



HAL
open science

DÉFINITION DES LIMITES DES DIFFÉRENTS STADES PIGMENTAIRES DURANT LA PHASE CIVELLE D'ANGUILLA ANGUILLA L. (Poisson téléostéen anguilliforme)

P Elie, R Lecomte-Finiger, I Cantrelle, N Charlon

► **To cite this version:**

P Elie, R Lecomte-Finiger, I Cantrelle, N Charlon. DÉFINITION DES LIMITES DES DIFFÉRENTS STADES PIGMENTAIRES DURANT LA PHASE CIVELLE D'ANGUILLA ANGUILLA L. (Poisson téléostéen anguilliforme). *Vie et Milieu / Life & Environment*, 1982, 32, pp.149 - 157. hal-03012493

HAL Id: hal-03012493

<https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-03012493v1>

Submitted on 18 Nov 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

DÉFINITION DES LIMITES DES DIFFÉRENTS STADES PIGMENTAIRES DURANT LA PHASE CIVELLE D'ANGUILLA ANGUILLA L. (Poisson téléostéen anguilliforme)

P. ELIE ⁽¹⁾, R. LECOMTE-FINIGER ⁽²⁾, I. CANTRELLE ⁽³⁾ et N. CHARLON ⁽⁴⁾

(1) Laboratoire de Zoologie et d'Ecophysiologie,
av. du Général Leclerc, 35042 Rennes Cedex
et C.E.M.A.G.R.E.F. Division A.L.A. (Groupement de Bordeaux),
Gazinet, 33160 Cestas Principal.

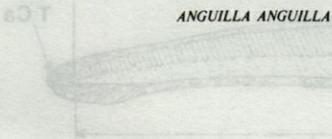
(2) Laboratoire de Biologie Marine,
Université de Perpignan,

av. de Villeneuve, 66025 Perpignan Cedex

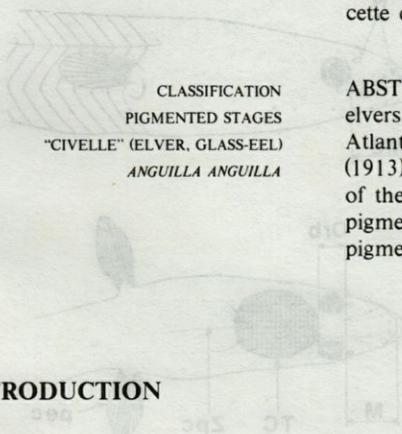
(3) C.E.M.A.G.R.E.F. Division A.L.A. (Groupement de Bordeaux),
Gazinet, 33160 Cestas Principal

(4) I.N.R.A., Laboratoire de nutrition des Poissons,
B.P. 3, Saint-Pée-sur-Nivelle, 63310 Ascain

CLASSIFICATION
STADES-PIGMENTAIRES
CIVELLE
ANGUILLA ANGUILLA



CLASSIFICATION
PIGMENTED STAGES
"CIVELLE" (ELVER, GLASS-EEL)
ANGUILLA ANGUILLA



RÉSUMÉ. — Ce travail porte sur l'examen des différents stades pigmentaires chez la Civelle d'*Anguilla anguilla*. Les auteurs proposent un remaniement des différents stades pigmentaires proposés par Grassi, (1913) et par Strubberg, (1913). L'étude a été réalisée à partir de 8 000 individus prélevés lors de leur migration anadrome dans les principaux estuaires de la côte Atlantique française. Les résultats obtenus aboutissent d'une part, à la définition des limites des différents stades pigmentaires et à la création d'un nouveau stade VI_{A0} et d'autre part, à une description des principales anomalies pigmentaires et une classification des individus qui les présentent. Ces travaux permettent également de montrer que la mise en place du pigment superficiel ne s'effectue pas simplement à partir d'une plage caudale, mais aussi d'une plage rostrale. Le niveau d'extension du pigment à partir de cette dernière zone s'avère très utile dans la classification.

ABSTRACT. — This work presents the analysis of the different pigmented stages in 8 000 elvers (*Anguilla anguilla*) at the time of their recruitment into the stock of the french Atlantic estuaries. The authors review the classification of Grassi (1913) and Strubberg (1913). The limits of the pigmented stages, and a new stage VI_{A0} are defined; a description of the irregular pigmented elvers is presented. These studies show that the extension of pigmentation starts simultaneously from a caudal and a rostral spot. The extension of pigmentation from the rostral source is most important for the classification.

INTRODUCTION

La transformation de la larve leptocéphale en anguille a été étudiée par Schmidt (1906). Se basant surtout sur des critères biologiques et morphologiques, il décompose cet ensemble d'écophase en 6 stades. Les 2 derniers, stades V et VI, correspondent à la phase Ci-

velle durant laquelle se met en place la pigmentation de la future anguille.

Depuis, différents auteurs ont étudié et décrit la mise en place du pigment chez la civelle (Gilson, 1908; Grassi, 1913; Strubberg, 1913; Panu, 1929), et tous les chercheurs, s'intéressant à cette phase du cycle biologique de l'anguille européenne, utilisent maintenant la classification de Strubberg (1913), pour déterminer les stades pigmentaires.

Cette dernière qui, à notre sens, devrait être appelée « classification de Grassi et Strubberg », présente cependant un certain nombre de lacunes :

- l'évolution de la mise en place du pigment est souvent incomplètement et mal décrite;
- certaines plages pigmentaires (plus particulièrement dans la région crânienne de l'animal) en dépit de l'intérêt qu'elles peuvent présenter sont passées sous silence;
- les limites inférieure et supérieure des différents stades sont mal définies;
- un certain nombre d'individus ne peuvent être classifiés car ils présentent soit des intensités de pigmentation particulières, soit des aberrations pigmentaires ne correspondant pas au schéma classique.

