées au plancton se tiendraient à proximité des côtes et gagneraient les profondeurs au fur et à mesure de leur croissance (Dieuzeide *et al.*, 1955).

Selon Chanet et Chapleau (2004), la dissymétrie oculaire de ces poissons apparaît au cours de la vie larvaire au terme d'une métamorphose affectant une larve symétrique ; l'œil gauche migre vers la face latérale droite. Afin de se reproduire et d'assurer une protection contre les prédateurs, ces espèces ont adopté le mimé qui est une stratégie d'adaptation permettant d'imiter la forme d'un élément environnant ou la couleur du milieu de vie.

Les espèces formant le genre *Bathysolea* se nourrissent principalement de polychètes et de certains amphipodes (Quéro *et al.*, 1986). Elles sont capturées au moyen du chalut de fond (Fisher *et al.*, 1987).



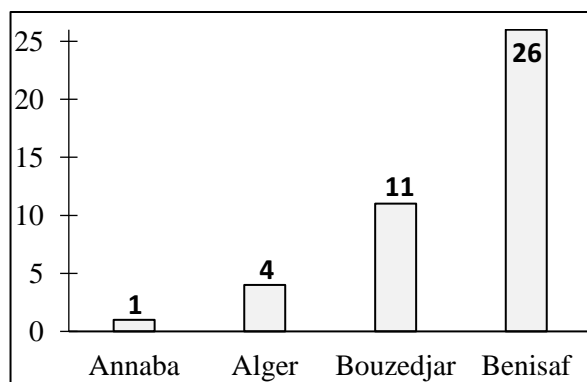
# Chapitre II.

## Matériel et méthodes

## 1. Echantillonnage et source de données

Les échantillons utilisés dans le cadre de ce travail ont été prélevés de la pêcherie d'Alger, les ports de pêche de Beni-Saf et Bouzedjar (wilaya d'Ain Temouchent région Ouest algérienne). Les individus échantillonnés de la pêcherie d'Alger proviennent d'Annaba et Alger.

Au total 42 individus ont été échantillonnés durant la présente étude et ce pendant la période allant d'avril à juin 2017. Le détail des effectifs utilisé pour chaque étude est mentionné dans le tableau I. 1



**Figure II. 1.** Effectifs des individus échantillonnés par région.

**Tableau II. 1-** Effectifs des individus utilisés pour chaque méthode utilisée

Etude		
Morphométrie		35
	Description des pièces	41
	Ostéométrie	
Ostéologie	• Urohyal	41
	• Otolithes	41
	• Operculaire	41
	• Interoperculaire	40

## 2. Mensuration et traitement des poissons

### 2.1. Caractères morphologiques

La morphologie a pour but l'étude des formes mais aussi celles des caractères externes des êtres vivants. Il s'agit d'observer, décrire et analyser ceux-ci chez différentes espèces, ou d'estimer l'ampleur et la signification des variations de formes au sein de la même espèce tant pour les études taxonomiques, de la spéciation ou de l'adaptation.

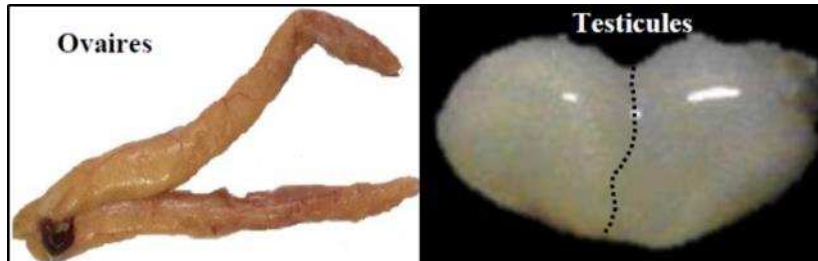
Au cours de notre travail nous avons pris en considération plusieurs critères dont nous avons jugé la différence phénotypique entre les individus rencontrés ;

- La forme du corps
- La pigmentation des faces zénithale (oculée) et nadirale (aveugle)
- La coloration des nageoires impaires (dorsale et anale)
- Position et diamètre des yeux
- Ligne latérale

### 2.2. Détermination du sexe

Le sexe est déterminé après incision de la paroi de la cavité abdominale, l'ouverture se fait de l'anus jusqu'au niveau des nageoires pelviennes à proximité du museau. 2 types de gonades :

- Chez les mâles, les gonades sont sous forme de deux hémisphères aplatis situés au niveau de la cavité abdominale et ne dépassant guère trois à quatre millimètres de long à l'état adulte ; leur maturation macroscopique est difficile à suivre.
- Chez les femelles, les ovaires sont plus développés et se distinguent bien par leur forme tubulaire. Ils atteignent, au stade adulte fréquemment, plus des trois quarts de la largeur totale.



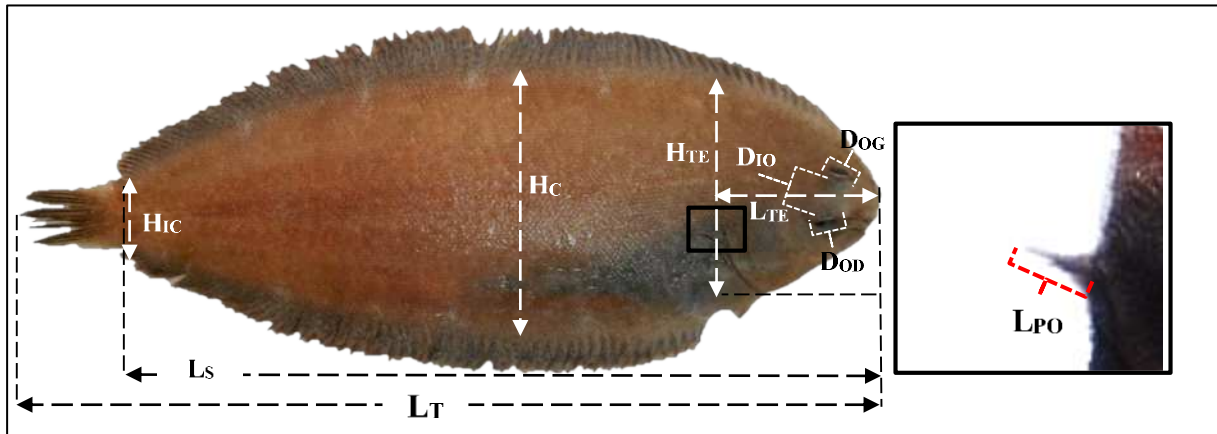
**Figure II. 2.** Les différents types de gonades observées chez les Soleidae (Saidani, 2016).

### 2.3. Caractères biométriques

Les mensurations morphométriques suivantes ont été réalisées à l'aide d'un ichtyomètre et un pied à coulisse

- **L<sub>T</sub>** : longueur totale qui se mesure du point le plus en avant de la tête, bouche fermée, jusqu'à l'extrémité de la caudale.
- **L<sub>S</sub>**: longueur standard qui est mesurée correctement de la bouche jusqu'au niveau de l'origine des rayons de la nageoire caudale.
- **H<sub>C</sub>**: hauteur supérieur du ceps qui est la distance maximale dorso-ventrale du poisson.
- **L<sub>TE</sub>** : longueur de la tête qui se mesure du point le plus en avant de la tête avec une bouche fermer jusqu'au point antérieur d'insertion du premier rayon de la nageoire pectorale.
- **H<sub>TE</sub>** : hauteur de la tête qui se mesure de l'échancrure operculaire jusqu'au au premier rayon de la nageoire ventrale.
- **L<sub>PO</sub>**: longueur de la pectorale oculée est mesurée en position repliée sur le côté dorsal du corps (pour tenir les rayons droits) depuis le point d'insertion visible le plus avancé à l'extrémité distale du bord membraneux.
- **L<sub>PA</sub>**: Longueur de la pectorale aveugle est mesurée en position repliée sur le côté ventral du corps (pour tenir les rayons droits) depuis le point d'insertion visible le plus avancé à l'extrémité distale du bord membraneux.
- **H<sub>IC</sub>** : hauteur inférieure du corps qui est la moindre profondeur du pédoncule.

- $D_{IO}$  : distance interoculaire, c'est la distance entre le bord postérieur de l'orbite droite et gauche.
- $D_{OD}$  : diamètre de l'œil droit, c'est la mesure de la taille de l'ouverture de la pupille de l'œil droite.
- $D_{OG}$  : Diamètre de l'œil gauche, c'est la mesure de la taille de l'ouverture de la pupille de l'œil gauche.



**Figure II. 3.** Mensurations morphométriques réalisées sur un représentant du genre *Bathysolea*.

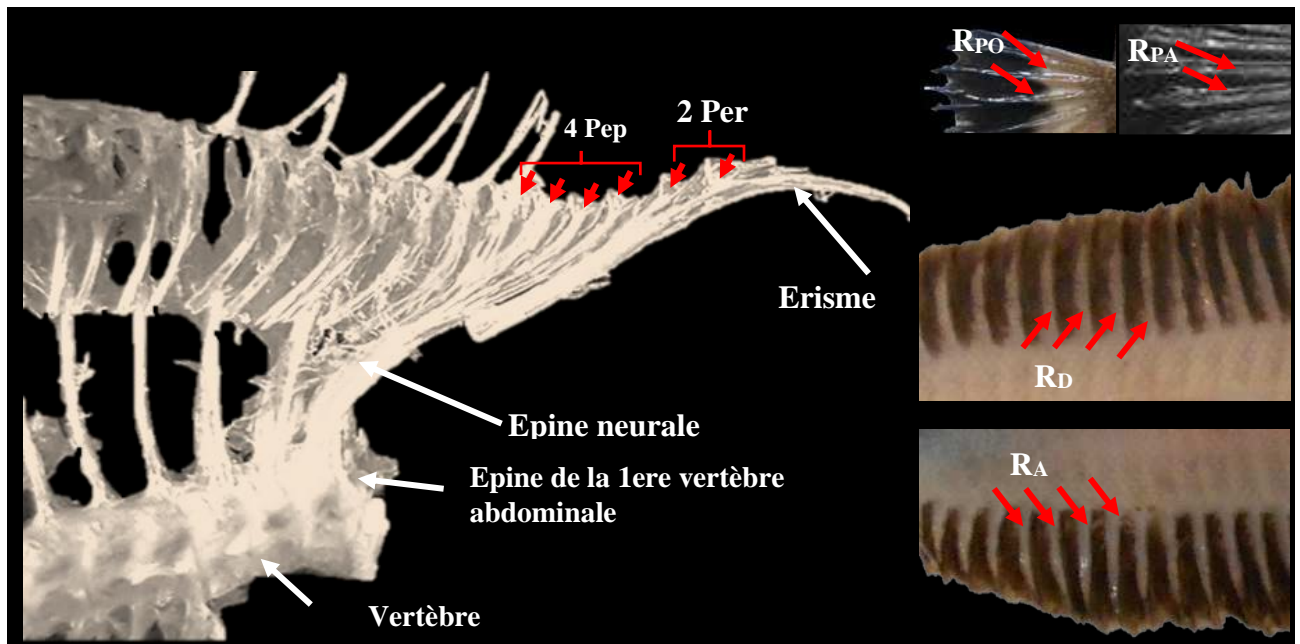
#### 2.4. Caractères méristiques

Les caractères méristiques correspondent à des variables discrètes qui fournissent des données objectives du fait qu'elles sont indépendantes de la taille du sujet examiné (Kraiem, 1994). Ils distinguent des données numériques concernant la morphologie d'un poisson qui correspondent au dénombrement de diverses pièces (écailles, rayons des nageoires, branchiospines, etc.).

Les caractères méristiques que nous avons considéré dans notre étude sont : les rayons de la nageoire dorsale (RD), de la nageoire anale (RA), de la pectorale de la face oculée (zénithale) (RPO), ceux de la pectorale de la face aveugle (nadirale) (RPA), nombre de vertèbres et le nombre de ptérygiophores attachés à l'épine neurale de la seconde vertèbre abdominale (Fig-II. 4).

Le complexe supracrânien comprend l'érisme formé par la coalescence des deux premiers ptérygiophores et les ptérygiophores suivants qui sont en rapport avec le crâne et l'épine neurale de la deuxième vertèbre (Desoutter, 1994). Selon Chapleau (1989), ce complexe morphologique, unique chez les Pleuronectiformes (poissons plats) et plus particulièrement chez les Soleidae, présente des variations génériques et spécifiques qui doivent être étudiées dans le cadre d'une étude comme la nôtre.

Nous avons compté le nombre de ptérygiophores reliés à l'épine neurale ( $P_{TEN}$ ), le nombre de ptérygiophores attachés à l'érisme ( $P_{TE}$ ) et les ptérygiophores libres entre l'érisme et l'épine neurale (Fig-II. 4).



**Figure II. 4.** Caractères méristiques dénombrés d'un représentant du genre *Bathysolea*.

**R<sub>PO</sub>** : rayons de la pectorale de la face oculée, **R<sub>PA</sub>** : rayons de la pectorale de la face nadirale, **R<sub>D</sub>** : rayons de la nageoire dorsale, **R<sub>A</sub>** : rayons de la nageoire anale, **P<sub>TE</sub>** : attachés à l'érisme, **P<sub>TEN</sub>** : et attachés à l'épine neurale.

### 2.5. Etude ostéologique

L'ostéologie est une discipline scientifique qui étudie la morphologie et les fonctions des squelettes et pièces osseuses des poissons. Elle permet d'étudier les relations inter et intra-spécifiques qui relient les différents taxons en comparant les pièces osseuses de plusieurs espèces ou plusieurs individus de la même espèce. Selon Grassé (1958) le squelette des Ostéichthyens est composé trois parties :

- Le squelette axial qui est représenté par la colonne vertébrale et comporte les vertèbres du tronc et les vertèbres caudales qui sont situées en arrière de l'abdomen et dans la caudale.
- Le squelette zonal est constitué par la ceinture pectorale et la ceinture pelvienne, chez les poissons il s'agit des pièces qui soutiennent les nageoires.
- Le squelette céphalique (crânien) est subdivisé en deux différentes parties : le neurocrâne ou squelette neurale, et le splanchnocrâne ou squelette viscérale

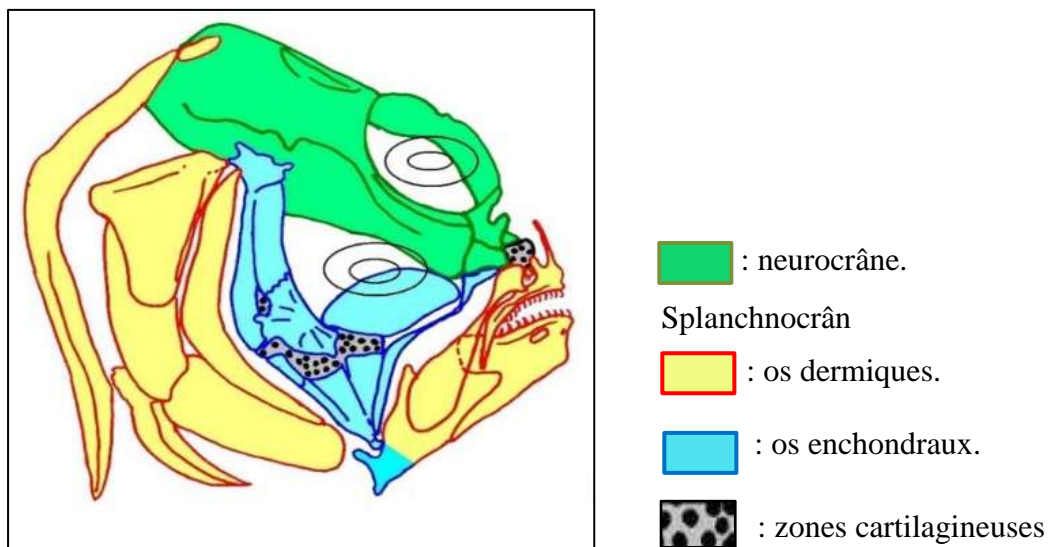
Pour la réalisation de notre étude systématique, nous nous sommes intéressé au squelette céphalique pour la description et la comparaison des pièces osseuses. Le squelette axial a été utilisé aussi pour le dénombrement des vertèbres.

### 2.5.1. Prélèvement et traitement des pièces osseuses

Pour prélever les différentes pièces crâniennes ainsi que le squelette axial, les individus sont mis à cuire dans un couscoussier pendant trois à cinq minutes (selon la taille de l'individu), après le refroidissement des poissons, la chair est enlevée soigneusement et délicatement afin de faciliter le prélèvement des pièces crâniennes. Les pièces prélevées ont été nettoyées à l'eau savonneuse puis avec une solution saturée en bicarbonate de sodium, séchées et conservées dans des piluliers.

### 2.5.2. Etude ostéologique du squelette céphalique

A l'âge adulte, les poissons Pleuronectiformes, se distinguent des autres acanthomorphes, et de tous les vertébrés, par la présence d'un crâne asymétrique où les deux yeux sont présents sur une des deux faces latérales (droite ou gauche selon les espèces). En effet, le crâne est fortement remodelé dans sa région antérieure au cours de la métamorphose. L'un des yeux, qualifié de migrateur, l'œil gauche chez les Soleidae, migre au-dessus du crâne pour rejoindre l'œil droit sur la face gauche. Dans le crâne, subsiste entre les deux yeux une barre osseuse, formée par l'ethmoïde latéral gauche et le frontal gauche. Les différentes parties du crâne d'un poisson plat sont montrées par la figure II. 5.



**Figure II. 5.** Vue schématique du squelette de la tête d'un poisson plat, en vue latérale gauche (Chant B, 2003).

#### 2.5.2.1. Etude ostéologique du splanchnocrâne

Chez les Téléostéens, le splanchnocrâne se compose d'une succession d'arcs osseux ; les deux arcs antérieurs sont modifiés ; respectivement en arc mandibulaire (mâchoires) et arc hyoïdien (soutien des os de la série operculaire et attache postérieure des mâchoires sur le neurocrâne), arc

operculaire et arc branchial. La figure II.6 montre l'organisation des pièces osseuses chez une espèce de Soleidae (*Solea ovata*), nous avons eu recours à cette planche pour la reconnaissance des pièces osseuses de chaque arc du splanchnocrâne. Nous n'exposerons pas ici la fonction de chaque pièce osseuse, le but de l'étude étant descriptive.

L'arc Operculaire est constitué de 4 pièces osseuses : le préoperculaire (pop), l'operculaire (op), le sous-operculaire (sop) et l'interoperculaire (iop).

