

UFR Sciences fondamentales et sciences pour l'ingénieur
Université de La Rochelle

Licence de Biologie des organismes et des populations des milieux marins

Inventaire otolithique des Poissons saisonniers du Golf de Gascogne

PRINET Aurélie

Stage effectué du 3 juillet au 31 août 2002 au sein du Groupe d'Etude de la Faune Marine Atlantique (GEFMA) dont le siège sociale est : Capitainerie du Port – BP 75 – 40130 CAPBRETON, sous la direction de Mr DEWEZ Alexandre

Résumé :

Le Groupe d'Etude de la Faune Atlantique étudie, entre autre, les contenus stomacaux des Delphinidés échoués sur les côtes Landaises et Basques. Afin d'identifier la cause de ces morts, nous avons recourt à un inventaire d'otolithe qui nous permet de connaître le régime alimentaire, peut-être à l'origine d'un parasitisme déclenchant l'affaiblissement de l'hôte. Pour ce faire, nous établissons cet inventaire otolithique par extraction directe sur des Poissons identifiés. Puis, nous comparons les contenus des Delphinidés avec notre collection.

Introduction :

Le Groupe d'Etude de la Faune Marine Atlantique (GEFMA) a mis en place un programme cherchant à identifier l'origine des échouages des animaux marins sur les côtes des Landes et des Pyrénées Atlantique. Lorsqu'un Delphinidé subi une nécropsie, le contenu stomacal est récupéré puis étudié : en effet, nous pouvons y déceler la présence d'otolithes de poissons qui ont été préalablement ingérés par le prédateur. De plus, la présence éventuelle de parasites est examinée et notée. Nous cherchons à savoir quelles sont les proies des Delphinidés et si celles-ci ont pu les parasiter, causant leur échouage par affaiblissement de l'organisme. Afin de mener cette étude, nous avons établie une collection d'otolithes des Poissons du Golf de Gascogne présents l'été. Le mot otolithe vient du grec « *oto* » désignant l'oreille et « *lithé* » signifiant pierre ; il s'agit donc de la pierre de l'oreille. Comme tous les Vertébrés, les Poissons osseux (Ostéichthyens) en possèdent, à raison de trois par oreille interne. Ils baignent dans l'endolymphe du système membraneux, de part et d'autre de l'encéphale, en arrière des yeux. Ce sont des pièces composées de carbonate de calcium, sous la forme aragonite, et d'une matrice protéique relativement uniforme et similaire chez les différents groupes de Poissons : l'otoline. Cette protéine fibreuse a une composition en acides aminés proche de celle de la kératine. L'otoline est nécessaire dans le processus de minéralisation. L'otolithe a un unique centre de concrétion. C'est un organe de l'équilibre car l'oreille interne est sensible à la force de la pesanteur, à une accélération, ou à un ralentissement : la concrétion calcaire pèse sur la gelée de mucus qui enrobe les cils des cellules sensorielles de l'épithélium. Ces dernières vont alors transmettre un message électrique, traduisant la position du Poisson, qui sera reçu par l'encéphale. Les influx nerveux qui partent de l'oreille interne sont donc à l'origine des réflexes d'équilibration et de posture. Les otolithes ne sont pas libres dans l'endolymphe mais reliés plus ou moins lâchement aux parois par des formations ligamenteuses (*marginarium*). Les Ostéichthyens ont donc six otolithes symétriques par rapport au plan longitudinal du Poisson : une **lapillus** est contenu

dans la macula utriculi, une **astericus** se forme dans la macula lagenae et une **sagitta** se développe dans la macula sacculosi (tout ceci en double). Nous nous sommes contentés de prélever les sagitta, qui sont les plus volumineuses (souvent visible à l'œil nu). La forme de ces pièces est caractéristique à l'espèce, nous pourrions donc en déduire le régime alimentaire de ces grands piscivores car leur composition leur permet d'atténuer l'attaque des enzymes digestives.