Boetius (1976) propose une simplification de la nomenclature et regroupe certains sous-stades proposés par Strubberg (1913) sans résoudre les cas particuliers qui viennent d'être énumérés.

I. TERMINOLOGIE UTILISÉE

Les différentes zones de l'animal, observées pour la description des stades pigmentaires sont mentionnées sur la figure 1. La terminologie utilisée est celle adoptée par Elie (1979). Certains sous-stades décrits par Grassi (1913) et Strubberg (1913) et états pigmentaires décrits

par Elie (1979 et 1983) ont été supprimés. En effet, ils ne présentent d'intérêt que pour la compréhension et la description du phénomène.

II. REMARQUES SUR LA TERMINOLOGIE GÉNÉRALE

Pour les auteurs anglo-saxons, le terme de « Glass eel » ou « anguille de verre » recouvre les stades IV, V_A, V_B (Tesch, 1977). Nous pensons que celui-ci recouvre plutôt les stades IV, V_A, V_B, VI_{A0} et VI_{A1}. Quoi qu'il en soit, le terme de « Glass eel » ne peut être employé pour définir un stade précis, ni une écophase particulière.

Pour ces mêmes auteurs, les stades VI_A et VI_B et parfois les anguillettes sont dénommés « Elvers » ou alevins. Nous pensons que ce terme doit être appliqué à partir du stade VI_{A2}, moment où dans les conditions naturelles, la civelle commence à s'alimenter (Elie, 1979 et Cantrelle, 1982). A ce sujet, il faut remarquer qu'en laboratoire, l'alimentation peut être obtenue plus précocement (stade V_B : Elie et Daguzan, 1976).

A notre sens, seul le terme de Civelle recouvre correctement la phase de vie de cet animal allant du stade IV au stade anguillette.

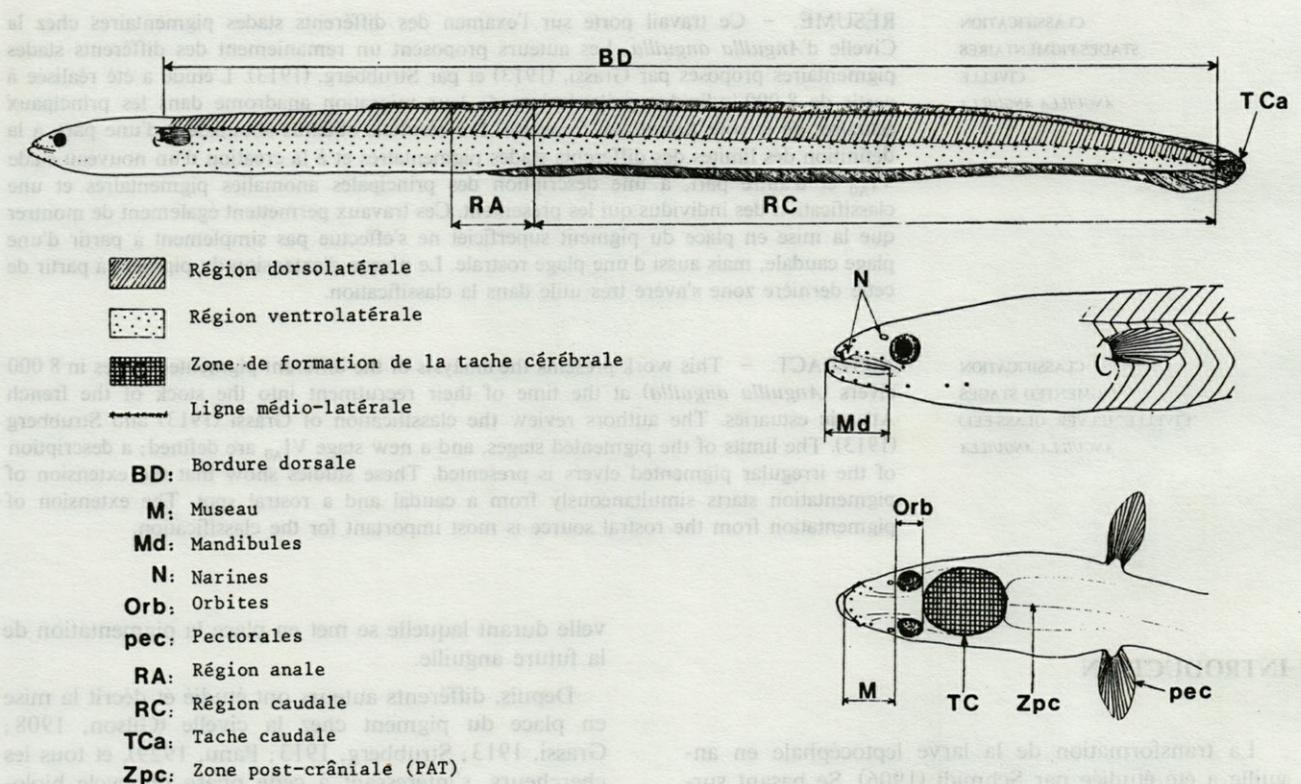


Fig. 1. - Principaux sites d'observation de l'état pigmentaire chez la civelle (d'après Elie, 1979).
 Different surface areas for observation of pigment development in the « Civelle ».

III. DESCRIPTION ET DÉFINITION DES LIMITES PIGMENTAIRES DES DIFFÉRENTS STADES

Les travaux récents de Elie (1979), qui a suivi l'évolution de la pigmentation pendant plusieurs saisons de « migration » des civelles permettent :

- de préciser la mise en place des pigments, profond et superficiel;
- d'apporter des compléments d'informations sur les limites des stades définis précédemment;
- de montrer que la pigmentation superficielle de l'animal ne s'effectue pas simplement à partir d'une plage caudale, mais également d'une plage rostrale, cette dernière étant très utile dans la classification;
- de classer certains individus présentant des aberrations de pigmentation.