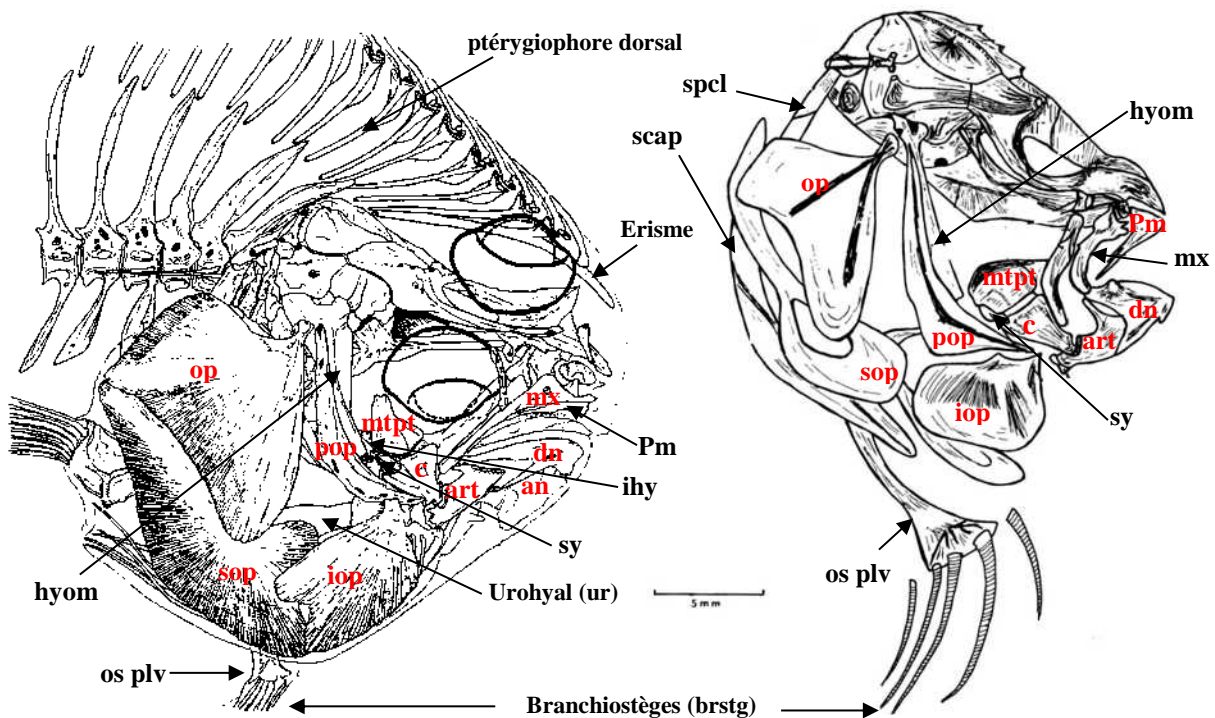
L'Arc Mandibulaire est formé du dentaire (dn), de l'articulaire (art), de l'angulaire (an), du carrée (c), du métapterygoïde (mtpt), du mésopterygoïde (mspt), de l'ectopterygoïde (ecpt), du maxillaire (mx), du palatin (pal) et du prémaxillaire (pmx).

L'Arc Hyoïdien est composé de l'hyomandibulaire (hyomd), symplectique (sym), cératohyal (ch), épihyal (eh), rayons branchiostèges (brstg) et l'urohyal (ur).

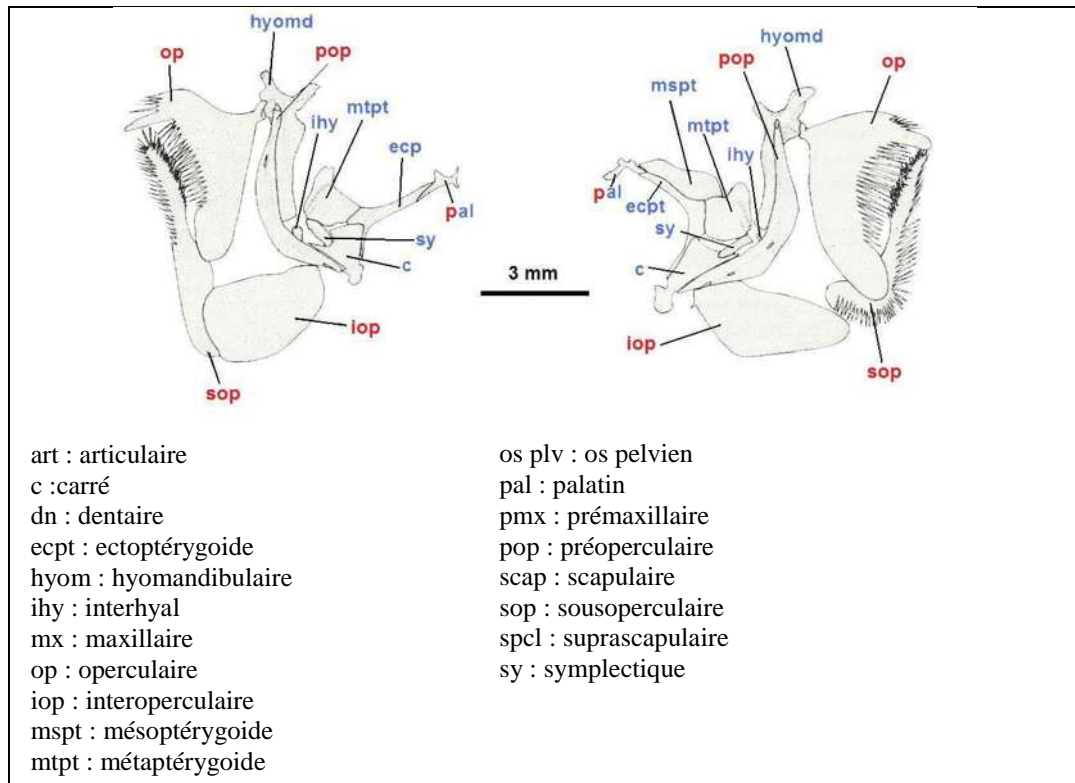
L'arc branchial se compose de l'hypobranchial (hb), cératobranchial (cb), pharyngobranchial (pb), épibranchial (eb) et trois basibranchiaux (bb).

La ceinture scapulaire est une ossification de deux os ; l'os scapulaire et le supra-scapulaire.

La ceinture pelvienne est un os long.



**Figure II. 6.** Vue latérale droite des pièces osseuses du splanchnocrâne chez deux représentants de Soleidés (Chant et Desoutter, 2008 ; Charles *et al.*, 1972).

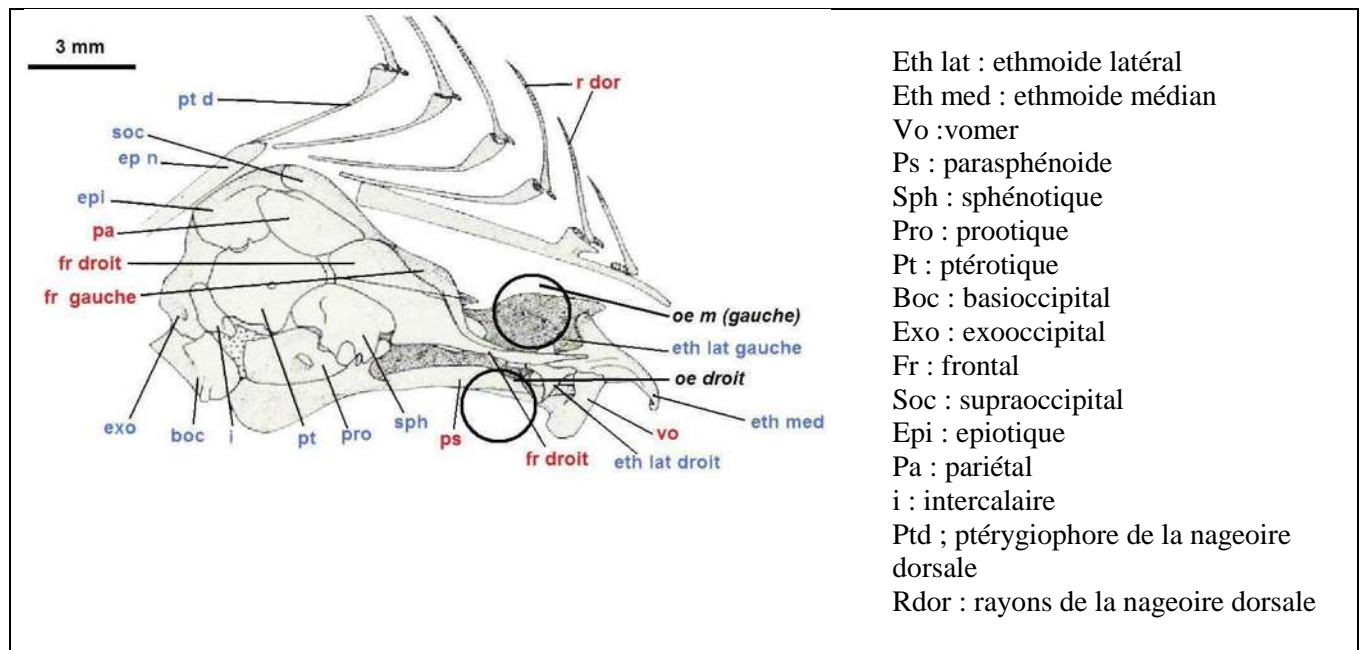


**Figure II. 7.** Quelques pièces osseuses du splanchnocrâne de sole (*Solea ovata*, Soleidés) en vue latérale (Chapleau et Keast, 1988). À gauche, os de la face droite (oculée ou zénithale) ; à droite, os de la face gauche (aveugle ou nadirale).

### 2.5.2.2. Etude ostéologique du neurocrâne

Le neurocrâne est un ensemble de pièces osseuses formant la partie supérieure du crâne, il se divise en cinq régions.

- La région occipitale forme la partie postérieure du neurocrâne, elle est composée de basi-occipital, exo-occipitaux et le supra-occipital.
- La région otique est un ensemble d'os pairs (ptérotiques, épitotiques, pariétaux, sphénotique, prootiques et intercalaires) qui s'articulent avec ceux des régions optique et occipitale
- La région optique qui est une ossification de deux os ; les frontaux.
- La région éthmoïdienne est composée des éthmoïdes latéraux et le méséthmoïde.
- Le plancher est formé du basi-sphénoïde et du vomer.



**Figure II. 8.** Schémas du neurocrâne d'un représentant de Soleidés (Chapleau et Keast ,1988).

### 2.5.3. Ostéométrie

L'ostéométrie est une technique scientifique qui consiste à mesurer les éléments osseux qui forment le squelette du poisson. Elle est utilisée dans les études anatomiques, paléontologiques, archéozoologiques et taxonomiques.

Pour le présent travail, nous avons eu recours à l'ostéométrie afin de compléter les informations obtenues de l'étude morphologique et morphométrique, approfondir l'étude ostéologique et mettre en évidence les ressemblances et divergences entre les individus traités.

Parmi les os prélevés, nous avons choisi l'uroyal, l'interoperculaire et l'operculaire sur lesquelles plusieurs mensurations ont été effectuées à l'aide du logiciel TSview (Fig II.9).

L'urohyal est formé de deux branches, une dorsale et une ventrale, qui forment un angle. Comme l'a indiqué Chabanaud (1928), la forme de l'urohyal et l'angle formé par ses deux branches dorsale et pelvienne sont des caractères importants dans la diagnose des espèces et des genres de Soleidae. Bien que le risque d'erreur soit grand comme l'indiquent les valeurs de l'écartype, nous avons mesuré cet angle en prenant pour chaque branche la corde de la plus grande courbure ou une corde moyenne si la branche est formée de diverses courbures.

L'operculaire a une forme triangulaire avec angles presque arrondis, nous avons relevé neuf mensurations ainsi que la longueur de cet os.

L'interoperculaire et l'opercule sont des os pairs ; les mensurations ont été effectuées sur les pièces de la face zénithale et la face nadirale.

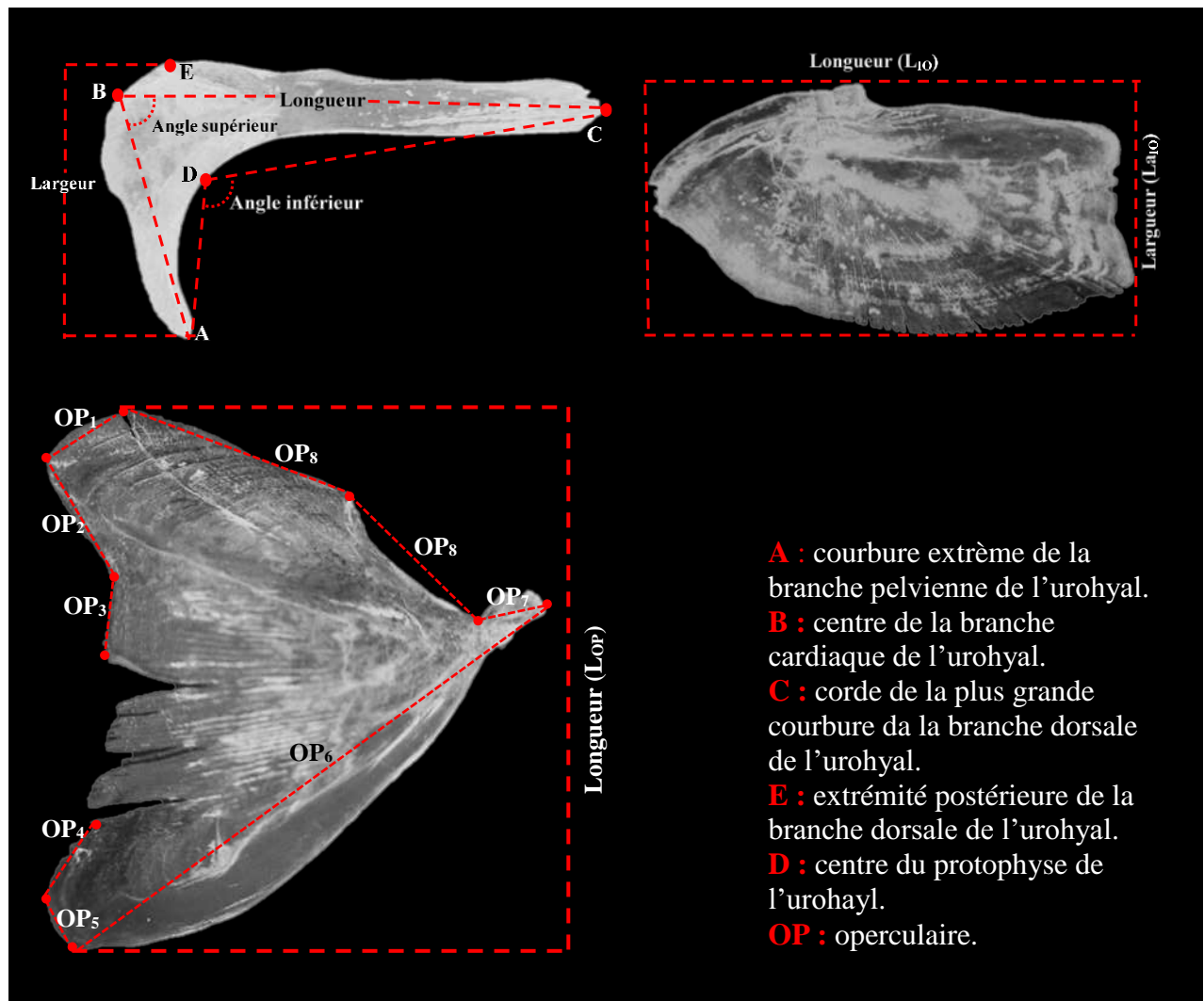


Figure II. 9. Mensurations effectuées sur l'urohyal, l'interoperculaire et l'operculaire.

### 3. Analyse statistique des données

#### 3.1. Test de l'écart-réduit ( $\mathcal{E}$ )

Le test t permet de vérifier l'homogénéité de deux échantillons à partir de l'écart-réduit entre les moyennes des échantillons. L'étude ostéométrique que nous avons effectuée nécessite une comparaison entre les pièces osseuses de la face oculée et celle de la face nadirale. Ce test est calculé par la formule fournie par Schwartz (2006) :

$$\mathcal{E} = \frac{|m1 - m2|}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n1} + \frac{\sigma_2^2}{n2}}}$$

$m1$  : la moyenne des mensurations testées des os de la face zénithale (droit).  $m2$  : la moyenne des mensurations testées des os de la face nadirale (gauche).  $\sigma_1^2$ ,  $\sigma_2^2$  : les variances respectives.

$n_1$  et  $n_2$ : représente les effectifs des pièces osseuses mesurées.

La valeur de  $\varepsilon$  calculé est comparée à 1,96 au taux de sécurité de 95%. Si elle est inférieure, la différence entre les os de la face zénithale et ceux de la face nadirale n'est pas significative, au taux de sécurité 95%. Dans le cas contraire il existe une différence entre les deux.

Dans notre étude l'utilisation du test sur les mensurations ostéométriques nous permettra de juger la différence entre les os de la face zénithale et ceux de la face nadirale.

### **3.2. Analyse multidimensionnelle : analyse en composantes principales**

L'ACP est une méthode statistique, descriptive qui permet de représenter graphiquement des données ou variables quantitatives dans un espace à une ou plusieurs dimensions.

Le but de cette technique est de trouver des espaces de petites dimensions ou plan dans lesquels Un nombre maximal de variables est représenté, ce qui facilite la visualisation de la dispersion et la corrélation entre ces variables, les ressemblances entre les individus représentés ainsi que la liaison entre les variables et les individus.

La méthode d'ACP est également appelée méthode des axes principaux : la recherche des composantes principales consiste à déterminer ce qu'on pourrait considérer comme les longueurs ou variance (valeurs propres) et les directions (vecteurs propres) des axes principaux (Hemida, 2005).

L'axe qui donne le maximum d'information est appelé premier axe principal et la combinaison de celui-ci avec le deuxième axe principal constitue le premier plan principal. Ceci conduit à une détermination de valeurs propres et de vecteurs propres, qui assurent une parfaite symétrie entre les variables (indices) et les individus. Chaque point-variable se place au sein du groupe de point individu qu'il caractérise le plus. Si un élément ligne possède une forte valeur pour une colonne, il sera "attiré" par le point-colonne correspondant, il en est de même pour les éléments-colonnes (Philippeau, 1986).