Mots clef :

Ostéichthyens, contenus stomacaux des Delphinidés échoués, otolithe, caractéristique de l'espèce.

Matériels et Méthodes :

➤ Animal : A bords de bateaux de pêches, nous récupérons un grand nombre de poissons, quantitativement et qualitativement. Les trémails sont utilisées pour attraper les Poissons benthiques (Soles, Grondins,...) alors que les filets droits permettent d'obtenir des espèces pélagiques nocturnes (Merlus, Chinchards,...). L'étude que nous avons faite s'appuie uniquement sur les espèces présentes l'été.

➤ Protocole : Puis au laboratoire, nous regardons si l'animal est parasité, nous le mesurons et nous l'identifions. Ensuite, nous coupons la tête derrière les opercules de sorte que la première vertèbre soit encore avec la tête. C'est une sécurité afin que nous soyons sûrs que nous ne coupons pas l'encéphale dont la position varie plus ou moins selon la morphologie du Poisson. Nous incisons la face ventrale de la tête et nous en ôtons les branchies et le pharynx. De cette manière, nous atteignons l'encéphale que nous incisons de part et d'autre pour récupérer les sagitta. Chez certaines espèces, ces deux pièces calcaires sont visibles au travers de la membrane du labyrinthe. Plusieurs espèces sont ainsi traitées ainsi que de nombreux individus de la même espèce. De cette manière, la forme générale d'une espèce est statistiquement plus fiable. Ensuite, nous étudions les sagitta sous une loupe binoculaire munie d'une chambre claire qui nous permettra de tracer le contour de la forme générale. De plus, une photo numérique prise grâce à une loupe binoculaire reliée à un ordinateur est prise pour chaque espèce. A l'aide d'un logiciel tel que Photo Editor, nous pouvons retoucher la photo pour voir plus ou moins les reliefs (et les stries de croissances).

Résultats :

Les otolithes ont une face extérieure concave et une face intérieure convexe. La partie convexe comporte un sillon dont l'emplacement et la forme différencie selon les espèces

(Annexe) ; la partie concave est dessiner de relief caractéristiques (et on y distingue les stries de croissance). Seule les photos des parties extérieures (concaves) des l'otolithes sont montrées ici.

Nous constatons, comme prévu, que les espèces ont des formes caractéristiques mais aussi que les juvéniles ont des otolithes assez globulaires. De plus, chaque forme peut être décrite :

➤ 1. *Trisopterus luscus* : les marges dorsale et ventrale sont lobées alors que l'extrémité du rostrum est assez lisse. Les lobes sont au nombre de 23 et ont à peu près la même taille au centre de la pièce calcaire. C'est un otolithe de grande taille.

➤ 2. *Merluccius merluccius* : les marges sont dentelées mais la forme globale reste assez effilée contrairement à la précédente qui était massive et globulaire. La marge ventrale (à gauche) est moins découpée que la marge dorsale. Des petites gouttes allongées et dirigées vers le centre forme le relief de cet otolithe. La taille est encore très importante.

➤ 3. *Trigla lyra* : nous discernons trois pointes autour desquelles les marges sont en forme de vagues. Cependant, la marge ventrale (à droite) est plus marquée. La longueur est nettement inférieur aux précédentes.

➤ 4. *Traigla lucerna* : nous discernons deux pointes. La formes globales reste très proche de la précédente puisque seule l'espèce sépare ces deux animaux.

➤ 5. *Trigla pini* : l'otolithe est en forme de cœur. La marge dorsale (à gauche) est bombée. Là encore, la forme est très proche des deux Grondins précédents.

➤ 6. *Boops boops* : la marge ventrale (à gauche) est bombée alors que la marge dorsale (à droite) présente une petit pointe dirigée vers la partie postérieure. Le sillon de le face interne est visible par transparence.