Limitée aux stades IV à VI la classification proposée se veut à la fois précise et rigoureuse sur les périodes et les zones d'apparition du pigment, mais également suffisamment simple pour permettre, sur le terrain, avec un minimum d'habitude, une interprétation rapide des stades rencontrés. Elle est basée sur l'observation de près de 8 000 individus prélevés dans différents estuaires (Loire, Vilaine, Gironde, Sèvre Niortaise, Rance, Scorff, Blavet, Brivet et Grande Brière), à différents moments de la saison de migration et de colonisation.

Sur la côte atlantique française, la grande majorité des Civelles arrive dans les estuaires aux stades de pigmentation V_A et V_B . Mais Elie (1979) a également rencontré pour la première fois en estuaire des formes larvaires correspondant au stade IV de la métamorphose. Nous en tiendrons compte ici en décrivant les individus allant du stade IV de la métamorphose au stade anguille inclus.

A. Stade IV

Ces individus se signalent par un renflement prononcé de la partie abdominale (des nageoires pectorales à l'anus). La hauteur du corps au niveau de l'anus dépasse toujours 3 mm.

La pigmentation caudale (tache caudale) est déjà représentée à ce stade par quelques points de dépôt mélanique.

B. Stade V

Il se décompose en deux stades :

1. Stade V_A

La tache caudale reste localisée à l'extrémité de la nageoire caudale sans jamais déborder sur le corps proprement dit, que ce soit dorsalement, latéralement ou

ventralement (Fig. 2). Aucune autre pigmentation superficielle n'existe tant au début qu'en fin de stade.

2. Stade V_B

- *Pigmentation en début de stade* (Fig. 3)

Tête : présence d'un point de pigmentation cérébrale, qu'il soit profond ou superficiel

Corps : extension légère du pigment sur la bordure dorsale de l'animal, à l'extrémité de la région caudale

- *Pigmentation en fin de stade* (Fig. 4)

Tête : la tache cérébrale s'est développée et a pris son aspect cordiforme, le pigment superficiel rostral ne dépasse pas la partie postérieure de la tache cordiforme.

Corps : à l'extrémité de la région caudale, la pigmentation s'accroît dans deux zones : la bordure dorsale et la région dorso-latérale.

On notera toutefois que la partie distale de la région caudale peut présenter à ce stade de grands mélanophores superficiels médio-latéraux, phénomène déjà relevé par Panu (1929) et à un stade plus précoce que celui décrit par Strubberg (1913).

C. Stade VI

1. Stade VI_{A0}

Ce stade a été créé par Elie (1979) car le passage entre le stade V_B et le stade VI_{A1} décrit par les auteurs précédents s'avère trop brutal et ne correspond pas à la dynamique du phénomène pigmentaire. En effet, la mélanisation superficielle se développe non seulement à partir d'une zone caudale, mais également de la région rostrale (museau).

- *Pigmentation en début de stade* (Fig. 5)

Tête : le pigment superficiel rostral dépasse la tache cordiforme et se caractérise par un dépôt mélanique plus ou moins intense (de 1 à 3 mélanophores derrière la tache cordiforme).

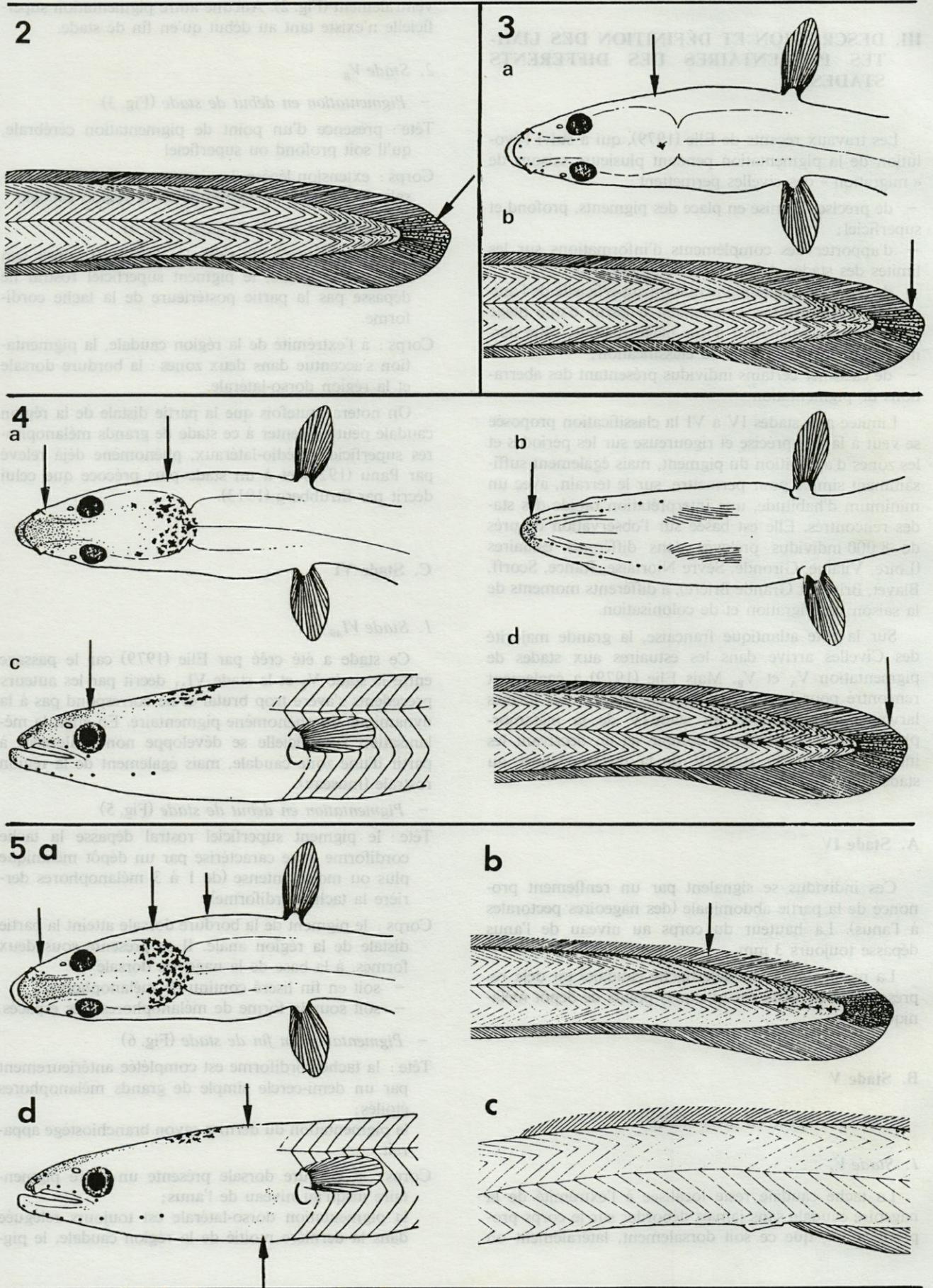
Corps : le pigment de la bordure dorsale atteint la partie distale de la région anale. Il se présente sous deux formes, à la base de la nageoire dorsale :