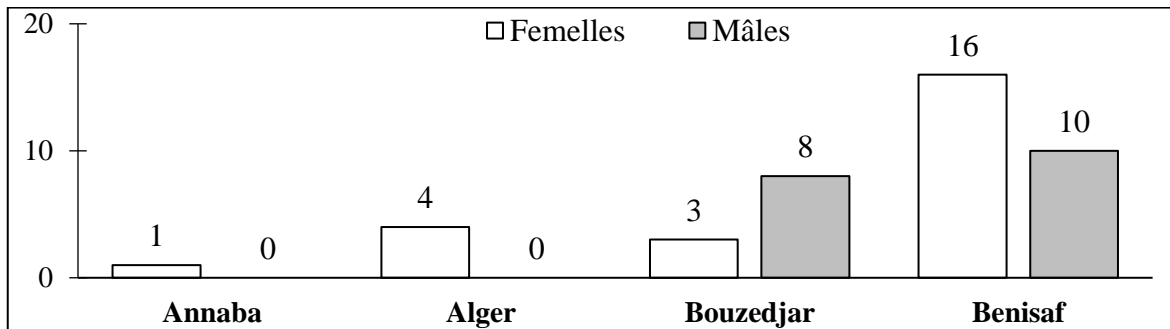


# Chapitre III.

## Résultats et discussions

### 1. Composition de l'échantillon et des données utilisées

Notre échantillon est composé de 42 individus, 24 femelles et 18 mâles, récoltés de différents sites du littoral algérien ; 37 individus échantillonnés de la région Ouest à partir des apports chalutiers des ports de Beni-Saf et de Bouzedjar, 4 individus de la région centre de la poissonnerie d'Alger, dont ne nous sommes pas sûrs de la provenance, et un individu prélevé de de l'Est pêché au niveau du golfe de Annaba.



**Figure III. 1.** Abundances des individus échantillonnés répartis par sexe et par région d'échantillonnage.

**Tableau III. 1** Synthèse bibliographique comparative des effectifs et tailles des espèces du genre *Bathysolea*

Auteurs et année	Espèces	Effectif par Sexe	Taille (Min-Max)	
Quéro et Dessouter (1990)	<i>B. Lagarderae</i>	Confondus	7	8,7-12,0
Desoutter et Chapleau (1997)	<i>B. profundicola</i>	Confondus	80	8,49-18,45
	<i>B. polli</i>	Confondus	28	11,02-16,83
Benzaoui et Boutalha (2016)	<i>Bathysolea</i>	F	34	10,1-14,5
		M	34	9,5-13,3
Présente étude (2017)	<i>Bathysolea</i>	F	24	9,9-16,5
		M	18	11,2-14,7

### 2. Description morphologique

La diagnose morphologique de par la coloration des deux faces des individus récoltés répond aux descriptions de la clé de détermination des espèces *B. polii* et *B. profundicola*, En revanche ces individus présentent des variations morphologiques multiples tel que la forme du corps, la coloration de la face zénithale qui est colorée en brun sombre ou clair et munie de taches blanche chez certains individus, la coloration de la face nadirale qui est d'une couleur rosâtre ou blanchâtre et les nageoires caudale et anale qui sont bordées de marron ou noire. Ces variations intraspécifiques nous ont mené à distinguer huit (08) livrées (Tab et Fig--III.2). La livrée est définie par l'ensemble de couleurs et caractères morphologiques que portent les individus d'une même espèce au cours de leur croissance.

Livrée 01 : comporte des individus qui ont un corps allongé, une tête élevée avec des yeux situés au même niveau ; l'œil droit est très proche de la bouche. la face oculée est d'une couleur marron clair avec présence de taches blanches à proximité des nageoires dorsale et anale ,une ligne latérale

visible, la muqueuse de la cavité buccale très sombre et bien apparente, la face aveugle chez les individus de cette livrée présente une coloration rosâtre, les nageoires dorsale et anale sont bordées du marron.

Livrée 02 : le corps des individus est plus long avec une tête élevée et des yeux rapprochés et disposés au même niveau, la face zénithale est colorée en brun foncé avec des taches blanches, la muqueuse de la cavité buccale est peu sombre, la face nadirale est rosâtre et les nageoires dorsale et anale sont colorées en noire.

Livrée 03 : composée des individus qui possèdent un corps ovale allongé à l'extrémité postérieure, une ligne latérale bien apparente, une face zénithale brune et comporte des taches blanches bien visibles, face nadirale blanchâtre avec des nageoires noires, l'œil droit se rapproche de la bouche.

Livrée 04 : les individus se caractérisent par un corps ovale, large, une tête haute avec des yeux bombés, la muqueuse du bord operculaire est sombre, la ligne latérale est visible, la face zénithale de ces poissons présente une couleur marron clair et bordée de taches blanches, la face nadirale est d'une couleur blanche avec des nageoires colorées en marron.

Livrée 05 : constituée d'individus avec un corps effilé, une tête moins élevée, de gros yeux adjacents, non disposés au même niveau et proches de la bouche, la face zénithale est d'une couleur brune sombre sans taches, la face nadirale est blanche et les nageoires sont sombre.

Livrée 06 : se différencie des autres livrées par un corps effilé. Tête moins élevée, les yeux sont bombés, l'œil droit est plus bombé que l'œil senestre, ligne latérale visible. La face zénithale est d'une teinte marron sombre et ne porte aucune tache, face nadirale rosâtre et nageoires clairs.

Livrée 07 : le corps des individus de cette livrée est allongé et très large avec une tête plus au moins élevée, les yeux ne sont pas disposés au même niveau, une face zénithale marron clair, la ligne latérale est apparente, la face nadirale est d'une couleur blanche et les rayons des nageoires dorsales et anales sont noires.

Livrée 08 : caractérisée par un corps plus allongé, tête haute, les yeux sont grands. La face oculée est colorée en brun clair, face nadirale blanche et nageoires marronnes.

**Tableau III. 2 .** Répartition des individus par livrée en fonction des caractères diagnostiques.

Livrée	Couleur de la Face oculée	Couleur de la Face aveugle	Nageoire	Effectif
Livrée 01 (L <sub>1</sub> )	Présence de taches blanches	Rosâtre	Marron	5
Livrée 02 (L <sub>2</sub> )		Rosâtre	Noire	4
Livrée 03 (L <sub>3</sub> )		Blanchâtre	Noire	6
Livrée 04 (L <sub>4</sub> )		Blanchâtre	Marron	2
Livrée 05 (L <sub>5</sub> )	Absence de taches blanches	Blanchâtre	Noire	4
Livrée 06 (L <sub>6</sub> )		Rosâtre	Marron	3
Livrée 07 (L <sub>7</sub> )		Blanchâtre	Noire	2
Livrée 08 (L <sub>8</sub> )		Blanchâtre	Marron	7
<b>Indéterminés (L<sub>i</sub>)</b>	Les individus n'ont pas pu être décrits morphologiquement			9

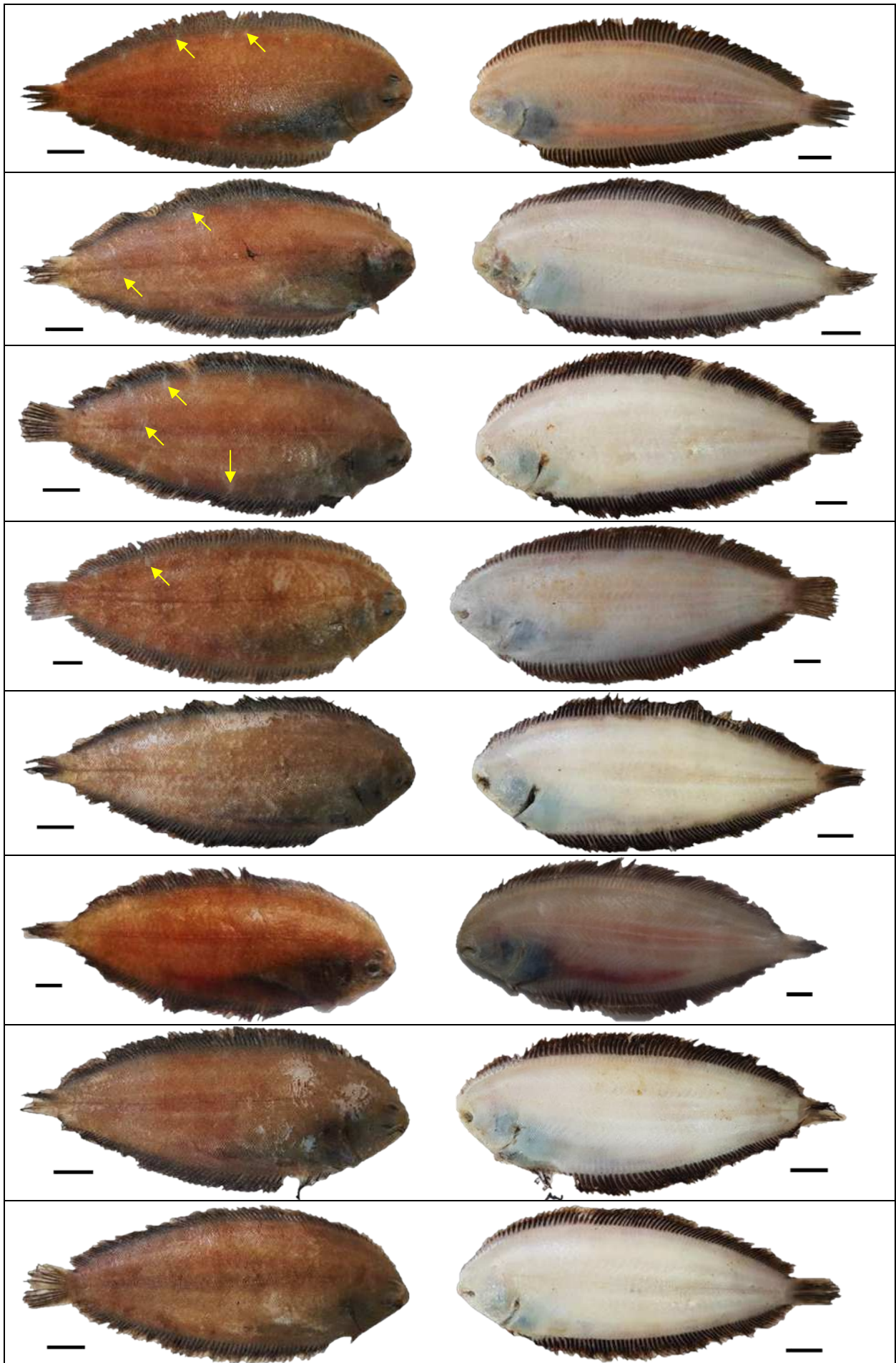


Figure III. 2. Face zénithale (oculée) et nadirale (aveugle) des différents individus représentant des livrées du genre *Bathysolea*. barre d'échelle : 1 cm.

### 3. Etude morphométrique et méristique

#### 3.1. Description morphométriques et méristiques

Les mensurations biométriques que nous avons réalisé sur l'ensemble des individus ainsi ceux issues de la bibliographie disponible sont présentées dans le tableau III.3.

La taille des spécimens est comprise entre 13,4 et 18,6 cm, la hauteur du corps varie entre 2.7 et 5.4 cm, la tête peut atteindre 3,3 cm de longueur. L'œil gauche de certains individus est plus grand que l'œil droit ; d'autres individus possèdent des yeux à diamètre égale. La longueur de la nageoire pectorale de la face zénithale va de 0,3 jusqu'à 1,3 cm, la pectorale de la face nadirale est moins longue ; elle ne dépasse pas 0,6 cm. Les résultats biométriques que nous avons obtenus sont plus ou moins divergent avec ceux antérieurs. Cela pourrait dû à la composition des échantillons. A ce stade ils ne suffisent pas de trancher sur l'identification spécifique.

Le tableau III.4 récapitule les dénombrements méristiques de trois espèces du genre *Bathysolea*. Pour nos spécimens examinés, le nombre des rayons de la nageoire dorsale varie entre 72 et 88 rayons, l'anale est composée de 53 à 72 rayons. La nageoire pectorale de la face zénithale contient entre 1 et 6 rayons, or le nombre maximal signalé par la bibliographie est de 5 rayons. Celle de la face nadirale est rudimentaire avec 1 à 3 rayons, Allili (1988) a dénombré 1 seul rayon sur 27 individus, cependant les spécimens de *B. profundicola* examinés par Dessouter et Chapleau (1997) avaient entre 1 et 4 rayons de la nageoire pectorale aveugle se concordant le plus avec notre étude.

Le nombre des ptérygiophores attachés à l'épine neurale varie entre 3 et 4, 1 à 2 ptérygiophores s'articulent à l'érisme. Les individus traités ne contiennent aucun ptérygiophores libres. La colonne vertébrale est constituée de 43 à 44 vertèbres se rapprochant le plus des espèce *B. polli* et *B. lagarderae* décrites par Dessouter et Chapleau (1997). Selon l'étude de Allili (1988), *B. profundicola* aurait 43 vertèbres.

La formule supracrânienne est en accord avec les résultats de Dessouter et Chapleau (1997) concernant l'espèce *B. profundicola*, même si leurs spécimens provenaient de diverses régions à savoir du Portugal, du Sénégal (Atlantique) et de l'Algérie (Thalassa 1982, Méditerranée).

Selon ces auteurs, autre du fait que l'espèce *B. profundicola* diffère de *B. lagarderae* par la forme de la narine postérieure du côté des yeux (petite ouverture couverte par un lambeau cutané contre un tube court chez *B. lagarderae*), la formule supracrânienne (ptérygiophores libres-attachés à l'érisme-attachés à l'épine neurale) est de 1-0-4 contre habituellement 3-0-5 (à 6) chez *B. lagarderae*. *B. polli* diffère de *B. profundicola* en ayant une formule supracrânienne habituellement de 1-0-2.

Globalement, à l'exception du nombre des rayons des nageoires anale et de la pectorale de la face oculée, les caractères méristiques sont en faveur de l'espèce *B. profundicola*. Cependant, le nombre de rayons de la nageoire pectorale de la face zénithale (oculée) et le nombre des ptérygiophores s'articulant à l'épine neurale différent des résultats des autres travaux.

**Tableau III. 3** - Valeurs minimales et maximales des caractères biométriques et comparaison avec des études antérieures

	Cadenat et Stauch (1965)	Allili (1988)	Dessouter et Chapleau (1997)		Benzaoui et Boutalha (2016)	Présente étude (2017)
<b>L<sub>T</sub> (cm)</b>	7,7-20,8	8,6-13,4	-	-	11-16,5	13,4-18,6
<b>L<sub>S</sub> (cm)</b>	-	-	8,49-18,45	11,02-16,83	9,5-14	9,9-16,5
<b>H<sub>c</sub> (cm)</b>	-	2,5-5,4	-	-	3,35-5,76	2,7-5,4
<b>H<sub>IC</sub></b>	-	-	-	-	0,72-1,41	0,7-1,5
<b>L<sub>TE</sub>(cm)</b>	-	1,7-3,3	-	-	2-3,21	1,9-3,3
<b>H<sub>TE</sub></b>	-	-	-	-	2,52-4,17	2-4,4
<b>D<sub>IO</sub></b>	-	0,3-0,6	-	-	0,69-1,4	0,8-1,4
<b>D<sub>OD</sub>/ D<sub>OG</sub></b>	-	-	-	-	1,09-1,13	0,71-1,42
<b>L<sub>PO</sub>/ L<sub>PA</sub></b>	-	-	1-5,2	0, 9-3,2	1,61-2,00	0,75-5,46
	<i>Bathysolea profundicola</i>			<i>B. poli</i>	<i>Bathysolea sp</i>	<i>Bathysolea</i>

**Tableau III. 4** - Valeurs minimales et maximales des caractères méristiques des espèces du genre *Bathysolea*

Auteur	Alili (1988)	Dessouter et Chapleau (1997)		Benzaoui et Boualha (2016)	Présent travail	
Espèces	<i>B. profundicola</i>	<i>B. profundicola</i>	<i>B. poli</i>	<i>B. lagarderae</i>	<i>Bathysolea</i>	<i>Bathysolea</i>
R Dorsale	72-95	76-90	72-82	75-81	71-87	72-88
R Anale	62-71	62-74	59-66	59-64	60-69	53-72
R Poclée	1-3	2-5	3-5	-	2-4	1-6
R Pavéugle	1	1-4	2-4	-	2-3	1-3
PT <sub>E</sub>	-	1-2	1	3-4	-	1-2
PT <sub>L</sub>	-	0	0	0	-	0
PT <sub>EN</sub>	-	2-5	2-3	5-6	-	3-4
Vertèbres	42	43-46	42-44	43-44	-	43-44

(-) Pas d'observations données ; R : rayons. Formule supracrânienne : ptérygiophores libres (PT<sub>L</sub>), attachés à l'érisme (PT<sub>E</sub>) et attachés à l'épine neurale (PT<sub>EN</sub>).

Cases colorées indiquant les ressemblances, valeur en rouge valeurs uniques

### 3.2. Analyse multidimensionnelle des caractères morphométriques et méristiques

Les caractères morphométriques, méristiques mesurés sur l'ensemble des 35 individus récoltés ont été et analysés en utilisant l'analyse en composantes principales (ACP) ; dans le but de vérifier les résultats des descriptions morphologiques et ostéologiques.

L'analyse en composantes principales des caractères morphométriques et méristiques a été précédée par un test de corrélation.

Le coefficient de corrélation varie entre 0,4 et 0,9, le test de corrélation montre qu'il existe une forte corrélation entre la taille du poisson et la plupart des variables. De ce fait, une standardisation des

données brutes a été appliquée à l'aide du logiciel SizeSTD afin d'éliminer l'effet de la taille des individus.

L'ACP a été effectuée sur une matrice standardisée de 17 variables ( $L_S$ ,  $H_C$ ,  $H_{IC}$ ,  $L_{TE}$ ,  $H_{TE}$ ,  $D_O$ ,  $D_{OD}$ ,  $D_{OG}$ ,  $L_{PO}$ ,  $L_{PA}$ ,  $R_D$ ,  $R_A$ ,  $R_{PO}$ ,  $R_{PA}$ ,  $P_{TE}$ ,  $P_{TEN}$ ,  $V_{ER}$ ) et 35 individus (observations) au moyen du logiciel Statistica (version 6), les résultats donnés ont été présentés graphiquement par le logiciel Microsoft Excel (Version 2016).

Les valeurs propres de chaque axe sont représentées dans le tableau III.5, le premier facteur constitue environ 23% de la variance totale, le pourcentage de contribution à la variation du deuxième facteur est moins important avec 12%, ainsi que le troisième facteur avec 11%. Les trois facteurs présentent une valeur de 45% de la variance totale, qui reste un pourcentage faible.

Le tableau III.6 représente la corrélation des variables qui participent à la formation des trois axes, la hauteur du corps ( $H_C$ ), la distance inter-orbitaire ( $D_{IO}$ ) et le diamètre de l'œil droit ( $D_{OD}$ ) contribuent à la formation du premier axe factoriel, une seule variable (Longueur de la tête :  $L_{TE}$ ) participe à la formation du deuxième axe et deux variables (Nombre des ptérygiophores :  $P_{TE}$ , ptérygiophores s'attachant à l'épine neurale :  $P_{TEN}$ ) contribuent à la formation du et troisième axe.