➤ 7. *Beryx decadactylus* : le sillon est encore visible pour cette espèce. De plus, on peut remarquer les stries de croissance (cf. **Analyse et discussion**). La forme globale est assez arrondie, bien que le rostrum soit remarquable.

➤ 8. *Lithognathus mormyrus* : la marge ventrale est lisse dans la partie antérieure et devient marquée dans sa partie postérieure. La marge dorsale est très découpée. La partie postérieure montre 4 petits lobes. L'antirostrum est plus court que le rostrum.

➤ 9. *Oblada melanura* : l'antirostrum ne montre pas de pointe. La marge ventrale est dessinée avec une partie comme greffée dont le relief se décroche de celui de l'otolithe.

➤ 10. *Dicentrarchus punctatus* : la forme est elliptique et on distingue parfaitement les cercles concentriques de croissance. Les marges sont dans l'ensemble assez lisses.

➤ 11. *Trachurus sp* : l'otolithe prise en photo était cassée c'est pourquoi il faut tenir compte du dessin. L'otolithe est lancéolée et composée de quelques lobes fins.

- 12. *Labrus bimaculatus* : le rostrum et l'antirostrum sont à peu près de la même longueur. La partie postérieure ventrale est composée d'une pointe arrondie. Les marges ventrale et dorsale sont bombées.
- 13. *Callionyme sp.* : le rostrum (à droite) est saillant et domine l'antirostrum. La marge dorsale est très bombée. La partie postérieure ventrale est composée d'un pic semblable à celui du rostrum.
- 14. *Mullus sp.* : le rostrum est plus grand mais aussi plus arrondi que l'antirostrum. Ces deux parties sont séparées par une ouverture arrondie.
- 15. *Trachinus draco* : la forme est lancéolée. Là encore le rostrum est plus long. La marge ventrale est lisse contrairement à la marge dorsale qui est quelque peu découpée.
- 16. *Lophius piscatorius* : la forme générale est palmée. On remarque un petit trou dans l'otolithe. Ce sont deux critères que nous n'avons pas vu jusqu'à maintenant.
- 17. *Sardina pilchardus* : le rostrum est saillant et domine encore une fois l'antirostrum. Le centre unique de concrétion est facilement identifiable. La marge ventrale est très découpée, par opposition à la marge dorsale.
- 18. *Solea vulgaris* : la forme générale est ronde. Le rostrum casse cette forme par une petite pointe.

Nous pouvons noter que les otolithes les plus petits sont trouvées sur *Trigla lyra* et sur *Mullus sp.*, par contre les plus importantes en taille sont sur *Merluccius merluccius*, sur *Trisopterus luscus* et sur *Trachurus sp.* Ainsi, les espèces les plus grosses n'ont pas forcément les otolithes les plus visibles (comme pour *Lophius piscatorius* par exemple). De plus, en observant les stries de croissance (**cf. Analyse et discussion**), on remarque que la taille de l'otolithe est directement proportionnelle avec l'âge de l'animal.

Quelques otolithes de différents contenus stomacaux ont été photographiés de la même manière que ceux de la collection afin d'essayer d'en identifier les espèces de Poissons prédatés. En effet, ce sont les pièces qui résistent le mieux à la dégradation des enzymes digestives et donc sont souvent les seuls restant identifiables.

- 19. Contenu stomacal de *Delphinus delphis* mâle juvénile échoué à Tarnos le 13 avril 2000 : les otolithes sont de 2 types. A correspond à un otolithe épais et irrégulier, de forme lancéolée. B a la même forme générale mais son relief est plus marqué, nous pouvons percevoir des bosses allongées et dirigées vers le centre
- 20. Contenu stomacal de *Delphinus delphis* femelle juvénile : les otolithes C ont une forme lancéolée et effilée. Ils sont épais et le relief est dessiné par des petits traits dirigés vers le centre. Ceux-ci semblent plus fins que sur les otolithes précédentes.