- soit en fin liseré continu de mélanophores,
- soit sous la forme de mélanophores très espacés.

- *Pigmentation en fin de stade* (Fig. 6)

Tête : la tache cordiforme est complétée antérieurement par un demi-cercle simple de grands mélanophores étoilés ; la pigmentation du dernier rayon branchiostège apparaît.

Corps : la bordure dorsale présente un liseré pigmentaire jusqu'au niveau de l'anus ; la pigmentation dorso-latérale est toujours reléguée dans la dernière moitié de la région caudale, le pig-



ment est déposé très nettement le long des myoseptes;
la pigmentation médio-latérale est développée chez presque tous les individus dans la région caudale.

Nous noterons qu'à ce stade, la jonction entre le pigment superficiel rostral et caudal n'est pas encore établie.

2. Stade VI_{A1}

– Pigmentation en début de stade (Fig. 7A)

Tête : la pigmentation superficielle rostrale dépasse la tache cérébrale pour se joindre au pigment de la bordure dorsale postérieure. Cette jonction dorsale se présente sous la forme d'un liseré lâche de mélanophores; la tache cérébrale est complète dans son aspect cordiforme, mais il manque le demi-cercle antérieur de grands mélanophores étoilés.

Corps : la pigmentation dorso-latérale est développée jusqu'à la région post-anale.

– Pigmentation en fin de stade (Fig. 7B)

Tête : la pigmentation superficielle sur la bordure dorsale de l'animal se présente sous la forme d'un liseré continu de mélanophores;

la tache cérébrale est complète, elle est composée de la tache cordiforme complétée antérieurement par un demi-cercle de grands mélanophores étoilés, disposés sur deux rangs;

Fig. 6. – Etat de la pigmentation chez une civelle en fin de stade VI_{A0} . a : vue dorsale de la tête; b : vue ventrale de la tête; c : vue latérale de la tête; d : vue latérale de la région anale (d'après Elie, 1979).

Development of pigmentation in a "Civelle" at late stage VI_{A0} . a : caudal aspect of the head; b : ventral aspect of the head; c : lateral aspect of the head; d : lateral aspect of the anal region.

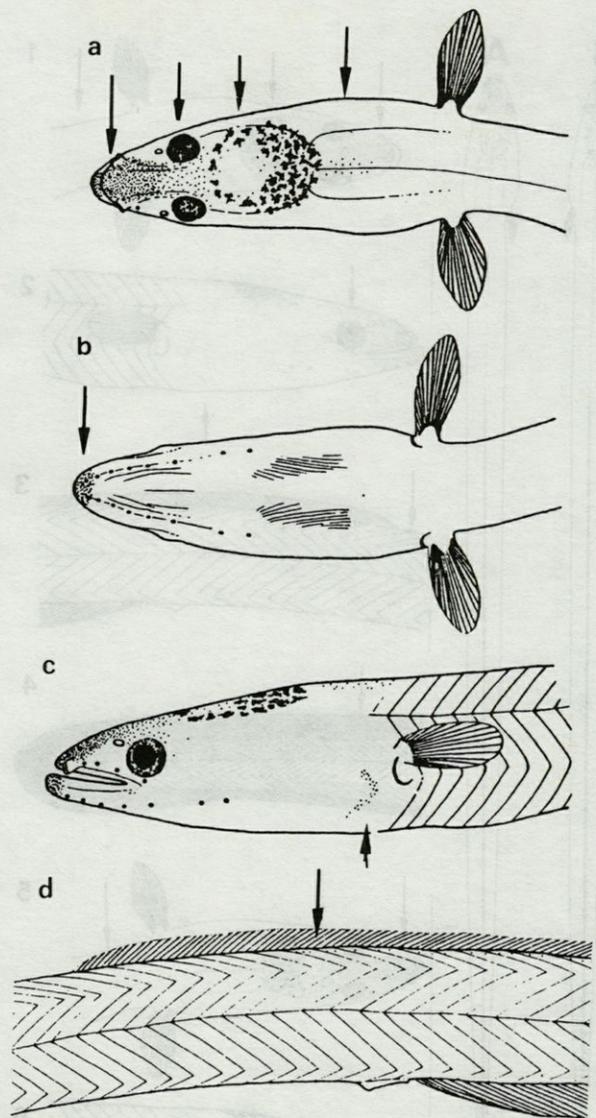


Fig. 2. – Tache caudale au stade V_A (d'après Elie, 1979).