Nous avons opté pour la présentation des individus sur le plan I-III (Fig-III.3), ce choix se justifie du fait que le pourcentage de variation des deux derniers axes se rapprochent (11,95 et 10,65 %) et que le troisième est formé par 2 variables.

Nous remarquons tout d'abord l'isolement de quelques individus, il s'agit de Li-37, qui diffère de tous les individus récoltés par un nombre réduit de ptérygiophores attachés à l'érisme et à l'épine neurale (1), c'est un poisson dont l'état de fraîcheur n'a pas permis de le classer à une livrée. Ce spécimen Li-37 est nettement isolé ; il présente des variations au niveau de la nageoire pectorale de la face zénithale aussi qui comporte six rayons. Quatre autres spécimens L1-1, L7-9 et L1-11 et L5-13 sont isolés à droite du troisième nuage de point, il se détache grâce à leur Distance inter-orbitaire qui est importante et le nombre des ptérygiophores de la formule supracrânienne (2-0-3) chez l'individu L5-13.

Quatre individus n'appartenant à aucune livrée (Li-30, Li-31, Li-32 et Li-34) se regroupent et forment le premier nuage, cet éloignement est dû soit au diamètre de l'œil droit ( $D_{OD}$ ), à la hauteur du corps ou à la distances inter-orbitaire petits chez ces individus. Notons qu'ils ne s'agissent pas forcément de petits individus.

Le deuxième et troisième nuage de point renferme des individus appartenant à différentes livrées, l'un contribue négativement à la formation de l'axe I, l'autre positivement.

En continuons sur la première conclusion suite à l'analyse des critères méristiques qui annonçait l'appartenance de nos spécimens à l'espèce *B. profundicola*. A ce stade nous pouvons dire que la notion de livrées chez le genre *Bathysolea* n'est dû qu'au caractère de mimétisme chez les poissons plats.

Tableau III. 5 Extraction des composantes principales et valeurs propres des 3 axes retenus.

Valeurs propres	% Total de la variance	Valeurs Propres Cumulées	Cumul %
01	3,857	22,691	3,857
02	2,031	11,950	5,889
03	1,810	10,650	7,699

Tableau III. 6 - Contribution des variables à la formation des axes factoriels.  
Valeur dépassant 0.7 de corrélation sont mises en surbrillance

Variable	Fact 1	Fact 2	Fact 3	Variable	Fact 1	Fact 2	Fact 3	Variable	Fact 1	Fact 2	Fact 3
LS	-0,235	0,473	0,043	H <sub>IC</sub>	0,303	0,362	0,404	R <sub>PO</sub>	-0,445	-0,475	0,377
H <sub>C</sub>	<b>0,714</b>	0,237	0,377	D <sub>IO</sub>	<b>0,870</b>	0,032	0,039	R <sub>PA</sub>	-0,352	-0,415	-0,072
L <sub>TE</sub>	-0,035	<b>0,727</b>	-0,082	D <sub>OD</sub>	<b>0,803</b>	-0,135	-0,124	V <sub>ER</sub>	0,008	0,162	-0,098
H <sub>TE</sub>	0,640	0,449	0,359	D <sub>OG</sub>	0,392	0,100	-0,285	P <sub>TE</sub>	0,043	0,080	<b>-0,714</b>
L <sub>PO</sub>	0,583	-0,394	0,051	R <sub>D</sub>	0,070	0,499	0,161	P <sub>TEN</sub>	-0,171	-0,009	<b>-0,839</b>
L <sub>PA</sub>	0,498	-0,278	0,187	R <sub>A</sub>	0,029	0,256	0,079				

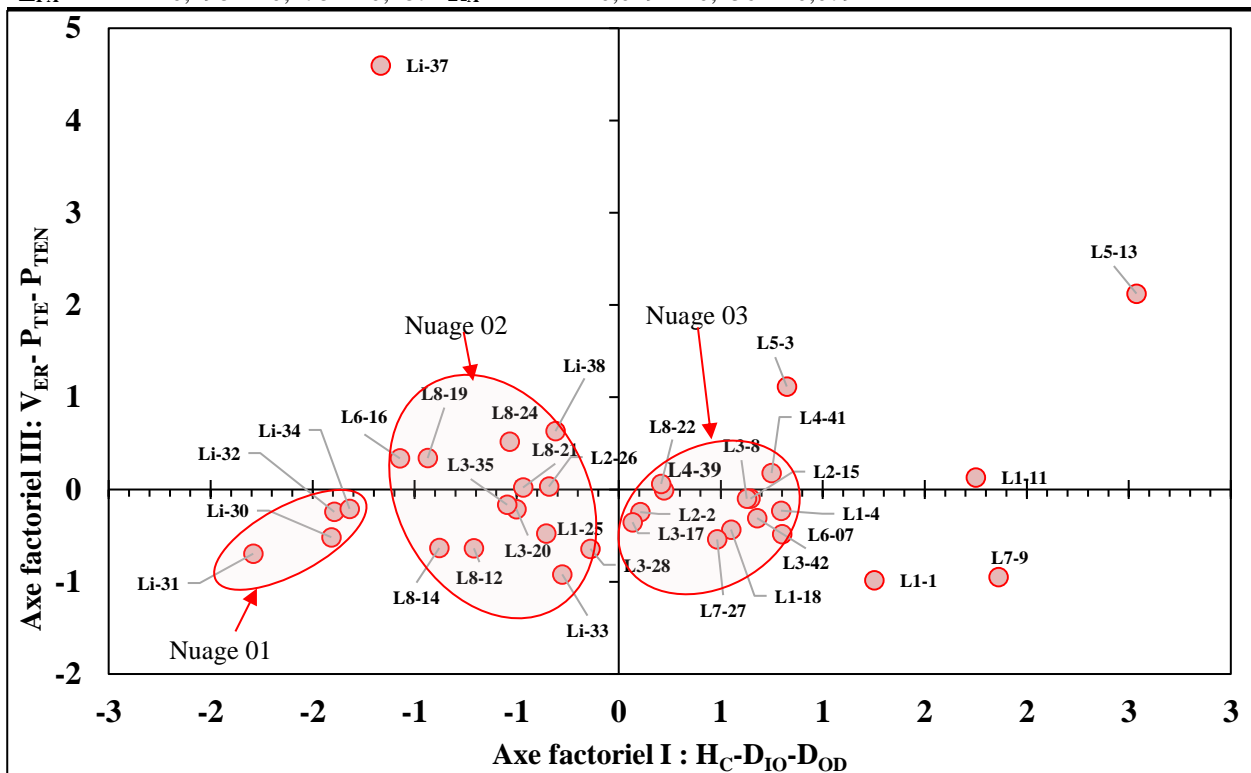


Figure III. 3- Projection des individus sur le plan I-III.

L : livrée, numéros indiquent les individus

#### 4. Etude ostéologique

##### 4.1. Description du splanchnocrâne

Le splanchnocrâne se compose d'une succession d'arcs osseux et constitue la région inférieure du crâne. Chez les Soleidés, les os du splanchnocrâne sont asymétriques et fortement remodelés lors de la migration de l'œil gauche vers la face droite, les os de la face aveugle (nadirale) étant le plus souvent de forme et de taille différentes (Figs-III.3 et III.4).

La terminologie ostéologique pour la description des arcs du splanchnocrâne a été réalisée en se basant sur les ouvrages : Baer (1958), William (1959), Tixier et Gaillard (1969), Charles *et al.*, (1972), Gaudant (1978), Alili (1981), , Alili (1988), Monod *et al.*(1994), Beaumont *et al.*(2000), Vandewalle *et al.*, (2000), Taverne (2004), Taverne (2006) et Beaumont *et al.*(2009).

Chez l'ensemble des individus observés, l'arc operculaire est composé de quatre os : l'operculaire, le préopercule, le sous opercule et l'interoperculaire. L'opercule est la plus grande pièce de l'arc, il a une forme d'un triangle à angles quasiment arrondis, le sous opercule est haut et long, sa partie antéro-dorsale est recouverte par l'opercule. Le préopercule unissant l'hyomandibulaire au carré, possède deux branches dont les extrémités sont pointues, la branche dorsale est disposée au-dessus de la partie postérieure de l'hyomandibulaire, la branche ventrale est moins longue que la dorsale et s'articule au carré et à l'interhyal. L'interoperculaire est large et recouvre une partie de l'angulaire.

Les pièces osseuses qui composent l'arc mandibulaire présentent chez les Soleidés des variations de forme particulière. Cet arc comprend le prémaxillaire, le maxillaire, le dentaire, l'articulaire, le carré, le métapterygoïde le mésoptérygoïde, le palatin et l'ectopterygoïde.

Les prémaxillaires sont asymétriques. Celui de la face zénithale (oculée, droite) du poisson est édenté et court, son processus ascendant moyen est élargi antérieurement, le prémaxillaire de la face nadirale est incurvé et pourvu de dents villiformes.

Le maxillaire de la face zénithale (droite) est long, dépourvu de dents, articulé avec le prémaxillaire et le vomer. Celui de la face nadirale (aveugle, gauche) est légèrement incurvé, large antérieurement et articulé au prémaxillaire.

Le dentaire droit est large antérieurement quant au dentaire gauche il est plus large et édenté.

L'articulaire droit est long, il s'imbrique horizontalement dans la partie postérieure du dentaire droit. L'articulaire de la face nadirale est large, épais et s'insère dans le dentaire gauche. Le bras antéro-dorsal de l'articulaire établie, avec le processus coronoïde du dentaire, une connexion avec le prémaxillaire et le maxillaire.

L'angulaire gauche est positionné comme celui du côté droit, il s'articule antérieurement avec l'articulaire et postérieurement avec le cératohyal.

Le carré porte un gros condyle d'articulation pour la mandibule et cache la plus grande partie du symplectique. Il est plus ou moins triangulaire avec une base épaissie unie au pré-opercule.

Le métaptérygoïde chevauche l'ectoptérygoïde antérieurement et le symplectiques postérieurement et le carré ventralement, contribuant au palatin.

Le mésoptérygoïde est une pièce osseuse impaire, située au-dessus de l'ectoptérygoïde de la face nadirale du poisson. Elle établit une connexion entre le métaptérygoïde et le palatin

L'ectoptérygoïde est l'os qui réunit le carré au métaptérygoïde par ces marges postérieures et constitue une liaison entre ces deux os et le palatin.

L'arc hyoïdien est constitué de : l'hyomandibulaire, le symplectique, l'interhyal, cératohyal, épiphyal, les rayons branchiostèges et l'urohyal. L'hyomandibulaire est un grand os cruciforme formant l'attachement principal du splanchnocrâne au neurocrâne. Les bras antérieur et dorsal de l'hyomandibulaire s'articulent avec le neurocrâne. Le bras antérieur s'insère dans une fosse formée par le prootique et le sphénotique, et le bras dorsal se trouve dans une dépression profonde en dessous du pterotique. Le bras postérieur qui est court forme une fosse pour l'articulation avec l'opercule. Le long bras ventral et fin, le processus symplectique, se dirigent vers la fixation cartilagineuse avec le symplectique et l'interhyal. Une dépression sur la marge postéro-latérale du processus symplectique reçoit la fin dorsale du préoperculaire.

Le symplectique est un petit coin d'os dans une rainure sur la partie postéro-médiane du carré. Il se développe dorsalement et est partiellement recouvert par le métaptérygoïde. Le symplectique de la face nadirale (gauche) a un large contact avec le bord antérieur du préopercule gauche, mais le symplectique de la face zénithale (droit) ne contacte pas le préopercule droit.

L'interhyal est un petit axe en forme de tige. Il s'emboîte dans la connexion cartilagineuse entre le processus symplectique et l'hyomandibulaire.

Le cératohyal est un large os semi-circulaire, sa partie antérieure est allongée et s'étale jusqu'à l'articulaire, la partie postérieure s'articule avec l'épiphyal et porte deux rayons branchiostèges.

L'épiphyal est un large os quadrangulaire inséparablement liée au cératohyal par de forts processus odontoïdes. Sa partie postéro-ventrale porte quatre rayons

Deux rayons branchiostèges sont soutenus par la partie ventrale du cératohyal et quatre branchiostèges sont attachés à l'épiphyal.

L'urohyal est une ossification intramembranaire recouvert par les branchies. Il a une forme en L incurvé, possédant deux branches, l'une ventrale plus longue que celle dorsale, formant ainsi un angle. Parmi les pièces composant l'arc branchial, deux os impairs situés au niveau du pharynx ont été prélevés : les basibranchiaux 2 et 3. Le troisième basibranchial est long et attaché

antérieurement au deuxième basibranchial qui est plus petit dont la partie antérieure se termine par deux pointes.

La ceinture scapulaire est composée de deux os, le scapulaire qui est un os long en forme d'arc, sa partie supérieure s'attache à l'angle postéro-supérieur de l'operculaire. Le supra-scapulaire est un os formant la partie supérieure de la ceinture scapulaire. La partie supérieure de cette pièce comporte une extension et est soudée au neurocrâne.

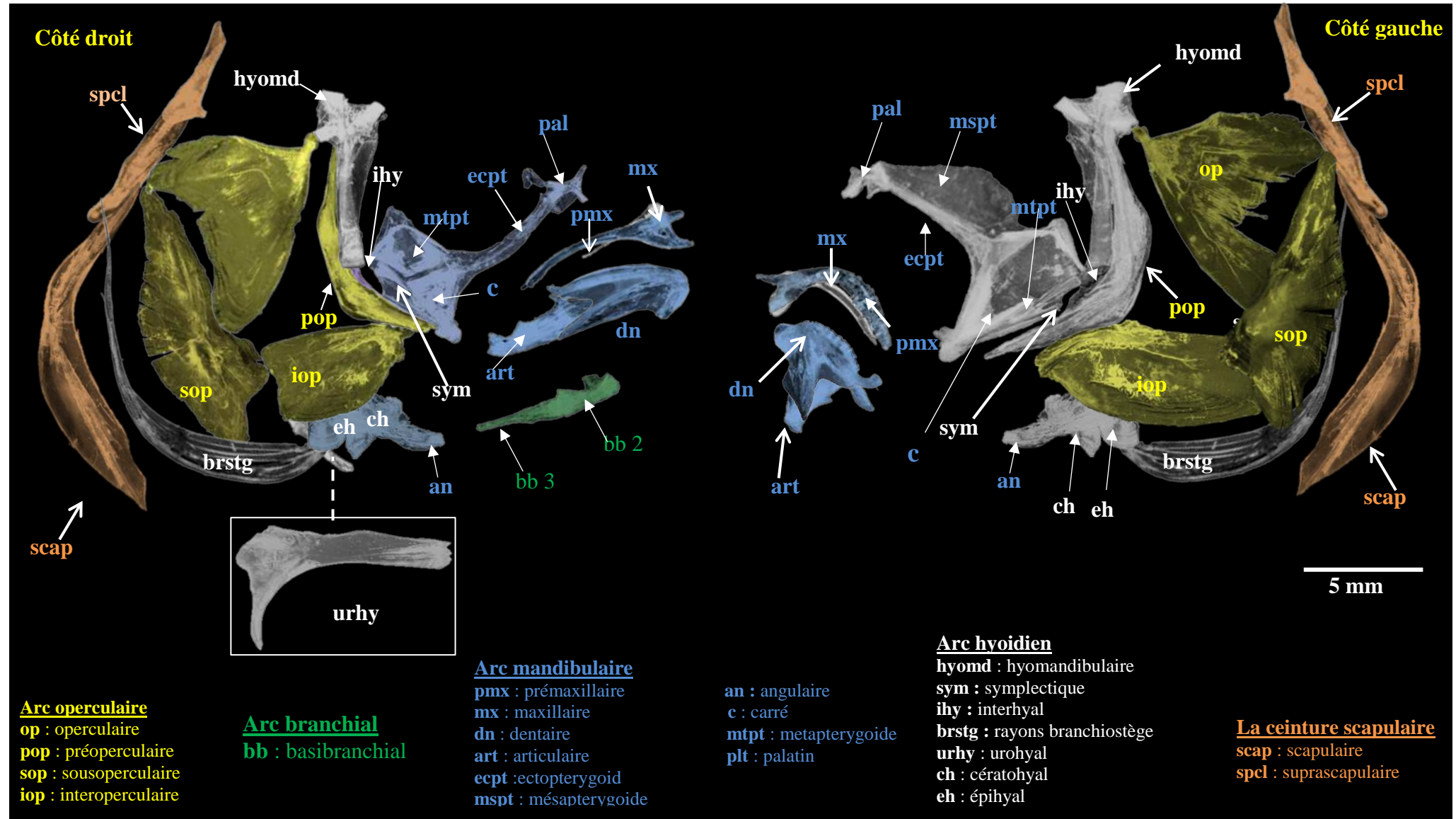


Figure III. 4. Disposition des pièces osseuses du splanchnocrâne des individus de *Bathysolea* étudiés

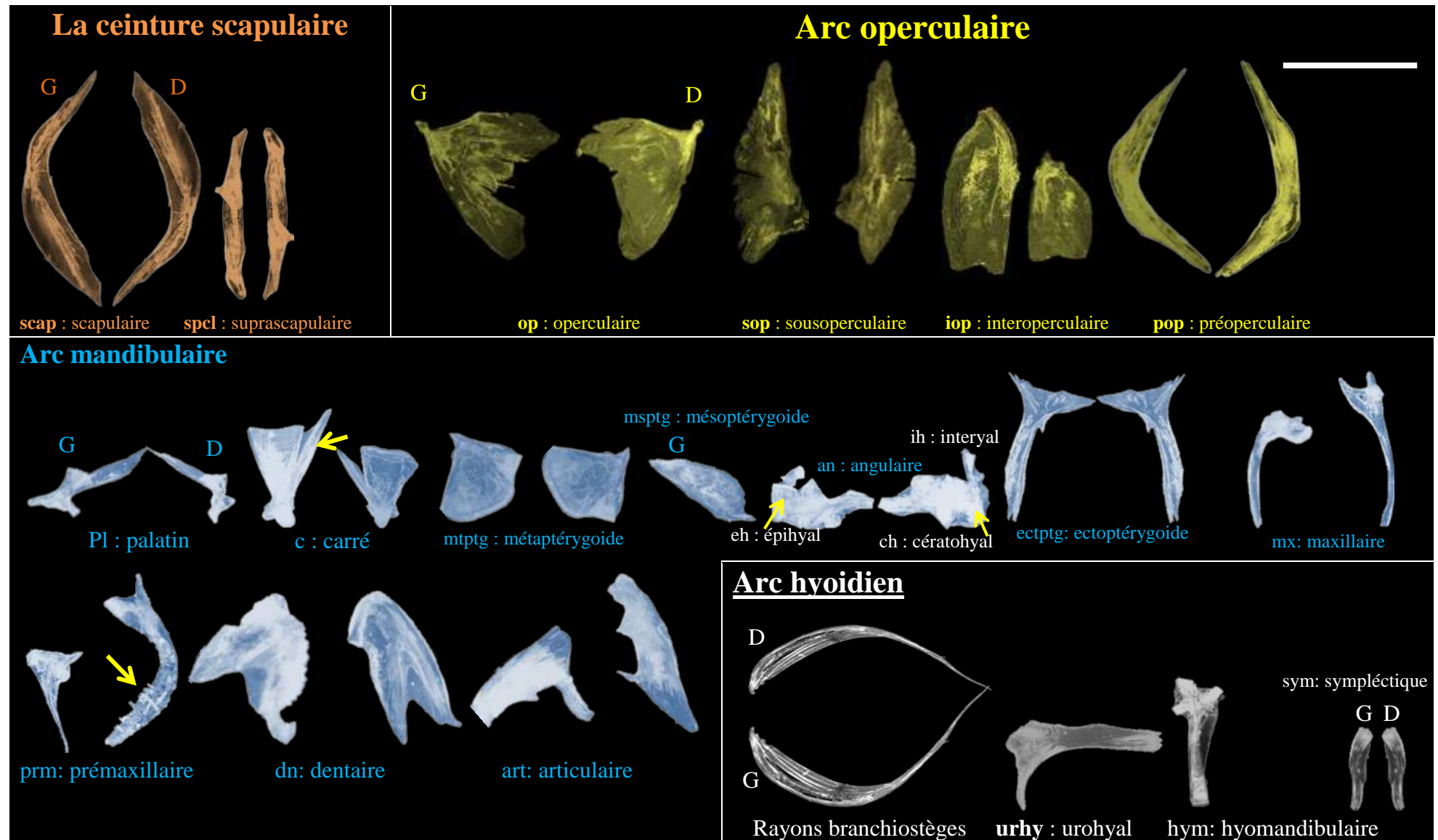


Figure III. 5. Forme des pièces osseuses du splanchnocrâne des individus de *Bathysolea*. Barre d'échelle : 5 mm

G : côté gauche, D : côté droit

#### 4.1.1. Description de l'urohyal

Au cours de notre travail, nous avons constaté des différences de taille et de forme importantes au niveau de l'urohyal des différents individus (Fig- III. 6).