➤ 21. Contenu stomacal de *Phocoena phocoena* femelle échouée le 3 juillet 2000 : là encore la pièce calcaire D est épaisse et lancéolée. Le relief est peu perceptible. Le contenu est abondant.

Analyse et discussion :

Tout d'abord, nous pouvons remarquer que certains animaux n'ont pas été identifiés jusqu'au niveau de l'espèce. En effet, certains critères différenciant des espèces très proche ne sont perceptibles qu'après une autopsie fait par un spécialiste. Pour ces animaux la forme de l'otolithe obtenue va caractériser, pour l'instant, la famille.

Aussi, une photo de chaque otolithe et de ces deux faces auraient pu être présentées ici afin de comparer la taille selon l'âge et la différences entre les deux faces. C'est ce que s'emploient à faire d'autres études sur l'origine du stock prédaté en différenciant mâle et femelle, adulte et juvénile. Y'a-t-il une préférence de proie ?

➤ 19. Contenu stomacal de *Delphinus delphis* mâle juvénile échoué à Tarnos le 13 avril 2000 : les otolithes sont de 2 types. A et B peuvent correspondre à la même espèce à la différence que A aurait subi l'action des enzymes digestives et donc il aurait été usé. B ressemble nettement à l'otolithe de *Merluccius merluccius*.

➤ 20. Contenu stomacal de *Delphinus delphis* femelle juvénile : les otolithes C ressemble aux précédente par leur forme générale mais la finesse du relief laisse planer un doute sur le résultat. Nous ne pouvons rien en conclure vu l'étroitesse de la gamme de référence.

➤ 21. Contenu stomacal de *Phocoena phocoena* femelle échouée le 3 juillet 2000 : le contenu montre que cet animal était en cours de digestion et qu'il venait de s'alimenter. La forme général et la date de l'échouage pourrait nous permettre d'en conclure que *Merluccius merluccius* était encore une fois là proie. Cependant, il faut faire attention car ces otolithes sont lissées également par les enzymes digestives.

Ainsi, c'est une étude qui doit se faire sur au moins un an afin de compléter la collection à toutes les espèces peuplant le Golf de Gascogne et susceptibles d'être prédatées (Anchois, Hareng,...). Cette étude ne doit pas non plus se limiter à ce secteur car les prédateurs piscicoles migrent ; il faut donc avoir recouré à des collection de références déjà existantes :

- ❑ Small et al. (1995) : Les Poissons d'Afrique du sud
- ❑ Harkonen (1986) : Les Poissons de l'Atlantique nord-est
- ❑ Institut océanographique de Bedford (2004) : Les Poissons de l'Atlantique nord-ouest

Nous pouvons ajouter que les paléontologues ont aussi recouru à des études d'otolithes afin de connaître le régime alimentaire de nos ancêtres, ils peuvent alors utiliser :

- Nolf (1985) : Les Poissons fossiles

Cependant, d'autres études ont mis au jour des résultats surprenants sur les otolithes :

- L'aspect et la forme des otolithes des Poissons d'une même espèce varient souvent selon le lieu géographique, bien que les avis soient partagés sur la question, nous pourrions éventuellement utiliser cette caractéristique dans l'étude de la différenciation des stocks. De plus, il semblerait donc que la forme soit en étroite relation avec l'habitat de l'animal plutôt que d'origine génétique (Campana et Casselman, 1993). C'est pourquoi il nous a semblé utile de faire notre propre collection locale qui est la dernière ressource accessible aux animaux qui s'échouent sur nos côtes. En fait, il existe une forte corrélation entre les variations de la forme et celles du taux de croissance et cela selon le sexe et l'âge (Campana et Casselman, 1993).