Caudal spot at stage V_A

Fig. 3. – Etat pigmentaire chez la civelle au début du stade V_B . a : vue dorsale de la tête; b : vue latérale de la région caudale (d'après Elie, 1979).

Pigmentation in a "Civelle" at early stage V_B ; a : dorsal view of the head; b : lateral aspect of the caudal region.

Fig. 4. – Etat de la pigmentation chez la civelle en fin de stade V_B . a : vue dorsale de la tête; b : vue ventrale de la tête; c : vue latérale de la tête; d : vue latérale de la région caudale (d'après Elie, 1979).

Development of pigmentation in the "Civelle" at late stage V_B . a : dorsal aspect of the head; b : ventral aspect of the head; c : lateral aspect of the head; d : lateral aspect of the caudal region.

Fig. 5. – Etat de la pigmentation chez une civelle en début de stade VI_{A0} . a : vue dorsale de la tête; b : vue latérale de la région caudale; c : vue latérale de la région anale; d : vue latérale de la tête (d'après Elie, 1979).

Development of pigmentation in the "Civelle" at early stage VI_{A0} . a : dorsal aspect of the head; b : lateral aspect of the caudal region; c : lateral aspect of the anal region; d : lateral aspect of the head.

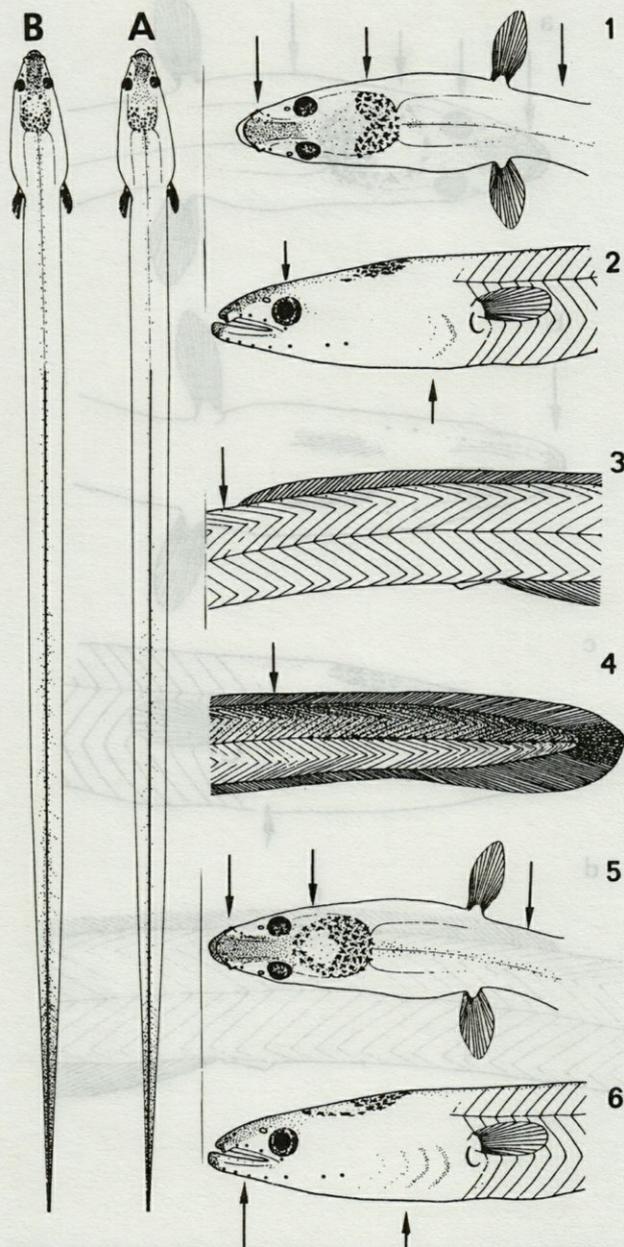


Fig. 7. — A) Etat pigmentaire chez une civelle en début de stade VI_{A1} : vue générale de l'animal. 1 : vue dorsale de la tête; 2 : vue latérale de la tête; 3 : vue latérale de la région anale; 4 : vue latérale de la région caudale. B) Etat de la mélanisation chez une civelle à la fin du stade VI_{A1} : vue générale de l'animal; 5 : vue dorsale de la tête; 6 : vue latérale de la tête (d'après Elie, 1979).

A) Development of pigmentation in a "Civelle" at early stage VI_{A1} : general aspect of the animal. 1 : dorsal aspect of the head; 2 : lateral aspect of the head; 3 : lateral aspect of the anal region; 4 : lateral aspect of the caudal region. B) Development of the pigmentation in a "Civelle" at late stage VI_{A1} : general aspect of the animal. 5 : dorsal aspect of the head; 6 : lateral aspect of the head.

les deux rayons branchiostèges postérieurs sont très bien mélanisés, les autres le sont moins.

Corps : la pigmentation dorso-latérale est développée jusqu'à l'anus et le dépasse faiblement dans de rares cas;

il existe quelques points de mélanisation ventro-latérale à l'extrémité de la région caudale;

la pigmentation médio-latérale est bien développée et atteint parfois la moitié de la région caudale.

On notera que ce stade est caractérisé par la continuité du pigment superficiel sur toute la bordure dorsale de l'animal. La jonction entre le pigment rostral et caudal vient de s'établir.

3. Stade VI_{A2}

A partir de ce moment, toutes les zones en voie de pigmentation accentuent leur mélanisation. La détermination des états pigmentaires en début et en fin de stade est beaucoup plus subtile. Ces derniers sont surtout marqués par des différences dans les intensités pigmentaires de chaque région.