L'individu 1 (L1-1) de la première livrée se différencie des urohyal des deux autres individus par sa lame cardiopelvienne qui est pointue, sa branche dorsale est large quant à la ventrale, elle est moins incurvée, fine, longue et s'achève par une pointe. Les deux autres pièces se ressemblent et possèdent une branche ventrale plus au moins épaisse et courte et une branche dorsale moins large. L'urohyal présente des similitudes de forme chez les individus appartenant à la deuxième livrée à l'exception de l'individu 15 qui a un urohyal plus grand, à branche ventrale droite, épaisse et pointue, par contre les autres pièces sont caractérisées par une branche ventrale incurvée et une branche cardiaque vouté.

Pour la troisième livrée, cet os a presque la même allure, sa branche pelvienne est arquée, sa partie postérieure est quasiment arrondie. L'urohyal des individus 35 et 28 présente une différence au niveau de la branche pelvienne qui est mince.

L'urohyal du spécimen 39 de la quatrième livrée est grand, sa lame cardio-pelvienne est fine et aigüe, la partie antéro-supérieure est large, l'ouverture entre ces deux parties est importante. Celui de l'individu 41 est d'une petite taille, sa branche ventrale est bien incurvée et se termine par une courbure.

Cette pièce semble être la même pour les individus composant la cinquième livrée, elle est caractérisée par un bord postérieure arrondi, branche postéro-inférieure légèrement arquée. Cependant chez la sixième livrée, il présente deux formes distinctes ; les spécimens 10 et 16 ont une branche ventrale mince, presque droite et une lame cardiopelvienne pointue, tandis que l'urohyal de l'individu 7 est grand avec une brache dorsale large, la branche ventrale a la forme d'un arc et l'extrémité postérieure est courbée. L'urohyal de la huitième et cinquième livrée sont semblables.

Même si la parure des individus est différente, la forme de l'urohyal peut être similaire entre les livrées, mais aussi différent au sein de la même livrée.

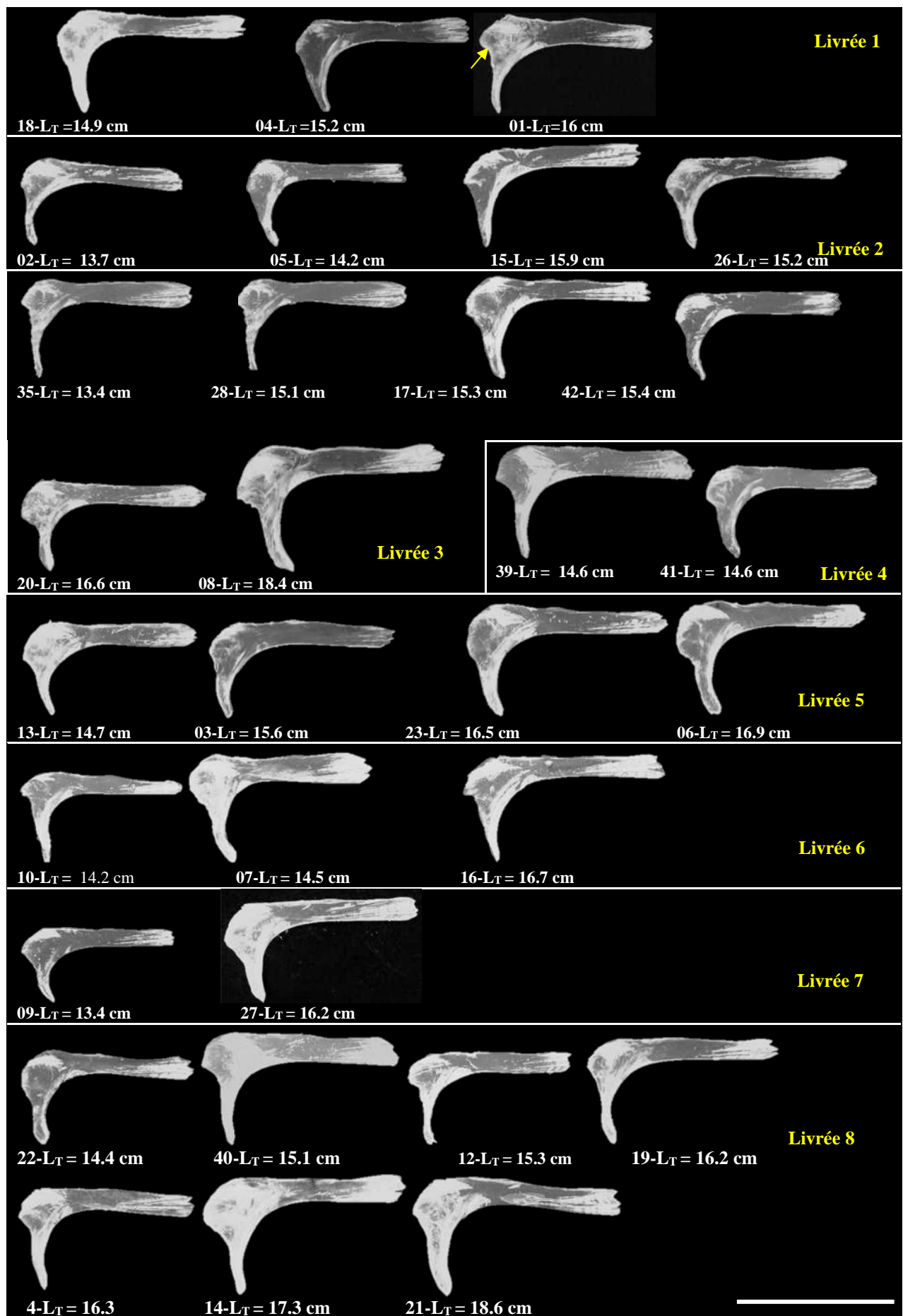
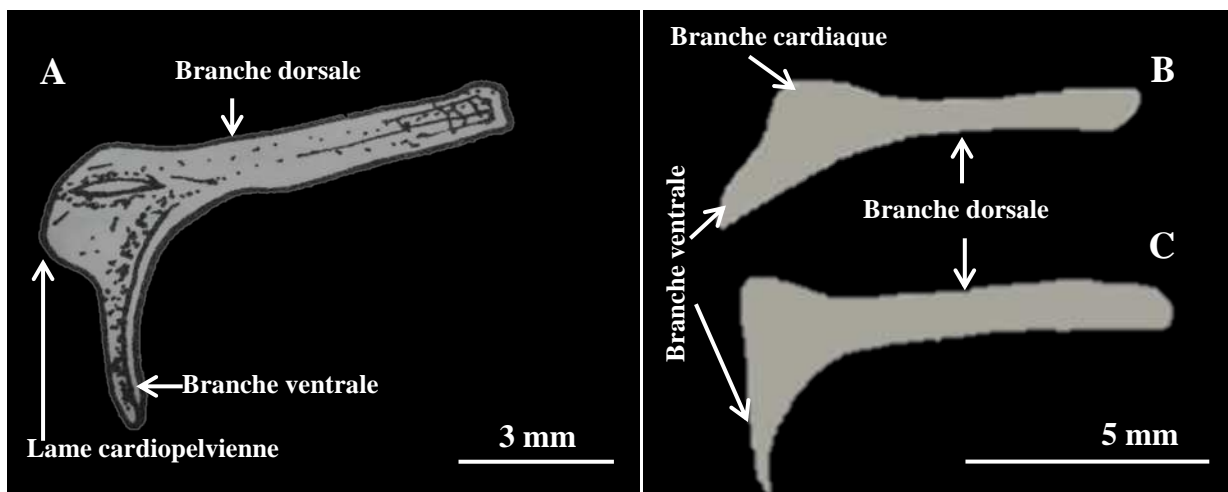


Figure III. 6. Illustration comparative de l'urohyal des livrées. Barre d'échelle : 2 mm

En comparant avec les travaux de Dessoutter et Chapleau (1997) et Alili (1988), nous remarquons que la morphologie générale des pièces que nous avons prélevée est plus proche de l'urohyal de *B. profundicola* décrit par Alili (1988) qui a réalisé ses travaux dans le bassin algérien. Dessoutter et Chapleau (1997) ont présenté l'urohyal de deux espèces du genre *Bathysolea* originaires du Sénégal. Celui de *B. profundicola* diffère par son extrémité postérieure qui se termine par une pointe et sa branche pelvienne qui est très courte, nous constatons ainsi la particularité de l'urohyal de *Bathysolea polli*, il a une branche ventrale réduite, un bord postérieur plus au moins arrondi et une branche dorsale peu large (Fig III.7).

L'os urohyal, situé dans la partie centrale du squelette mandibulaire, joue un rôle important dans le mécanisme d'ouverture-fermeture de la bouche des poissons et est considéré comme une synapomorphie chez les poissons téléostéens (Chollet-Villalpando *et al.*, 2014). Une synapomorphie détermine ainsi un groupe monophylétique strict, ou clade -seul groupe reconnu par la cladistique. Toutefois tous les descendants peuvent ne pas partager ce caractère, en cas de dérive ultérieure de celui-ci constituant alors une nouvelle apomorphie.

La description de cette structure dans différents groupes de poissons remonte à Cuvier (1835). La morphologie de l'urohyal est utilisée à des fins taxonomiques et phylogénétiques pour plusieurs espèces de poissons. Kusaka (1974) et Esmaeili et Teymouri (2006) indiquent que les différences morphologiques dans l'urohyal peuvent être identifiées même au niveau de l'espèce. D'ailleurs, la morphologie des os urohyals et d'autres structures osseuses a été utilisée dans la description d'une sous-espèce du genre *Merluccius* (Lloris *et al.*, 2003).



**Figure III. 7.** Urohyal de : (A) *Bathysolea profundicola* (Alili, 1988), (B) *Bathysolea polli*, (C) *Bathysolea profundicola* (Dessoutter et Chapleau, 1997).

#### 4.1.2. Description de l'opercule

L'operculaire est un os de l'arc operculaire du splanchnocrâne, pair. L'operculaire est la plus grande pièce de l'arc operculaire, il a une forme d'un triangle à angles quasiment arrondis.

On constate une grande ressemblance entre les pièces des différentes livrées à l'exception de quelques individus tel que l'individu 8 de la livrée 3 qui est plus large, l'individu 3 de la livrée 4 qui est plus arqué (Fig-III.8)

La forme de cette pièce est identique chez les individus de la première livrée à l'exception de l'operculaire gauche du quatrième individu dont la partie postérieure est lisse et les angles sont pointus.

L'operculaire gauche de l'individu de la deuxième livrée présente des variations au niveau de l'angle de la partie postéro-supérieure qui quasiment pointu, les autres individus ont des angles arrondis, forme triangulaire et une partie postérieure courbée.

Chez la troisième livrée, cet os présente des formes diverses, l'operculaire gauche de l'individu est plus petit et a angles pointus. Le bord postérieur du spécimen est lisse. l'individu 8 possède des operculaires de grande taille.

Les operculaires de l'individu de la septième livrée sont d'une grande taille et bords postérieures arqués.

Nous avons noté la particularité de l'operculaire gauche de l'individu appartenant à la sixième livrée, sa partie postérieure est réduite et à extrémités aigues.

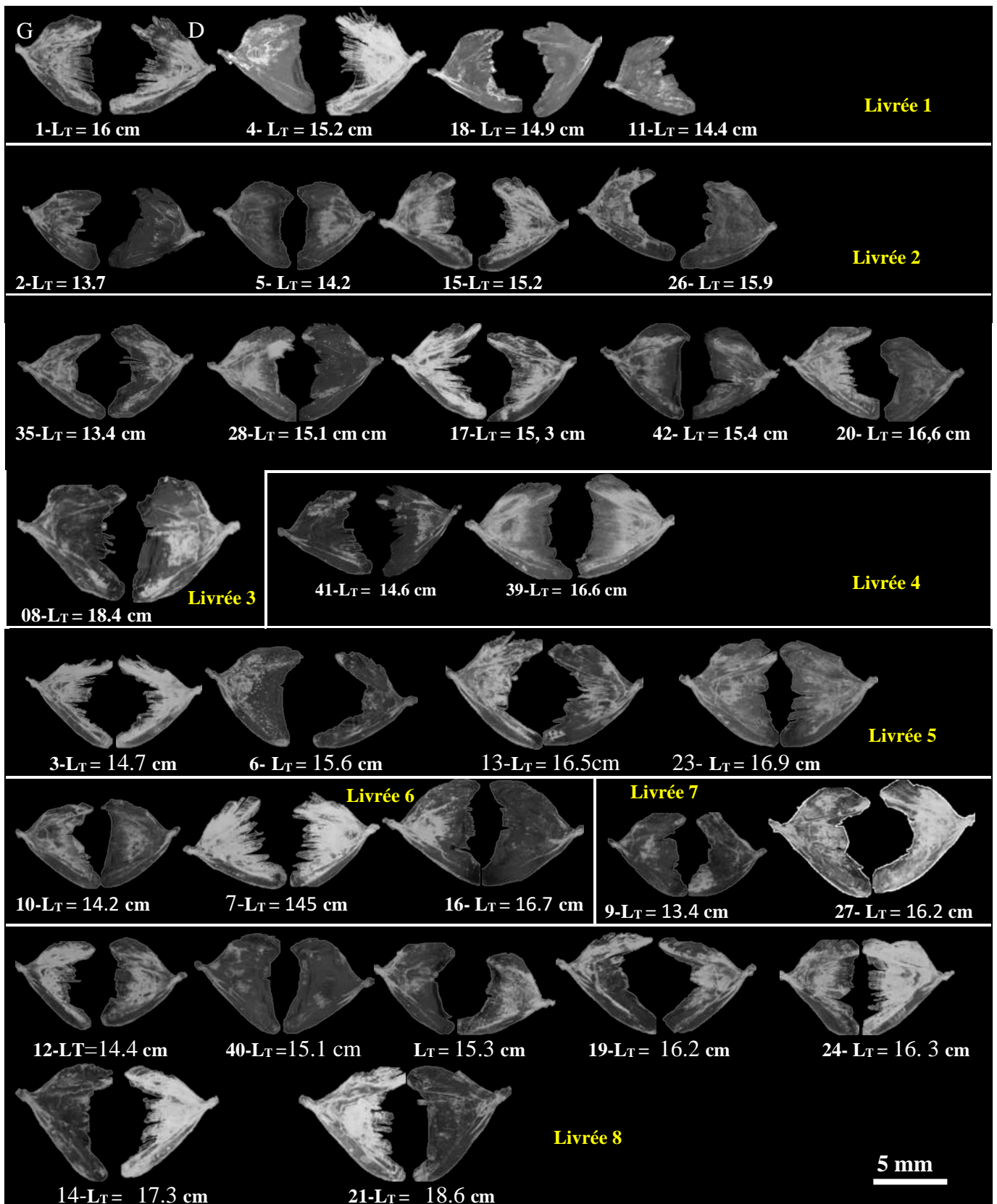


Figure III. 8. Illustration comparative de l'opercule (droit et gauche) des livrées observées.

D : côté droit, G : côté gauche.

### 4.1.3. Description de l'interoperculaire

L'interoperculaire est un gros os quadrangulaire, pair, il se situe au niveau de l'arc operculaire du splanchnocrâne. Son bord postérieur est attaché au sousoperculaire et le bord antérieur est soudé au préoperculaire. Il cache la partie postéro-supérieure de l'angulaire.

La dissymétrie entraînée par la migration oculaire chez le genre *Bathysolea* est nettement apparente au niveau de cette pièce crânienne ; l'interoperculaire de la face nadirale (gauche) présente une forme plus allongée que celui de la face zénithale (droit).

Les interoperculaires de la première livrée présente deux formes différentes (Fig-III.9), ceux de la face gauche des individus 01 et 18 sont large avec une échancrure au niveau de la partie postérieure et une extension à l'extrémité de la partie antérieure. Les parties antérieures des interoperculaires du quatrième individu se terminent par des courbures, les bords postérieurs ont l'allure d'un carré, la face ventrale de l'os droit est légèrement courbée.

L'interoperculaire présente des divergences chez la deuxième livrée, celui de gauche de l'individu 26 est très large, sa marge ventrale est bien courbée, son bord postérieur est faiblement entaillé, sa partie antérieure s'achève par des courbures celle de l'interoperculaire droit se termine par une extension pointue. Les spécimens 5 et 15 ont des interoperculaires moins larges a extrémités en croissant et échancrée.