- De la même façon, nous pouvons affirmer aujourd'hui que le Poisson conserve dans ces parties calcaires les différents moments de sa vie (dans sa composition chimique mais aussi sous forme d'anneaux) : santé, alimentation, ... En effet, lorsque nous examinons les otolithes, nous nous apercevons qu'ils sont dessinés par une alternance de cercles concentriques clairs et sombres. La croissance de ces pièces est discontinue : lors de la saison chaude, l'énergie de l'organisme est utilisée pour la croissance, c'est pourquoi des dépôts opaques se forment autour de l'otolithe. Cette formation de cristaux d'aragonite accélérée est favorisée par la forte disponibilité en calcium dans le milieu. Par contre, durant la saison froide, la croissance est ralentie (énergie n'est plus utilisée pour la croissance mais pour la survie de l'animal), alors des dépôts hyalins se forment en périphérie (la concentration en cristaux d'aragonite est plus faible). L'étude précise de ces anneaux donne avec exactitude l'âge du poisson. L'ensemble du système osseux marque des poussées de croissance saisonnières ; le ralentissement de cette croissance est à mettre en parallèle avec la fonte des graisses et l'élaboration des produits génitaux. Des études ont prouvé que la microchimie enregistre les événements de la vie ; par exemple, le strontium contenu dans les otolithes est important dans la strie quand, durant la période de sa formation, l'animal vivait en eau chaude. (Tzeng et Tsai, 1994). De la même manière, nous avons découvert que les espèces tropicales avaient des stries moins différenciées ; ce processus serait expliqué par des variations de température moins importantes.

- Aussi, des études ont montré que des otolithes extirpées expérimentalement sont refaits par le labyrinthe et l'équilibre est rétablie au bout de quelques mois. Ceci prouve que la croissance se fait tout au long de la vie et que les otolithes sont nécessaire à l'équilibre (Schoen et Von Holst, 1950). L'otolithe est aussi présente chez l'Homme et des recherches essaies de prouver qu'il est responsable du « mal de mer » à cause d'un déséquilibre au niveau de l'oreille interne dû aux mouvement du bateau. De plus, des recherches sont faites sur la station spatiale MIR afin d'établir leur intervention dans le « mal de l'espace » car seule la force gravitationnelle agit sur la membrane otolithique.

- Nous avons remarquer que les otolithes constituent les premières pièces minéralisées apparaissant au cours des phases initiales de l'ontogenèse. A l'éclosion, la larve possède déjà les trois paires d'otolithes.

- Sur le bateau, nous remarquons que certaines espèces sont plus sujettes au parasitisme que d'autre ; par exemple, le Lieu jaune (*Pollachius pollachius*) est très parasité au niveau intestinal, par contre, le Merlu (*Merluccius merluccius*) ne semble pas être infesté.

Conclusion :

Les otolithes, présents chez les Vertébrés, présentes une grande source d'informations. Cette « boîte noire » est utilisée dans de multiples domaines en passant par la paléontologie et par l'aquaculture. En effet, elle nous informe sur :

- ❖ L'identité du poisson car la forme est caractéristique à l'espèce. L'otolithe est ainsi utilisé pour l'étude du régime alimentaire des prédateurs piscicoles.
- ❖ L'âge du poisson, en année et en jour pendant la première année de vie.
- ❖ L'étape de la vie larvaire en relation avec le nombre de jour de l'alevin et l'épaisseur de l'otolithe.
- ❖ Les conditions de vie par la composition chimique et l'épaisseur.
- ❖ La caractérisation du stock ou de la population par la forme et ses variation intraspécifique.