— Pigmentation en début de stade

Tête : la tache cérébrale est complète, et présente dans tous les cas;

tous les rayons branchiostèges sont mélanisés;

le liseré pigmentaire dorsal s'épaissit latéralement.

Corps : la pigmentation dorso-latérale est développée dans la zone comprise entre le début de la nageoire dorsale et l'anus;

à ce moment, il existe une pigmentation profonde très nette, disposée en liserés multiples le long du cœur, du foie, de l'estomac et de l'intestin, jusqu'à l'anus;

la pigmentation ventro-latérale est développée dans le dernier tiers de la région caudale;

la mélanisation de la ligne médio-latérale atteint l'anus.

— Pigmentation en fin de stade (Fig. 8)

Tête : la mélanisation s'intensifie dans les zones céphaliques mentionnées en début de stade.

Corps : la mélanisation de la région dorso-latérale atteint le début de la nageoire dorsale;

la pigmentation de la région ventro-latérale atteint la moitié de la région caudale;

la pigmentation de la ligne médio-latérale dépasse l'anus dans la plupart des cas;

la mélanisation profonde existant le long des viscères est très nette.

Le stade VI_{A2} devrait être considéré comme la limite de la métamorphose puisque l'animal recommence à s'alimenter durant celui-ci.

4. Stade VI_{A3} (Fig. 9)

La mélanisation des zones dorso-latérales, médio-latérales et ventro-latérales s'accroît et se développe vers

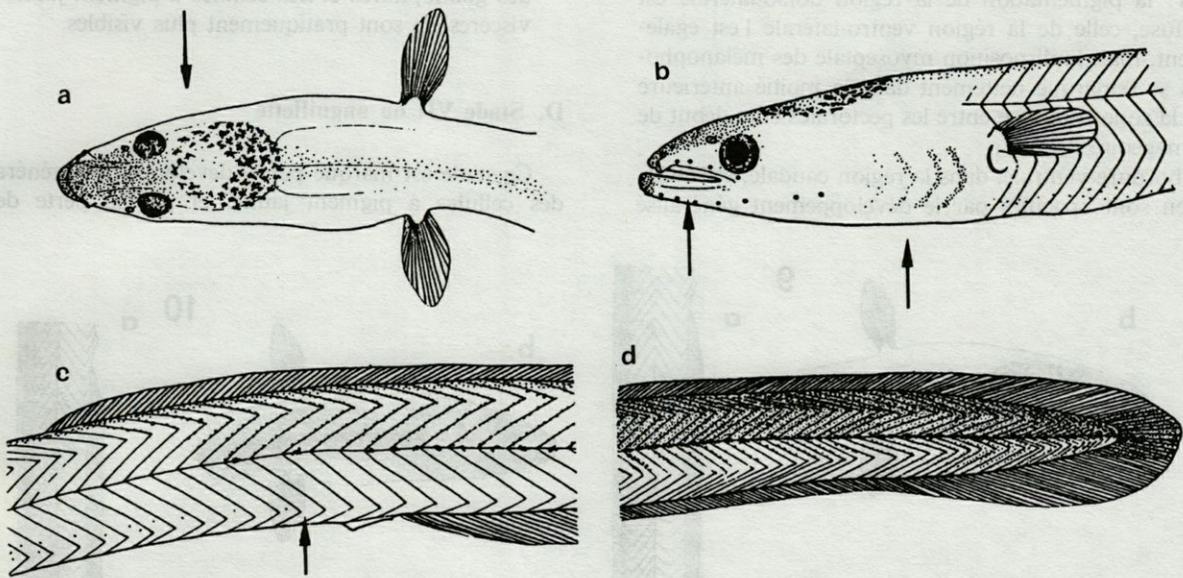


Fig. 8. — Etat de la pigmentation chez une civelle à la fin du stade VI_{A2} . a : vue dorsale de la tête; b : vue latérale de la tête; c : vue latérale de la région anale; d : vue latérale de la région caudale (d'après Elie, 1979).

Development of the pigmentation in a "Civelle" at late stage VI_{A2} . a : dorsal aspect of the head; b : lateral aspect of the head; c : lateral aspect of the anal region; d : lateral aspect of the caudal region.

l'avant de l'animal. Les états pigmentaires marquant le début et la fin de ce stade ne sont pas facilement décelables.

Tête : la tache cérébrale devient moins visible qu'au stade précédent du fait de l'intensité importante du pigment superficiel rostral.

Corps : la pigmentation dorso-latérale est développée dans la zone comprise entre les pectorales et le début de la nageoire dorsale;
la mélanisation ventro-latérale atteint l'anus ou la zone immédiatement postérieure à celui-ci;
la pigmentation médio-latérale est présente dans la zone comprise entre le début de la nageoire dorsale et les nageoires pectorales;
les liserés de mélanophores longeant les viscères sont très visibles.

5. Stade VI_{A4} (Fig. 10)

Malgré la densité du pigment superficiel, la mélanisation en disposition myoseptale est encore très visible sur tout le corps. Là encore, les états de pigmentation en début et en fin de stade sont difficiles à définir de façon simple. Cependant, il existe des différences dans l'intensité et l'extension du pigment superficiel dans la zone ventro-latérale comprise entre les nageoires pectorales et l'anus.

Tête : la tache cérébrale est encore visible, mais masquée en grande partie par le pigment superficiel rostral. Ce dernier obstrue de façon presque totale le cercle pigmenté au sein de la tache cérébrale;

des points de mélanisation sont présents à la base des tubes nasaux;

le bord supérieur des mandibules est pigmenté jusqu'à la commissure buccale;

le côté interne des pédoncules pectoraux est mélanisé dans presque tous les cas.