Les interoperculaires de la troisième livrée se ressemblent hormis celui du huitième individu qui est d'une grande taille, les autres sont caractérisés par une face ventrale droite, partie antérieure avec courbures et une extrémité postérieure tranchée.

Les interoperculaires de la quatrième livrée différente morphologiquement, ceux de l'individu 39 sont plus grand, à bords postérieurs en croissant quant aux os de l'individu 41, ils sont petits, à marges ventrales courbées et bords postérieurs échancrés. Les interoperculaires gauche des individus 3 et 13 sont caractérisés par un bord postérieur fourchu.

Contrairement aux deux autres individus qui font partie de la sixième livrée, l'interoperculaire gauche du seizième individu est moins large, à marge ventrale non courbée.

Les interoperculaires des individus de la dernière livrée se différencient par leur grande taille.

L'individu 24 a des interoperculaires de taille similaire.

La morphologie de l'interoperculaire de *B. bathysolea* présentée par Alili (1988) ressemble beaucoup aux interoperculaires des spécimens de notre échantillon (Fig-III.10).

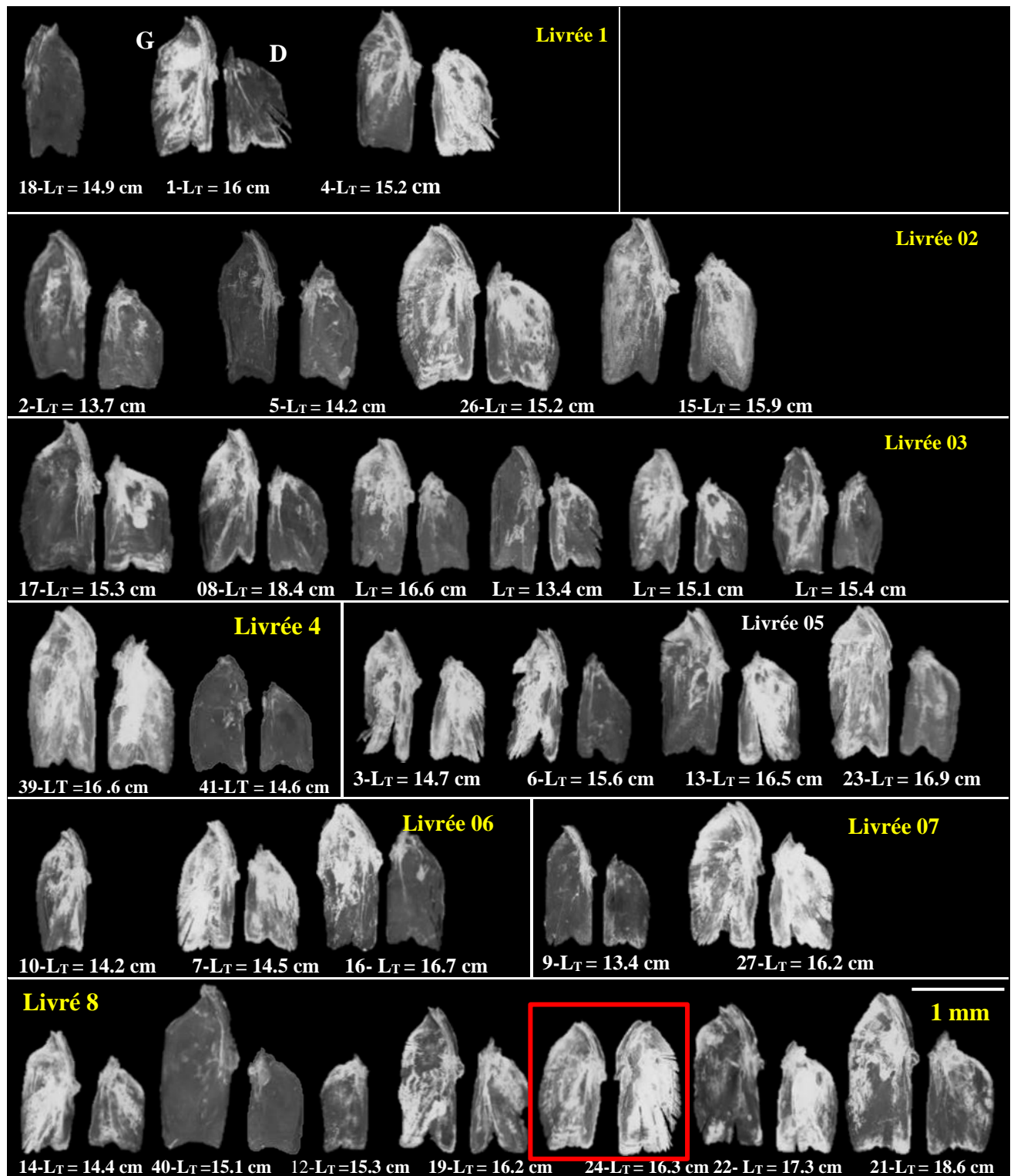


Figure III. 9- Illustration comparative des interoperculaires droit et gauche des individus des différents livrées.

D : côté droit, G : côté gauche.

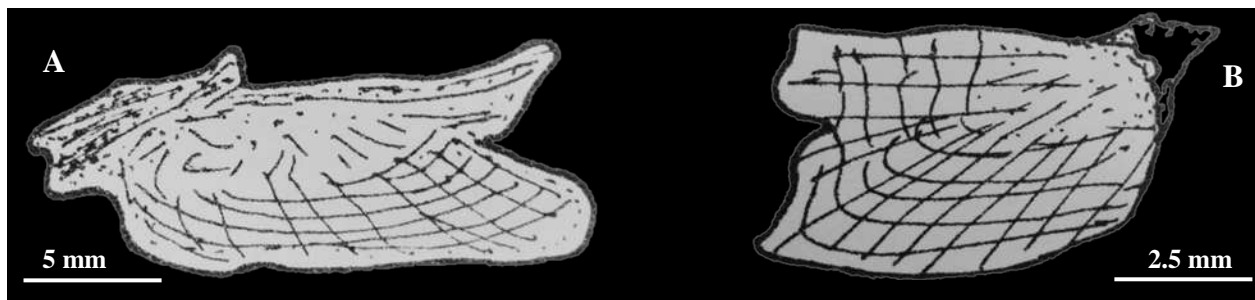


Figure III. 10. Interoperculaire gauche (A) et droite (B) de l'espèce *Bathysoea profundicola* (Alili, 1988).

#### 4.1.4. Description des otolithes

Les otolithes du genre *Bathysoea* ont une forme discoïde, un sulcus hétérosulcoïde, l'ostium de l'otolithe est rond à ovale plus court et plus mince que le cauda, loin de la marge antérieure. Son cauda est ovale, finissant très loin de la marge postérieure, quant aux régions antérieure et postérieure, elles sont arrondies.

Les otolithes chez la première livrée sont discoïdes à ostium et cauda ronds, sauf les premiers qui ont un ostium ovale. Les otolithes des individus 2, 5 et 26 sont arrondis, à ostium ovale, la cauda est ronde, marge ventrale munie de petites crénelures. L'individu 15 a des otolithes ovales avec cauda large. Les otolithes de la troisième livrée semblent avoir une forme discoïde, in coda très large, l'individu 8 se différencie des autres par la grande taille de ces otolithes qui ont une forme ovale et ostiums ronds et courts.

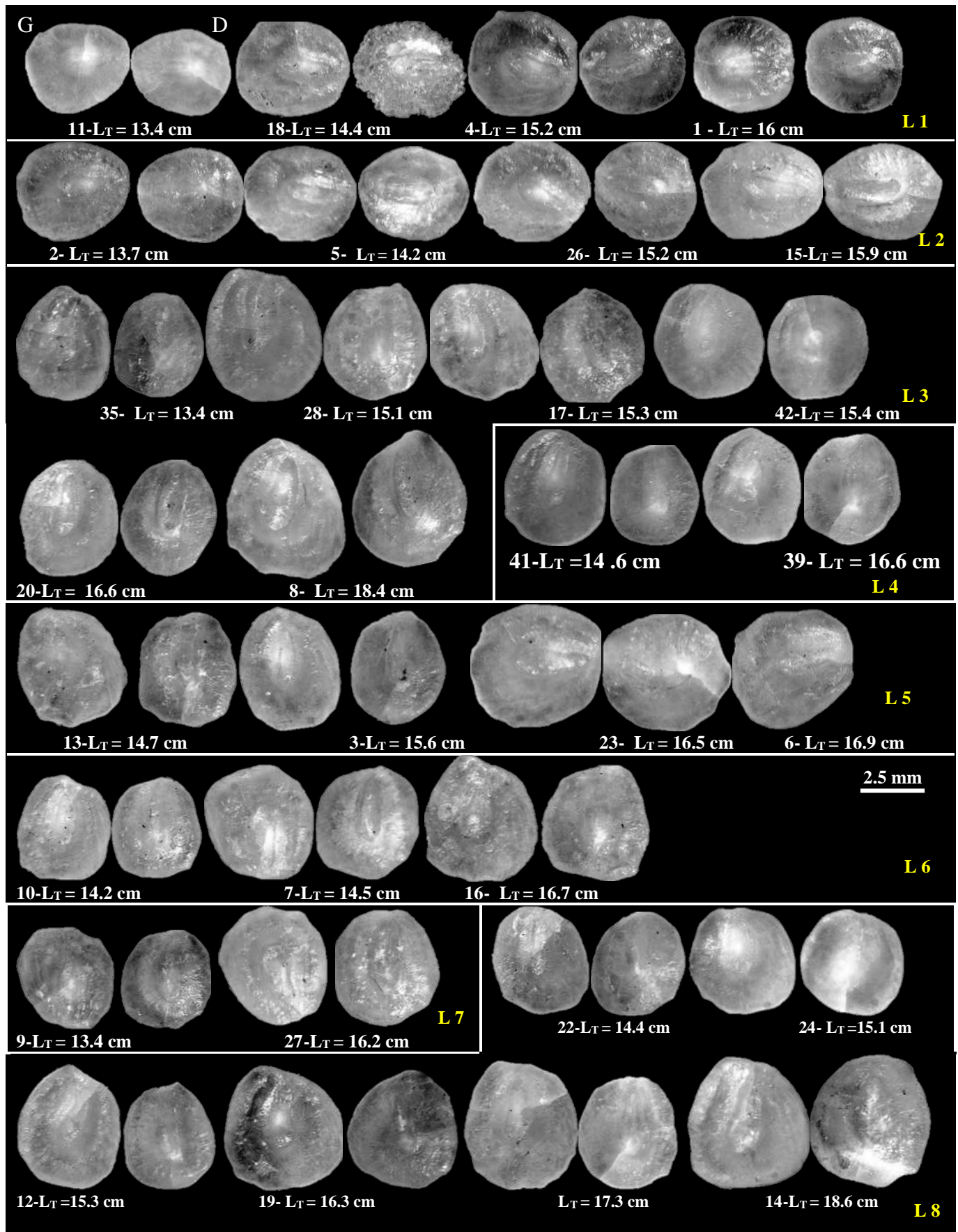
La forme semble être la même chez les individus de la cinquième livrée.

L'otolithe gauche de l'individu 16 de la sixième livrée a une extension au niveau de sa partie antérieure. Les otolithes chez la septième livrée sont arrondis à ostium ovale et cauda large, ceux du spécimen 9 sont plus grands.

Les otolithes de la dernière livrée sont caractérisés par leurs grandes tailles, ostiums arrondis et cauda large (Fig-III.11). Selon Rousset (1978) *B. profundicola* possède des otolithes Sagittae dont l'épaisseur est forte. De forme orbiculaire en lentille biconvexe dont les 2 faces ont la même courbure : ce caractère est unique chez les Soléidés d'Algérie.

Le bord antérieur peut être tronqué ou légèrement bombé avec quelquefois un très léger enfoncement au niveau de l'excisure. Le bord D est plus arrondi que le bord V.

Le sulcus est médian, rectiligne et étroit. Il n'est pas limité à l'avant et communique par sa partie antérieure avec l'area supérieure. L'area est d'ailleurs très mal délimitée à l'avant tandis que sa limite postérieure est nette. En ce point de jonction le sulcus est quelquefois relié par un sillon antirostral à l'avant. Le sulcus est assez court, n'atteignant que rarement les 2/3 de Lo. On ne peut distinguer de cauda. - L'area est encore plus superficielle que le sulcus ; on distingue quand même sa surface qui enveloppe partout très largement le sulcus y compris dans sa partie postérieure. Cette description correspondrait à beaucoup d'otolithes de nos spécimens.



**Figure III. 11.** Illustration des otolithes gauche et droit des individus composant chaque livrée  
 L : livrée. Barre d'échelle=0.25 mm. D : côté droit, G : côté gauche.

#### 4.2. Description du neurocrâne

Le neurocrâne des espèces appartenant au genre *Bathysolea* est constitué de cinq régions.

**La région éthmoïdienne** comprend l'éthmoïde médian, éthmoïde latérale de la face zénithale (droit) et éthmoïde de la face nadirale (gauche). L'éthmoïde médian est un os impair, petit, il s'insère entre les frontaux. L'éthmoïde latéral est un os pair, l'éthmoïde latéral droit est plus petit que l'éthmoïde latéral gauche il a la forme d'un triangle, son bord ventral cache la partie antérieure du parasphénoïde et communique avec la partie postérieure du vomer, son bord dorsal s'insère au-dessous du frontal droit, son angle antérieur est attaché à l'éthmoïde médian. L'éthmoïde latéral gauche est allongé, sa partie antérieure est coudée, sa partie postérieure prend l'aspect d'une fourche et est formée de deux branches séparées, la branche supérieure est incrustée entre le frontal gauche et le sphénotique, la branche inférieure est soudée à la partie antérolatérale du parasphénoïde.

**La région optique** est composée des os frontaux (droit et gauche), ils s'agissent de deux os long attachés postérieurement aux pariétaux, les sphénotiques et le supraoccipital s'installent entre ces deux os. La partie antérieure des frontaux se termine par une pointe et s'étale jusqu'au vomer et des éthmoïdes.

**La région otique** regroupe le sphénotique, le ptérotique, le prootique, le pariétal, l'épiotique et l'intercalaire. Les épiotiques (gauche et droit) forment les côtés postéro-dorsals du neurocrâne, l'épiotique s'articule ventralement au ptérotique et postérieurement à l'exoccipital, sa partie antérieure est recouverte par le pariétal. L'épiotique droit est l'ultime os du neurocrâne et il est en contact avec l'épine neurale de la seconde vertèbre abdominale.

Le prootique c'est une pièce paire, la partie postérieure de chaque prootique contribue à l'encapsulation des otolithes. La surface en contact avec le basioccipital est convexe, la surface intérieure est plate. Le prootique est attaché antérieurement au sphénotique et dorsalement au ptérotique .

Le pariétal est un os paire, il a une forme triangulaire, il cache une partie du supraoccipital et s'articule au ptérotique, frontal et épiotique.

Le sphénotique est os paire, soudé au ptérotique, il s'articule avec le prootique et le frontal en avant. Le ptérotique est l'os qui relie la région otique et occipitale. L'intercalaire est un os paire, petit et s'insère entre le ptérotique et l'exoccipital.

**La région occipitale** se compose de l'exoccipital, le basioccipital, et le supraoccipital. L'exoccipital est un os pair, sa partie dorsale est soudée au supraoccipital et sa partie ventrale est attachée au basioccipital. De vue arrière, cette pièce présente une facette triangulaire.

Le basioccipital comprend la partie postéro-ventrale du neurocrâne, qui communique avec la colonne vertébrale. La suture du basioccipital avec le prootic est incomplet ; une pièce de cartilage intervient.

Le supraoccipital est un os pair situé entre les pariétaux et s'articule avec l'épiotique par son bord postérieur . le supraoccipital a une crête médiane , son bord antérieur forme une pointe qui s'insère entre les frontaux .

**Le plancher** est une région constitué du vomer et parasphénoïde . Le Vomer est un os impair et médian à bord antérieur rétréci en une partie rostrale bilobée, son bord postérieur est long et s'articule avec le parasphénoïde. Le parasphénoïde est un gros os comprimé latéralement. La partie antérieure de cette pièce est en contact avec le vomer et l'éthmoïde latéral gauche, sa partie postérieure s'étend jusqu'au basioccipital.

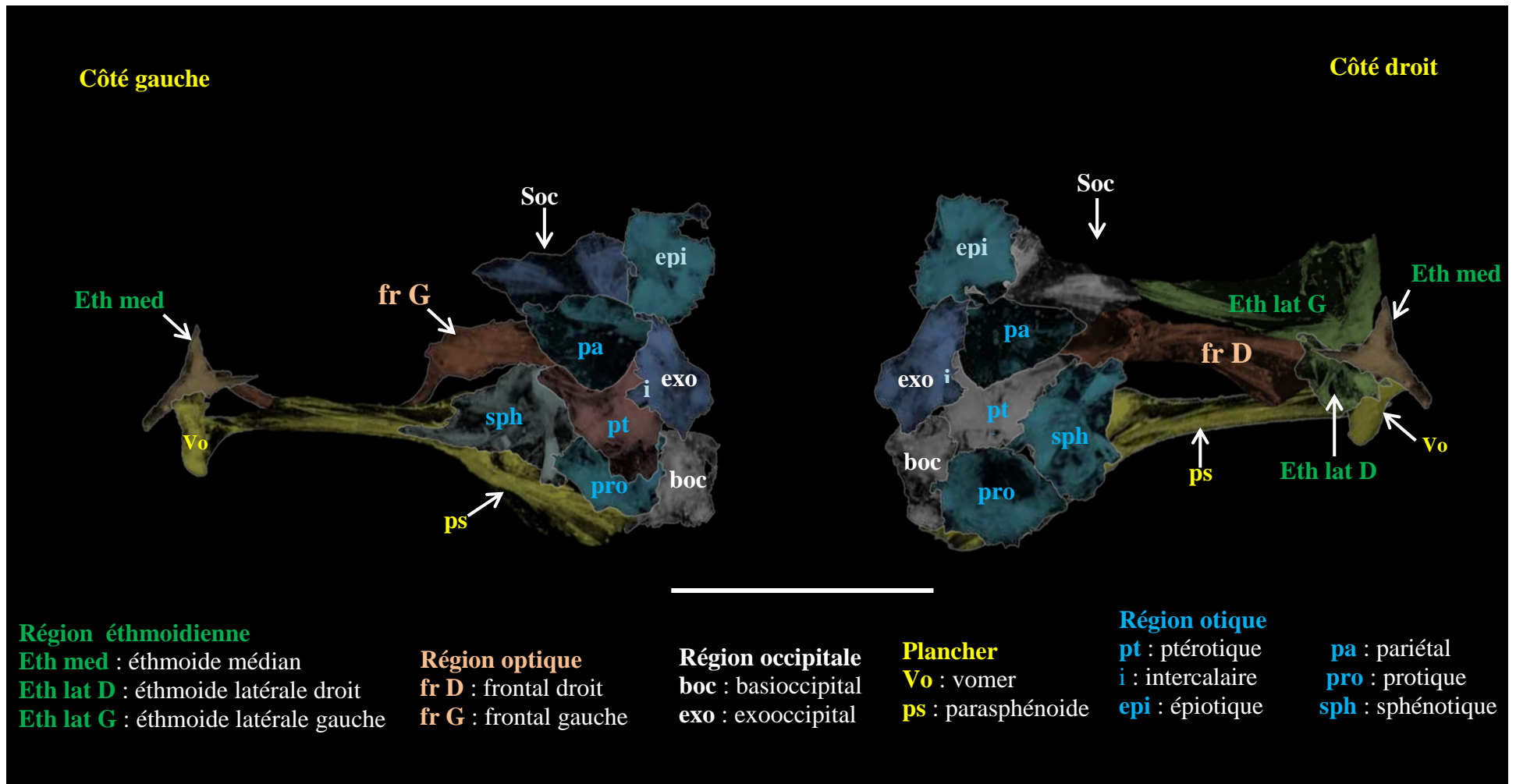


Figure III. 12. Illustration des pièces osseuses formant les différentes régions du neurocrâne. Barre d'échelle= 1 cm.