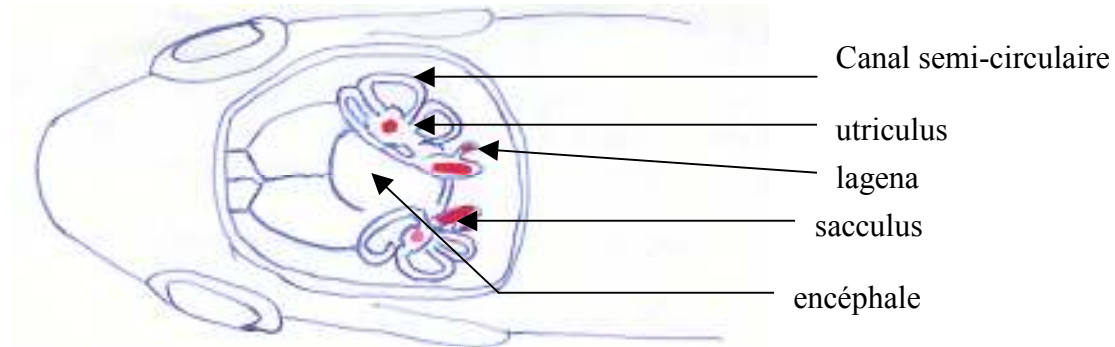
Bibliographie :

- (1) - Classification et identification d'après Les poissons de mers des pêches françaises, 1997- éd. Delachaux et Niestlé
- (2) - Poissons de mer, 1999- éd. Artémis
- (3) - Connaissances du corps humain, préparation aux professions paramédicales, 2000 – éd. Epigone
- (4) - Cours de la maîtrise de biologie de Brest, 2002
- (5) - <http://perso.wanadoo.fr/chrstian.coudre/oreille.html>
- (6) - <http://perso.club-internet.fr/jflhomme/otolithes/otolithes.html>
- (7) - <http://www.cybersciences.com/cyber/inc>
- (8) - <http://www.ac-rennes.fr>
- (9) - <http://mar.dfo-mpo.gc.ca/mfd/otolith/french/shape-f.htm>
- (10) - http://www.ifrance.com/asame/francais/events/04_2000/pierre_oreille.htm
- (11) - <http://www.ifremer.fr/lasaa/fra/present.html>
- (12) - http://www.sio.ucsd.edu/library/fish_collection/
- (13) - A survey of perciforme otoliths and their interest for phylogenetic analysis, with an iconographic synopsis of the percoidei, Dick Nolf, 1993
- (14) - Relationship between Fish Size and Otolith Length for 63 Species of Fishes from the Eastern North Pacific Ocean, T. Harvey, R. Loughlin, A. Perez, S. Oxman , 2000
- (15) - <http://www.ifremer.fr/ibts/jour2502.htm>
- (16) - <http://www.tc.gc.ca/AviationCivile/mac/tp13312-2/section2/>

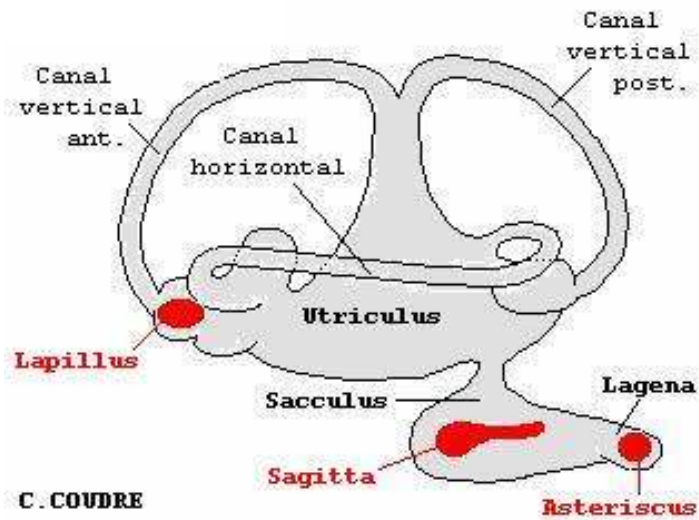
ANNEXES

Annexe A

Emplacement de l'oreille interne dans la tête d'un Poisson :