Corps : le pigment dorso-latéral souligne tous les myoseptes, il est également intermyoseptal dans la zone comprise entre les nageoires pectorales et le début de la nageoire dorsale;

la pigmentation ventro-latérale dépasse l'anus. Elle peut en outre marquer sa présence par quelques mélanophores au niveau du début de la nageoire dorsale. Cette pigmentation ventro-latérale dans la partie antérieure à l'anus, se présente sous la forme d'un dépôt incomplet de mélanine le long des myoseptes. Il n'existe ni dédoublement des séries myoseptales, ni dépôt intermyoseptal dans cette zone.

6. Stade VI_b

A ce stade, l'animal ressemble nettement à l'adulte, certaines zones du corps sont toutefois encore transparentes, mais les organes internes (cœur, foie, estomac, intestin) deviennent peu discernables.

Tête : la tache cérébrale est peu visible, masquée par la pigmentation superficielle;

la pigmentation de la bordure supérieure des maxilles et des mandibules est en place;

la base interne des nageoires pectorales présente une pigmentation nette mais lâche.

Corps : la pigmentation de la région dorso-latérale est diffuse, celle de la région ventro-latérale l'est également, mais la disposition myoseptale des mélanophores se remarque nettement dans la moitié antérieure de la zone comprise entre les pectorales et le début de la nageoire dorsale; la bordure ventrale, dans la région caudale, et l'abdomen sont opacifiés par le développement généralisé

des guanophores et des cellules à pigment jaune; les viscères ne sont pratiquement plus visibles.

D. Stade VII ou anguilette

Ce stade est marqué par le développement généralisé des cellules à pigment jaune, et par la perte de la

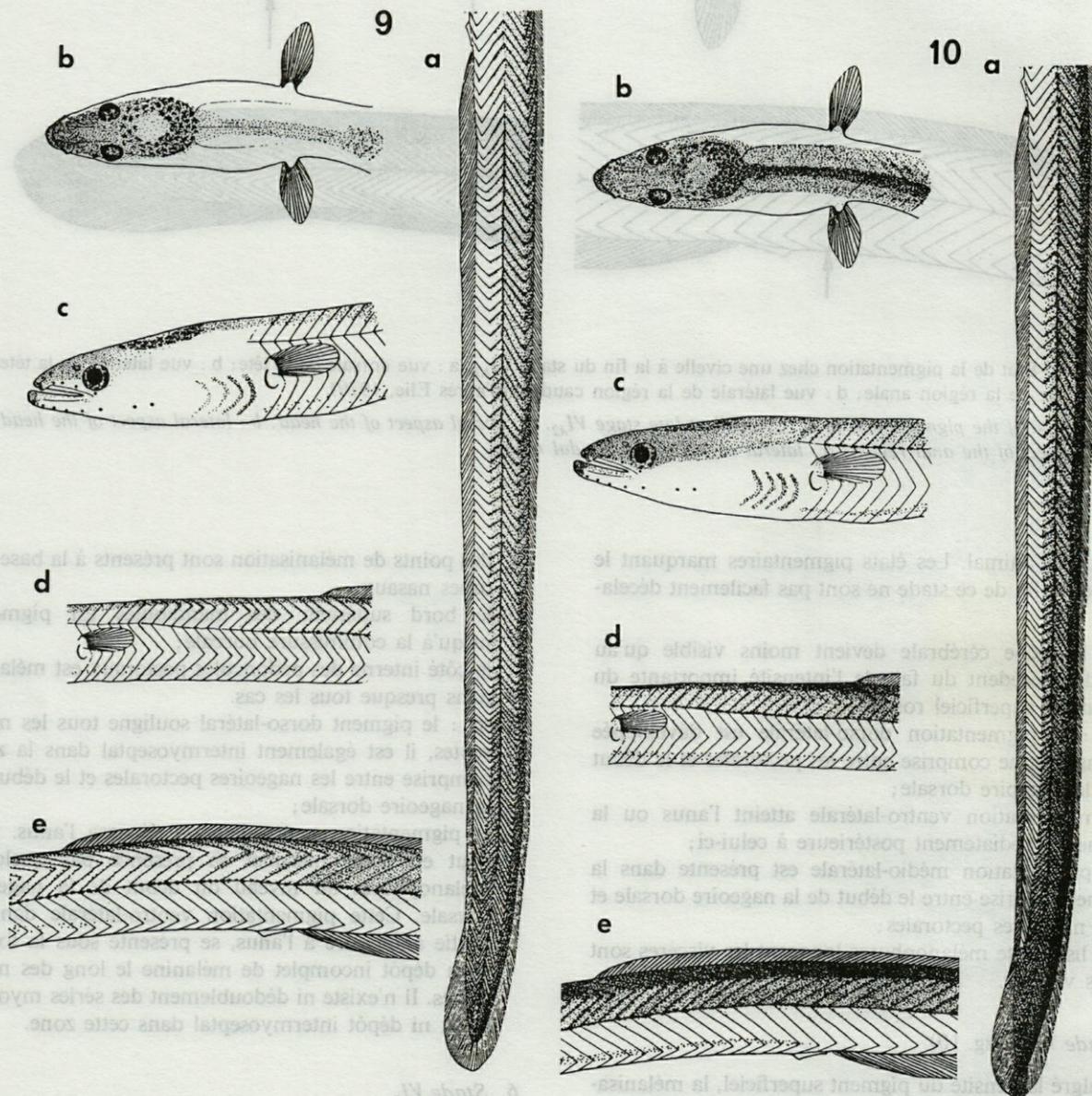


Fig. 9. — Développement de la mélanisation chez une civelle au stade VI_{A3} . a : vue générale de la région caudale en position latérale; b : vue dorsale de la tête; c : vue latérale de la tête; d : vue latérale de la zone post-pectorale; e : vue latérale de la région anale (d'après Elie, 1979).