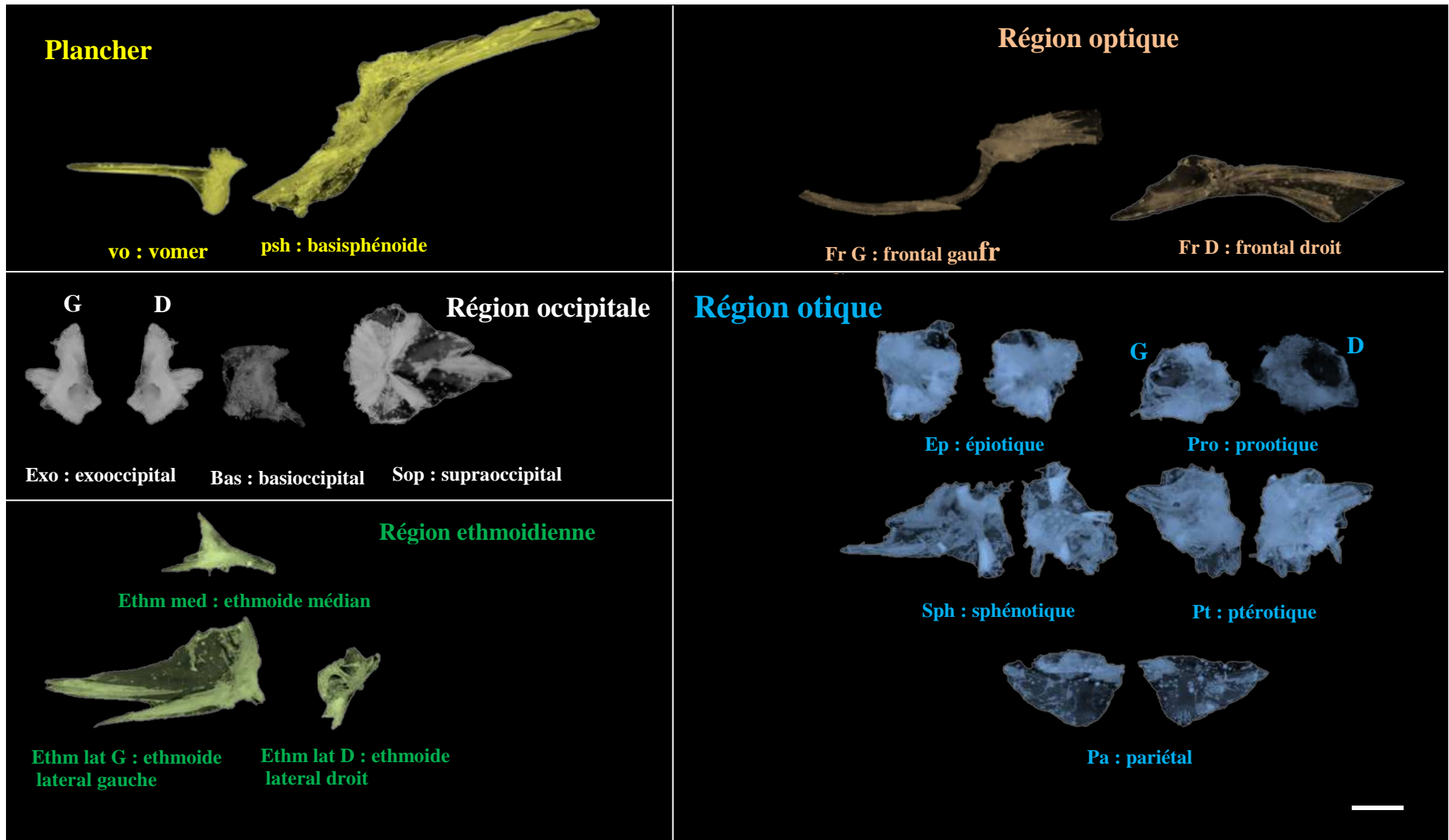


Figure III. 13. Forme des pièces osseuses du neurocrâne des individus de Bathysolea. Barre d'échelle :2mm

D : droit, G : gauche

### 4.3. Etude Ostéométrique

#### 4.3.1. Description ostéométrique

Plusieurs pièces osseuses crâniennes paires sont asymétriques et peuvent faire l'objet d'une étude ostéométrique tels : le maxillaire, le prémaxillaire, le dentaire, l'articulaire, l'éthmoïde médian et l'éthmoïde latéral. Pour la présente étude, trois pièces ont été retenues, il s'agit de l'opercule, l'interopercule et de l'urohyal. Le tableau III.8 récapitule les distances ostéométriques mesurées et considérées.

Un test de comparaison de moyennes a été effectué afin de déceler une éventuelle différence entre les pièces osseuses de la face zénithale et la face nadirale. Les résultats sont montrés par le tableau III.9. Le test appliqué sur les longueurs des interoperculaires droit et gauche a révélé qu'il existe une différence significative entre l'os situé dans le côté droit (face zénithale, oculée) et celui du côté gauche (face nadirale, face aveugle). Pour cette raison nous avons pris en comptes les deux os dans l'étude ostéométrique.

Dans le cas des operculaires, le test indique qu'il n'y pas de différence entre les operculaires du côté droit et ceux du côté gauche ( $\epsilon_{\text{calculé}}=0,25$ ,  $p>0,05$ ), de ce fait nous avons choisi arbitrairement l'operculaire gauche (La notation Op fera référence à l'opercule gauche).

L'urohyal est formé de deux branches séparées (dorsale et pelvienne) qui dessinent entre elles un angle. Selon Chabanaud (1928), c'est le premier indice retenu pour son signification phylogénétique.

**Tableau III. 7** -Valeurs minimales (Min), maximales et moyennes des mensurations ostéométriques. SE : erreur standard, IO : interoperculaire

		Effectif	Minimum (mm)	Maximum (mm)	Moyenne $\pm$ SE
<b>La<sub>IOD</sub></b>	<b>IO</b>	30	7,24	11,95	09,05 $\pm$ 0,19
<b>La<sub>IOG</sub></b>		30	8,68	13,12	11,03 $\pm$ 0,19
<b>L<sub>IOD</sub></b>		30	3,80	5,85	04,63 $\pm$ 0,10
<b>L<sub>IOG</sub></b>		30	4,15	6,51	05,06 $\pm$ 0,11
<b>Op<sub>1</sub></b>	<b>Opercule Gauche</b>	30	0,59	1,81	01,24 $\pm$ 0,06
<b>Op<sub>2</sub></b>		30	2,01	4,67	03,07 $\pm$ 0,16
<b>Op<sub>3</sub></b>		30	1,19	2,24	01,66 $\pm$ 0,05
<b>Op<sub>4</sub></b>		30	1,26	2,75	02,12 $\pm$ 0,07
<b>Op<sub>5</sub></b>		30	0,67	2,03	01,27 $\pm$ 0,05
<b>Op<sub>6</sub></b>		30	7,61	13,66	10,25 $\pm$ 0,31
<b>Op<sub>7</sub></b>		30	0,83	1,98	01,42 $\pm$ 0,04
<b>Op<sub>8</sub></b>		30	1,86	4,14	02,63 $\pm$ 0,10
<b>Op<sub>9</sub></b>		30	4,67	9,11	06,7 $\pm$ 0,22
<b>L<sub>OP</sub></b>		30	8,41	12,58	10,37 $\pm$ 0,19
<b>Lu</b>	<b>Urohyal</b>	30	7,80	10,95	09,28 $\pm$ 0,13
<b>La<sub>U</sub></b>		30	4,07	6,25	05,14 $\pm$ 0,11
<b>ANG1</b>		30	67,22	87,62	75,54 $\pm$ 0,77
<b>ANG2</b>		30	99,04	120,26	110,99 $\pm$ 0,94

**Tableau III. 8** -Résultats du test de comparaison des distances ostéométriques moyennes

	Opercule		Interoperculaire		Interoperculaire	
	LOPD	LOPG	LaIOD	LaIOG	LIOD	LIOG
Moyenne	10,30	10,37	4,63	11,03	9,05	5,06
Effectif	30,00	30,00	30	30	30	30
S $\sigma$	1,09	1,04	0,554	1,045	1,066	0,594
$\sigma^2$	1,18	1,09	0,31	1,09	1,14	0,35
Ecart réduit	0,25		29,62		17,90	

#### 4.3.2. Analyse multidimensionnelle ostéométrique

Après avoir éliminé l'effet de taille des individus sur la croissance des pièces osseuses, nous avons appliqué une analyse multidimensionnelle de type ACP sur 18 descripteurs de distances dont la largeur et longueur des deux interoperculaires ( $La_{IOD}$ ,  $L_{IOD}$ ,  $La_{IOG}$ ,  $L_{IOG}$ ), 10 distances operculaires ( $OP_1$ ,  $OP_2$ ,  $OP_3$ ,  $OP_4$ ,  $OP_5$ ,  $OP_6$ ,  $OP_7$ ,  $OP_8$ ,  $OP_9$ ,  $L_{OP}$ ), longueur et largeur de l'urohyal ( $L_U$ ,  $La_U$ ) ajouté à deux angles de cet os ( $ANG_1$ ,  $ANG_2$ ) ont été mesurés numériquement.

Les coefficients de corrélation entre les variables initiales et les axes principaux (Tab.III. 10) mettent en évidence les contributions de chacune de ces variables dans la construction des axes. Neuf variables sur 12 sont bien représentées (Tab. 11) et contribuent à la formation du 1er axe ( $r > 0.70$ ).

Les valeurs propres de chaque axe sont indiquées dans le tableau III.10, le premier facteur représente 25,33% de la variance totale, le deuxième facteur participe avec 14,49% et le dernier facteur avec 12,10 % de la variance totale.

La répartition des variables par rapport au plan I-II (Tab. III.10) montre que les variables qui contribuent le plus à la formation de l'axe I (poids colorés  $> 0,70$ ) se regroupent. Les variables relatives à la longueur inter-operculaire gauche ( $L_{IOG}$ ), à la 9<sup>ème</sup> distance operculaire et à la longueur operculaire ( $L_{OP}$ ) contribuent le plus à la formation de l'axe I et s'opposent aux deux angles de l'urohyal ( $ANG_1$  et  $ANG_2$ ) et la largeur de l'interoperculaire gauche ( $La_{IG}$ ). De ce fait, les premiers caractères cités interviennent dans la similitude entre les différents individus alors que les deuxièmes créent la différence.

La projection des 30 individus selon les mesures ostéométriques dans le plan (I-II) met en évidence trois nuages de points et deux individus isolés.

Le premier nuage de point regroupe la majorité des représentants, ce qui traduit une ressemblance des pièces osseuses de ces individus. Le deuxième nuage de points est composé de cinq spécimens

dont la taille et la forme des os interoperculaire gauche et operculaires sont nettement plus important que les premiers.

Deux individus regroupés dans le troisième nuage de point et s'éloignent des autres par leur importante contribution à la formation de l'axe factoriel I, les deux angles restreints de l'urohyal les différent des autres individus. Le spécimen L2-15 est isolé du fait qu'il possède des pièces osseuses de petite taille.

L'étude ostéométrique a bien séparé quelques individus des autres. Les pièces choisies notamment l'urohyal sont déterminantes, cependant l'ambiguïté reste posée sur les individus qui se détachent des autres. Il pourrait s'agir d'espèces différentes ou de sous-espèces.

La discontinuité morphologique entre autres la coloration du corps observée est peut-être due à l'une des stratégies d'adaptation utilisées par les espèces du genre *Bathysolea*.

Ces poissons développent un système de défense qui est l'homochromie. Ce mécanisme permet à l'animal d'imiter la couleur d'une espèce ou du fond vaseux qu'il fréquente en sécrétant une variété d'hormones et pigments. En effet, l'homochromie est utilisée par ces poissons pour assurer leurs survies et leurs descendance.

**Tableau III. 9-**Extraction des composantes principales et valeurs propres des 3 axes retenus.

Valeurs propres	% Total de la variance	Valeurs Propres Cumulées	Cumul %
<b>01</b>	3.32	3.32	18.43
<b>02</b>	2.80	6.11	33.96
<b>03</b>	2.53	8.64	47.99

**Tableau III. 10 -** Contribution des variables à la formation des axes factoriels. Valeur dépassant 0.7 de corrélation sont mises en surbrillance.

Variable	Fact 1	Fact 2	Fact 3	Variable	Fact 1	Fact 2	Fact 3	Variable	Fact 1	Fact 2	Fact 3
<b>LAIOD</b>	0.06	<b>-0.79</b>	-0.09	<b>OP3</b>	0.45	-0.13	0.32	<b>OP9</b>	<b>0.72</b>	0.12	0.19
<b>LIOD</b>	0.25	-0.65	-0.09	<b>OP4</b>	-0.08	0.01	-0.41	<b>LOP</b>	<b>0.71</b>	-0.20	0.01
<b>LAIOG</b>	0.63	0.39	0.12	<b>OP5</b>	-0.32	0.35	0.51	<b>LU</b>	-0.09	0.24	-0.76
<b>LIOG</b>	<b>0.72</b>	0.01	0.02	<b>OP6</b>	0.06	-0.20	-0.52	<b>LAU</b>	-0.03	0.10	-0.77
<b>OP1</b>	0.07	0.15	0.50	<b>OP7</b>	0.54	0.12	-0.23	<b>ANG1</b>	-0.11	<b>-0.80</b>	0.23
<b>OP2</b>	0.59	-0.20	-0.28	<b>OP8</b>	-0.48	-0.29	0.32	<b>ANG2</b>	-0.19	<b>-0.71</b>	0.14

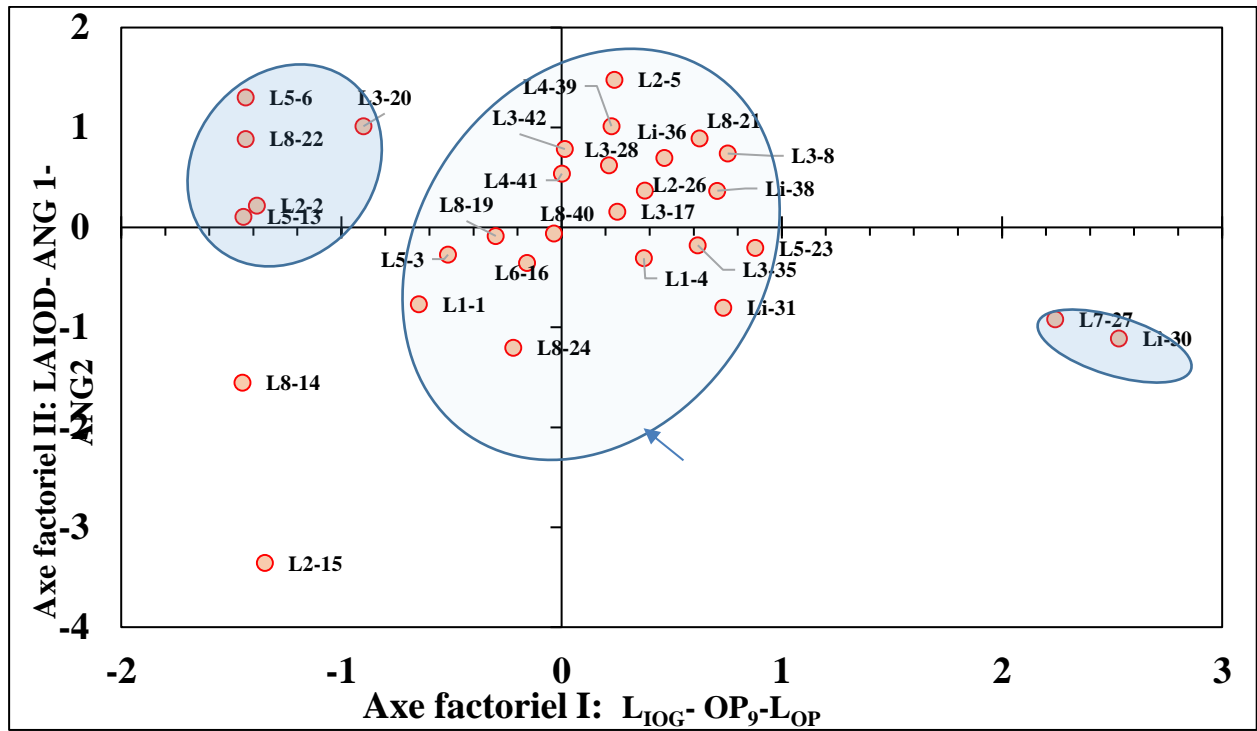


Figure III.17. Projection des individus sur le plan I-II

# Conclusion générale

## ***Conclusion générale***

Le genre *Bathysolea* appartenant à la famille des Soléidés a fait l'objet de peu d'étude, la validité des espèces composant ce genre reste précaire. Cette problématique nous a amené à réaliser le présent travail qui contribue à l'étude systématique de ce genre à travers une analyse des caractères morphologiques, des études morphométrique et ostéologique.

En dépit de la rareté des espèces du genre *Bathysolea* dans le bassin algérien et l'insuffisance des individus traités, nous avons pu remarquer une certaine hétérogénéité au sein de notre échantillon. L'analyse de l'aspect phénotypique des spécimens nous a permis de détecter des variabilités au niveau de la forme du corps, la coloration des faces zénithales et nadirale et plusieurs d'autres caractères.