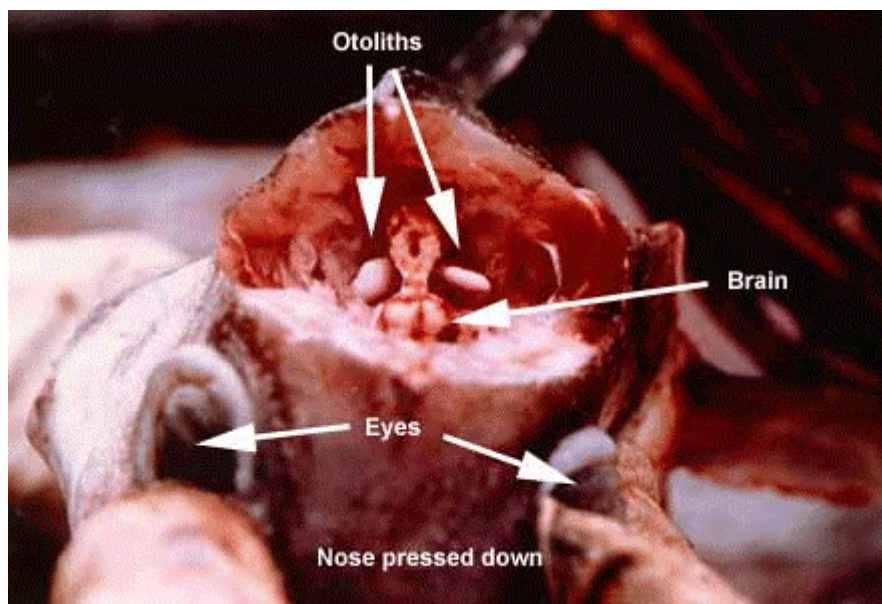


Anatomie de l'oreille interne :

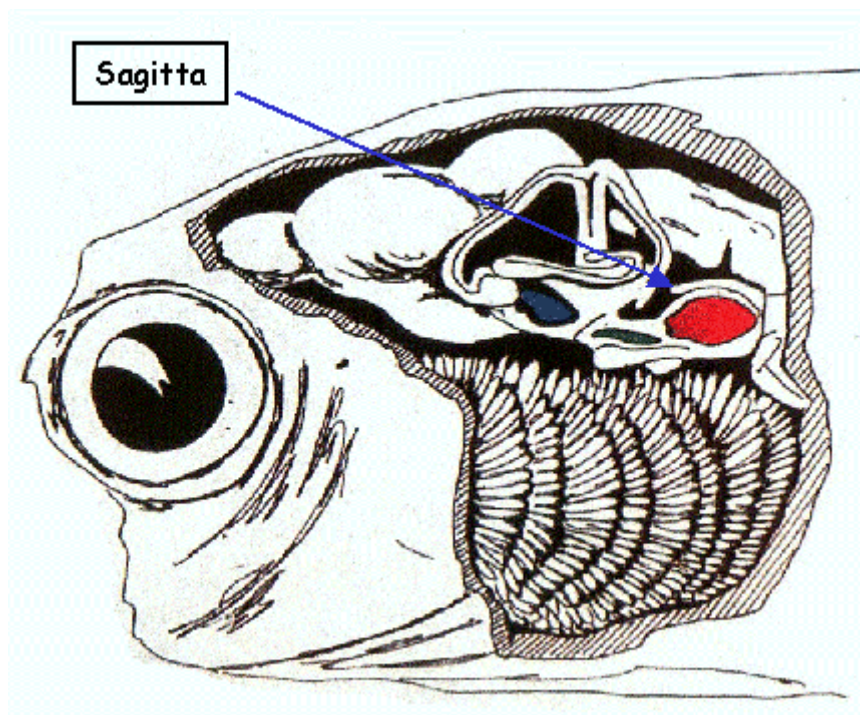


Annexe B

Extraction des sagitta de la tête de Poisson :



Emplacement de la sagitta dans la tête :



Annexe C**Légende d'un otolithe :**