Development of pigmentation in a "Civelle" at stage VI_{A3} . a : lateral aspect of the caudal region; b : dorsal aspect of the head; c : lateral aspect of the head; d : lateral aspect of the post-pectoral region; e : aspect of the anal region.

Fig. 10. — Développement de la mélanisation chez une civelle au stade VI_{A4} . a : vue générale de la région caudale en position latérale; b : vue dorsale de la tête; c : vue latérale de la tête; d : vue latérale de la zone post-pectorale; e : vue latérale de la région anale (d'après Elie, 1979).

Development of pigmentation in a "Civelle" at stage VI_{A4} . a : lateral aspect of the caudal region; b : dorsal aspect of the head; c : lateral aspect of the head; d : lateral aspect of the post-pectoral region; e : lateral aspect of the anal region.

transparence qui ne subsiste dans quelques cas que dans la région caudale.

La cavité abdominale est argentée, le tractus digestif n'est plus visible.

La fin de ce stade est marquée par le début du développement des gonades ce qui offre une possibilité de détermination du sexe par examen histologique à une taille qui varie sur la côte atlantique française entre 20 et 30 cm.

IV. DESCRIPTION DE QUELQUES ANOMALIES PIGMENTAIRES

Certaines altérations ou aberrations peuvent être notées dans l'évolution de la pigmentation chez la civelle, en particulier lors du stade V_B et avec une moindre importance, au cours du stade VI_{A0} .

Cependant, avant d'exposer les anomalies pigmentaires pouvant exister aux deux stades précédemment cités, une remarque d'ordre plus général doit être faite. En effet, nous avons pu noter chez certains individus appartenant à divers stades, des asymétries dans le développement du pigment sur les flancs droit et gauche. Dans ce cas, le flanc présentant le développement pigmentaire le plus important sert à la détermination du stade.

A. Individus assimilés au stade V_B

On note chez certaines civelles à ce stade, l'absence de pigmentation ou bien la présence de quelques mélanophores à l'extrémité de la nageoire caudale, mais n'atteignant pas cependant les proportions de la tache caudale. Ces individus possèdent malgré tout soit l'un soit l'ensemble des 3 types de pigmentation qui suivent :

- une pigmentation profonde dans la zone de formation de la tache cérébrale (quelques chromatophores, moins de 5 dans tous les cas);
- une pigmentation visible de l'extrémité du museau;
- une pigmentation peu marquée de l'extrémité antérieure des mandibules.

Ces individus sont classés dans ce stade car, dans la grande majorité des cas, les pigmentations cérébrale (superficielle ou profonde) et rostrale superficielle sont de formation postérieure à celle de la tache caudale (Elie, 1979).

B. Individus assimilés au stade VI_{A0}

Dans ce stade, nous avons classé les individus ne montrant pas la pigmentation cérébrale dans son aspect cordiforme, mais présentant par contre un dépôt mélanique superficiel (1 à 6 mélanophores) derrière la tache cérébrale.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOETIUS, J., 1976. Elvers (*A. anguilla* and *A. rostrata*) from two Danish localities. Size, body weight, developmental stage and number of vertebrae related to time of ascent. *Meddr Danmark Fisk. - og Havunders.*, NS, 7 : 199-220.
- CANTRELLE, I., 1982. Etude de la migration et de la pêche des civelles (*Anguilla anguilla* L., 1758) dans l'estuaire de la Gironde. Thèse Doct. 3^e cycle, Univ. Paris VI, 238 p.
- ELIE, P., 1975. Elevages expérimentaux de la civelle d'*Anguilla anguilla* L., 1758 en eau saumâtre; résultats préliminaires. Dipl. Et. approf., Univ. Rennes, Fac. sci. biol., 80 p.
- ELIE, P., 1979. Contribution à l'étude des montées de civelles d'*Anguilla anguilla* Linné (poisson, téléostéen, anguilliforme) dans l'estuaire de la Loire : Pêche, Ecologie, Eco-physiologie et Elevage. Thèse Doct. 3^e cycle, Univ. Rennes, 381 p.
- ELIE, P., 1983. Evolution de la tache cérébrale chez la civelle d'*Anguilla anguilla* L. (poisson, téléostéen, anguilliforme) lors de sa montée en estuaire. (sous presse).
- ELIE, P. et J. DAGUZAN, 1976. Alimentation et croissance des civelles d'*Anguilla anguilla* L. (poisson, téléostéen, anguilliforme) élevées expérimentalement à diverses températures au laboratoire. *Ann. Nut. Alim.*, 30 : 95-114.
- GILSON, G., 1908. L'anguille, sa reproduction, ses migrations et son intérêt économique en Belgique. *Annls soc. r. zool. malacol. Belgique*, 43 : 7-58.
- GRASSI, B., 1913. Quel che si sa e quel che non si sa intorno alla storia naturale dell' *Anguilla*. *Memorie R. Com. talasogr. ital.*, 37 : 1-55.
- PANU, 1929. Les pigments du tégument de l'anguille. Etude morphologique et biologique. Thèse Doct. sci. nat., Univ. Paris, Fac. Sci., 146 p.
- SCHMIDT, J. 1906. Contributions to the life-history of the eel (*Anguilla vulgaris* Flem.). *Rapp. P.-V. Réun. Cons. perm. int. Explor. Mer*, 5 (4) : 137-274.
- STRUBBERG, A. 1913. The metamorphosis of elvers as influenced by outward conditions. Some experiments. *Meddr Komn. Havunders., Ser. Fisk.*, 4 (3) : 1-11.
- TESCH F.W., 1977. The eel. Biology and management of *Anguilla* eels. 1 vol., Chapman and Hall, London, 434 p.