Ainsi, plusieurs pièces osseuses ont servi à approfondir notre étude, compléter les travaux réalisés par Alili (1988) et Benzaoui et Boutalha (2016) sur les Soleidés des côtes algériennes et éliminer certaines ambiguïtés relatives à la classification du genre *Bathysolea*.

Les caractères morphométriques et ostéologiques ont fait l'objet d'un ACP qui a consisté à bien analyser la discontinuité intraspécifique.

Desoutter et Chapleau (1997) ont fournis une clé de détermination qui représente quatre espèces appartenant au genre *Bathysolea*. Les études que nous avons menées ont mis en évidence les différences et ressemblances au sein des individus traités et ont permis de valider une des espèces représentées par Desoutter et Chapleau (1997) qui est *Bathysolea profundicola*.

L'ostéologie de la tête, l'histoire de ses os constitue la principale base comparative, parce qu'ils sont les plus variables et les plus compliquées de tout le squelette (Grassep, 1958).

L'urohyal, l'interoperculaire et l'operculaire ont été utilisés dans l'ostéométrie, les ptérygiophores supracrâniens et les vertèbres sont considérés comme caractères méristiques essentiel dans la classification des espèces du genre *Bathysolea*.

Enfin, puisque notre étude laisse encore des ambiguïtés sur l'existence de sous espèce, la taxonomie de *B. profundicola* est sous débat considérable, nous encourageons fortement les futures études d'approfondir l'analyse ostéométrique en considérant d'autre os crânien tel que le méséthmoïde, les pariétaux et les éthmoïdes latéraux du neurocrâne, le maxillaire, le prémaxillaire, le dentaire et l'articulaire du spalanchocrâne. Pour l'os urohyal en particulier, de futures recherches sont nécessaires pour évaluer la phylogénie des espèces du genre *Bathysolea*.

Il serait aussi judicieux de poursuivre l'initiative en termes de prélèvements pour mieux affiner les résultats de l'ACP et procéder à d'autres études multidimensionnelles plus poussées.

Au final, la classification étant un ensemble de lois permettant le regroupement ou la séparation des spécimens selon un système, se trouve en perpétuel changement, notamment celle de la famille des Soleidés. Néanmoins, les espèces du genre *Bathysolea* sont toujours peu étudiées. Il serait intéressant d'appliquer d'autres stratégies analytiques pas encore effectuées (par exemple les marqueurs d'ADN et morphométrie géométrique, la morphométrie des otolithes) afin d'élucider la systématique de ce groupe et d'ouvrir de nouveaux horizons sur la biodiversité.

### Liste des références bibliographiques

---

- ALILI D.-E., 1981.** Contribution à l'étude générique des Soleidés (Poissons. Téléostéens) d'Algérie : Taxonomie numérique. *Mémoire d'Ingénieur océanographie., U.S.T.H.B. Alger* : 203 p.
- ALILI D.-E., 1988.** Contribution à la systématique des Soleidés (Poissons. Téléostéens) d'Algérie : Taxonomie numérique et génétique biochimique. *Thèse de magister. U.S.T.H.B Alger* : 203 p.
- ALILI D.-E., 2007.** La biodiversité des poissons plats pleuronectiformes des eaux algériennes. *Pelagos*, 1 (1) : pp 175–179.
- ALILI D.-E. et MARINARO J.-Y., 1986.** Présence de *Solea senegalensis* dans les eaux algériennes. *Rapp.Comm.int.MER Médit*, 30 (2) : pp 221.
- ALILI D.-E. et BERREBI P., 1989.** Comparaison génétique des populations de *Buglossidium luteum* (Teleostei, Soleidae) des côtes méditerranéennes algériennes et françaises. *Oceanologica acta*, 11 (2) : pp 211-214.
- APRIETO V.-L., 1974.** Early development of five carangid fishes of the Gulf of México and the south Atlantic coast of the United States. *Fish B-NOAA*, 72 (2): pp 415-443.
- BAER J., 1958.** Anatomie comparée des vertébrés. *Ed. Griffon, Suisse* : 206 p.
- BEAUMONT A. et al., 2000.** Biologie animale. *Ed. Dunod, Paris* : 638 p.
- BEAUMONT A. et al., 2009.** Biologie animale. *Ed. Dunod, Paris* : 653 p.
- BENZAOUI K. et BOUTALHA A., 2016.** Etude systématique des soléidés des côtes algériennes : analyses morphologiques et morphométrique. *Mémoire d'Ingénieur Hal., ENSSMAL. Alger* : 54p.
- BOUE H. et CHANTON R., 1961.** Biologie animale. Zoologie Tom II. Mammifères, anatomie comparée des vertébrés. *Ed. Doin, Paris* : 723 p.
- BLACHE J., Cadenat J. et Stauch A., 1970.** Clés de détermination des poissons de mer signalés dans l'Atlantique oriental entre le 20° parallèle nord et le 15° parallèle sud. *Faune trop*, 18 : pp 1-479.

**CADENAT J. et STAUCH A., 1956.** Sur la validité du genre *Bathysolea* (ROULE 1916) et *Capartella* (CHABANAUD 1950). *Cah. ORSTOM. Oceanogr.* 3 : pp 67-70.

**CHABANAUD P., 1928.** L'urohyal des poissons de la famille des Soleidae. *C. R. Acad. Sci.* 18 (6) : pp 969-970.

**CHABANAUD P., 1950.** Description de nouveaux Soleidae capturés au cours de l'Expedition oceanographique Belge dans les eaux africaines de l'Atlantique sud (1948-49). *Bull. Inst. r. Sci. Nat.* 26: pp 1-19.

**CHANET B., 2003.** Interrelationships of scophthalmid fishes (Pleuronectiformes: Scophthalmidae). *Cybium*, 27(4): pp 275-286.

**CHANET B. et CHAPLEAU F. 2004.** Mivart, Darwin et les yeux des poissons plats. *Pour la Science*, 18: pp 76.

**CHANT B. et DESOUTTER M., 2008.** French-English glossary of terms found in Chabanaud's published works on Pleuronectiformes. *Cybium* : pp 23.

**CHAPLEAU F. et KEAST A., 1988.** A phylogenetic reassessment of monophyletic status of the family Soleidae, with comments on the suborder Soleoidei (Pisces, Pleuronectiforms). *Can. J. Zool.* 66: pp2797-2810.

**CHAPLEAU F., 1989.** Etude de la portion supracrânienne de la nageoire dorsale chez les Soleidae (Téléostéens, Pleuronectiformes). *Cybium*, 13(3): pp 271-279.

**CHARLES R. et al., 1972.** Developmental osteology of the lined sole, *Achirus lineatus* (pisces: soleidae). *Contributions in Marine Science*, 16: pp 34-58.

**CHOLLET V. et al., 2014.** Comparison of urohyal bone morphology among Gerried fish: (Perciformes : Gerreidae). *Italian journal of zoology*, 81 (2) : pp 246-255.

**CRUZ A. et CHOLLET V., 2012.** Catalogo sinoptico del hueso urohial de las especies de la familia Gerreidae de Mexico. *Investigación Ictiológica en México, tópicos selectos en honor al Dr. José Luis Castro Aguirre. México, DF: UNAM-FES Iztacala, SIMAC* : pp 57-73.

**DESOUTTER M., 1990.** Soleidae. *Check list of the Fishes of the Eastern Tropical Atlantic*, 2 : pp1037-1049.

- DESOUTTER M., 1994.** Revision des genres *Microchirus*, *Dicologlossa* et *Vanstraelenia* (Pleuronectiformes, Soleidae). *Cybium*, 8 : pp 215-249.
- DESSOUTTER M. et CHAPLEAU F., 1997.** Taxonomic status of *Bathysolea profundicola* and *B. polli* (Soleidae; Pleuronectiformes) with notes on the genus. *Ichthyol. Rcs*, 44 (4) : pp 399-412.
- DESOUTTER M. et CHANT B., 2009.** The swim bladder of the adult soleids [acanthomorpha : Pleuronectiformes, Soleidae]. *C@C*, 2 : pp 40-49.
- DIEUZEIDE R., NOVELLA M. et ROLAND., 1955.** Catalogue des poissons des côtes algériennes. Ed. *Bull. Trav. stat. Aqua. Pêche, castiglione*: 367 p.
- ESMAEILI H.-R. et TEIMOURI A. 2006.** Morphology of urohyal bone and its importance in taxonomy of some freshwater fishes of Iran. *J. Fish. iranian Sci*, 15(3): pp 1- 8.
- FISHER, W., BAUCHOT, M.-L., 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.* Vol. 2. Vertébrés. Rome : FAO : pp 1325-1342.
- FROESE R. et PAULY D.** (Page Consultée le 29/02/2017). Fish base: World Wide Web electronic publication. [en ligne]. *Adresse URL: [www.Fishbase.org](http://www.Fishbase.org).*
- GAUDANT M.,1978.** Recherches sur l'anatomie et la systématique des Cténoyhrissiformes et des Pattersonichthyiformes (poissons Téléostéens) du Cénomaniens du Liban. Ed. *Muséum, Paris* : 124 p.
- GOLANI D. et al., 2002.** Atlas of exotic species in the Medit. Ed. *Briand.CIESM, Monaco*: 638 p.
- GRASSE P., 1958.** Traité de zoologie : anatomie, systématique, biologie. Tome XIII. Ed. *Dunod, Paris* : 653 p.
- GRIM Z. et MARINARO J.-Y., 1979.** Présence de deux espèces du sous-genre *Pegusa* (Soleidae) dans la région d'Alger. *Rapp.Comm. Int. Mer Médit*, 25 (10) : pp 25-26.
- GUICHENOT A., 1850.** Histoire naturelle des reptiles et des poissons. Exploration Scientifique de l'Algerie. *Zool*, 5 : pp 107.
- HEMIDA F., 2005.** Les sélaciens de la côte algérienne. biosystématique des requins et des raies ; écologie, reproduction et exploitation de quelque populations capturées .*Thèse de Doctorat. USTHB Alger*: 272 p.

**IGLESIAS S.-P.** (Consulté le 20/04/2017). Actinopterygians from the North-eastern Atlantic and the Mediterranean (A natural classification based on collection specimens, with DNA barcodes and standardized photographs), volume I (plates), Provisional version 09. [en ligne]. Adresse URL: <http://www.mnhn.fr/iccanam>.

**KUSAKA T., 1974** .The urohyal of fishes. *Ed. University of Tokyo Press, Tokyo*: 203 p.

**MARINARO J.-Y. et al., 1983**. Taxinomie numérique des soles d'Algérie (Téléostéens, Soleidae). *Rapp. P.V.Réun. CIESM*, 28 (5) : pp 69-71.

**MONOD TH. et al., 1994**. Ostéologie céphalique de deux poissons perroquets (Scaridae: Teleostei). *Cybium*, 18 (2) : pp135-168.

**Nielsen J.-G., 1963**. Soleoidea (Pisces, Heterosomata). *Atlantide Rep*, 7: pp 7-35.

**PHILIPPEAU G., 1986**. Comment interpréter les résultats d'une analyse en composantes principales. *Ed. Service des Etudes Statistiques, ITCF. Paris* : 63p.

**QUERO J.- C. et DESOUTTER M., 1990**. Soleidae de Madagascar. *Cybium*, 14: pp 105-112.

**QUERO J.-C et al., 1986**. Soleidae. *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*, 3 :pp 1308-1324.

**QUIGNARD J.-P. et RAIBOUT A.,1993**. *Vie Milieu*, 43 (4): pp 191-195.

**QUIGNARD J.-P., 2011**. Biodiversité : la Méditerranée, évolution de sa xénodiversité ichthyique, les poissons lessepsiens et herculéens. *Bull. Acad. Scie.* 42: pp 105-124.

**ROULE L., 1916a**. Considération sur les deux espèces abyssales du genre *Solea* dans l'Atlantique paléarctique et sur le sous-genre *Bathysolea*. *Bull. Mus. natl. Hist. Nat.* 22: pp 8-10.

**ROULE L., 1916b**. Notice préliminaire sur quelques espèces nouvelles ou rares des Poissons provenant des croisières de S.A.S. le Prince de Monaco. *Bull. Inst. océanogr.* 320: pp 1-32.

**ROUSSET J., 1979**. Soleidae des côtes algériennes. Contribution à la systématique et à l'étude de croissance par scalimétrie et otolithométrie. *Thèse de Doctorat de 3° cycle, Université Paris VII* : 229 p.

**SAIDANI M., 2016.** Contribution à l'étude de l'âge, de la croissance et estimation de la fécondité du céteau *Dicologlossa cuneata* (Moreau, 1881) des côtes algériennes. *Mémoire d'Ingénieur Hal., ENSSMAL. Alger* : 54p.

**SATO Y. et al., 1988.** The Urohyal of Japanese Miocene Clupeid Fish *Eosardinella hishinaiensis*. *Univ. Nat. Yokohama*, 2 (35): pp 57-59.

**SHEHATA S., 1984.** contribution à la connaissance des soleidés (Poissons, Téléostéens) du Golfe du Lion : Systématique et Ecobiologie. *Thèse de Doctorat de 3<sup>o</sup> cycle, U.S.T.L Montpellier* : 311 p.

**SCHWARTZ D., 2006.** Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. *Ed. Flammarion, Paris* : 314 p.

**TAVERNE L., 2004.** Ostéologie de *Pentanogmius evolutus* (Cope, 1877) n. comb. (Teleostei, Tselfatiiformes) du Crétacé supérieur marin des États-Unis. Remarques sur la systématique du genre *Pentanogmius* Taverne, 2000. *Geodiversitas*, 26 (1) : pp 89-113.

**TAVERNE L., 2006.** Nouvelle description d'*halecopsis insignis* de l'Eocène marin de l'Europe et les relations de ce taxon avec les Gonorynchiformes (Teleostei, Ostariophysii). *Cybium*, 30(2): pp 109-114.

**TIXIER A. et GAILLARD J.-M., 1969.** Anatomie animale et dissection. *Ed. Vigot, Paris* : 609p.

**TORCHIO M., 1973.** Soleidae. *Check list of the fishes of the northeastern Atlantic and the Mediterranean*: pp 628-634.

**VAILLANT L., 1888.** Expéditions scientifiques du "Travailleur" et du "Talisman" pendant les années 1880, 1881, 1882, 1883. Poissons. *Ed. Masson, Paris* : 406 p.

**VAN DER LAND et al.** (Page Consultée le 02/03/2017). **WORMS** : World Register of Marine Species. [en ligne]. *Adresse URL: [www.marinespecies.org](http://www.marinespecies.org)*.

**VANDEWALLE P. et al., 2000.** The branchial basket in teleost feeding. *Cybium*, 24(4): pp 319-342.

**WILLIAM G., 1959.** Fish skulls. A study of the evolution of natural mechanisms. *Ed. Noble offset, INC, USA* : 484p.

**Contribution à l'étude systématique du genre *Bathysolea* Roule, 1916 (Pleuronectiformes, Soleidae) des côtes algériennes : études morphométrique et ostéologique.**

**Résumé**

Les objectifs de cette étude étaient de clarifier le statut taxonomique et de fournir des redescriptions d'un genre de soleidés profonds *Bathysolea* (Pleuronectiformes). Cette étude a confirmé que *B. profundicola* est la seule espèce présente en Algérie. Trente-cinq spécimens incluant la plupart des échantillons disponibles ont été examinés. *B. profundicola* peut être différencié par le complexe ptérygiophore au niveau du crâne, le nombre de rayons de la nageoire dorsale et l'angle entre les branches dorsale et ventrale de l'urohyal. Deux caractères apomorphes définissent le genre comme monophylétique : la structure filamenteuse des nageoires pectorales et la présence de pigmentation foncée à l'intérieur des cavités abdominale et branchiale. Cependant, 8 livrées ont été identifiées. D'après une étude des os urohyal, operculaire et interoperculaire et du complexe ptérygiophore de la nageoire dorsale supracrânienne, il a été montré qu'à l'intérieur de *B. Profundicola*, une variation intraspécifique existait. Après la présente étude, la clé systématique du genre doit être complétée et une étude intraspécifique avancée doit être effectuée pour expliquer les propriétés ostéologiques et morphométriques de certains spécimens.

**Mots clés :** *Bathysolea*, systématique, morphométrie, ostéologie, urohyal.

**Contribution to systematic study of genus *Bathysolea* Roule, 1916 (Pleuronectiformes, Soleidae) in Algerian coasts: morphometric and osteological studies.**

**Abstract**

The objectives of this study were to clarify the taxonomic status and provide redescriptions of the deep sea soleid genus *Bathysolea* (Pleuronectiformes). This study confirmed that *B. profundicola* is the only species present in Algeria. Thirty five specimens including most available samples were examined. *B. profundicola* can be differentiated by their dorsal fin pterygiophore complex over the cranium, number of dorsal fin rays, angle between the dorsal and ventral branches of the urohyal. Two apomorphic characters define the genus as monophyletic: the filamentous structure of the pectoral fins and the presence of dark pigmentation inside the abdominal and branchial cavities. However, 8 liveries were identified. From a study of the urohyal, opercular and interopercular bones and from supracranial dorsal fin pterygiophore complex indicated that inside *B. Profundicola*, an intraspecific variation existed. After the present study, the systematic key of the genus must be completed, and an intraspecific advanced study must be done to explain the osteological and morphometric properties of some specimens.

**Key words:** *Bathysolea*, systematic, morphometry, osteology, urohyal

## ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو توضيح المستوى التصنيفي و وصف احد أصناف عائلة الصولبات باتيصوليا (السمك المسطح) ,هذه الدراسة اكدت ان باتيصوليا بروفنديكولة هي السمكة الوحيدة من هذا الصنف المتواجدة في الجزائر . تمت معاينة خمسة وثلاثون سمكة من مختلف العينات. تختلف باتيصوليا بروفنديكولة بعظامها الراسية، عدد اشعة الزعنفة الظهرية والزاوية المحصورة بين الفرعين الظهرية والبطني لعظم اليوريال. اسماك هذا الصنف تتميز بصفتان : البنية الخيطية للزعانف الصدرية و تواجد اللون الأسود داخل تجويف البطن و الخيشوم . تم تحديد ثمانية كسوات. من خلال دراسة العظام الراسية اليوريال , الاوبركلور , انتراوبركيلار و البتريجيوفور , لوحظ ان افراد باتيصوليا بروفنديكولة تختلف فيما بينها. بعد هذه الدراسة يجب تكملة قائمة اسماك هذا الصنف ويستحسن اجراء دراسة معمقة حول الاختلافات المتواجدة بين افراد باتيصوليا بروفنديكولة وذلك لتوضيح المميزات العظمية و المورفومترية لبعض الافراد.

الكلمات المفتاحية: باتيصوليا, المستوى التصنيفي, المورفومترية, العظمية. اليوريال.