

ETUDE DE LA MIGRATION ESTUARIEENNE  
DES CIVELLES (Anguilla anguilla L.)

GASCUEL Didier

IFREMER - Laboratoire de Biologie Halieutique de l'ENSAR  
65 Route de Saint Brieuc - 35 042 RENNES Cédex.

RESUME

L'étude de la dynamique de migration des civelles dans la partie dulçaquicole tidale d'un petit estuaire du littoral atlantique français montre la succession de deux phases distinctes.

Entre Novembre et Mars, les animaux présentent un comportement de migration portée ; leurs déplacements sont liés à une utilisation des courants de marée. L'hydrodynamisme estuarien se traduit par un piégeage naturel des civelles dans la zone de ralentissement du courant de flot. La localisation de cette zone dépend des conditions hydrauliques ; lorsque les coefficients de marée augmentent, elle remonte dans l'estuaire, en même temps que la capturabilité des animaux croît.

A partir du mois d'Avril, lorsque la température de l'eau dépasse 10 ou 12°C, apparaît et se développe un comportement de migration nagée, vers l'amont de l'estuaire. Les animaux s'accumulent alors à l'aval immédiat des ouvrages à la mer. Cette modification du comportement marque le début de la phase de colonisation du système fluvial.

ABSTRACT

The study of the migration dynamics of elvers (Anguilla anguilla) in a small estuary of the French atlantic coast shows a two-stages sequence :

1 - From November to March, the elvers migrate upstream by using the tidal currents. The estuarine hydrology leads to a natural trapping of migrants through a typical area where the current speed slows down. This area is located according to the hydraulic conditions. The greater the tide is the farther upstream this area may be. Consequently, this phenomenon leads to an increasing catchability of elvers.

2 - From April forward, when water temperature turns 10-12°C, the elvers swim actively upstream the estuary. Then, fish concentrate just below the first dam. This behaviour shift shows the beginning of the colonization process of the whole riverine system.

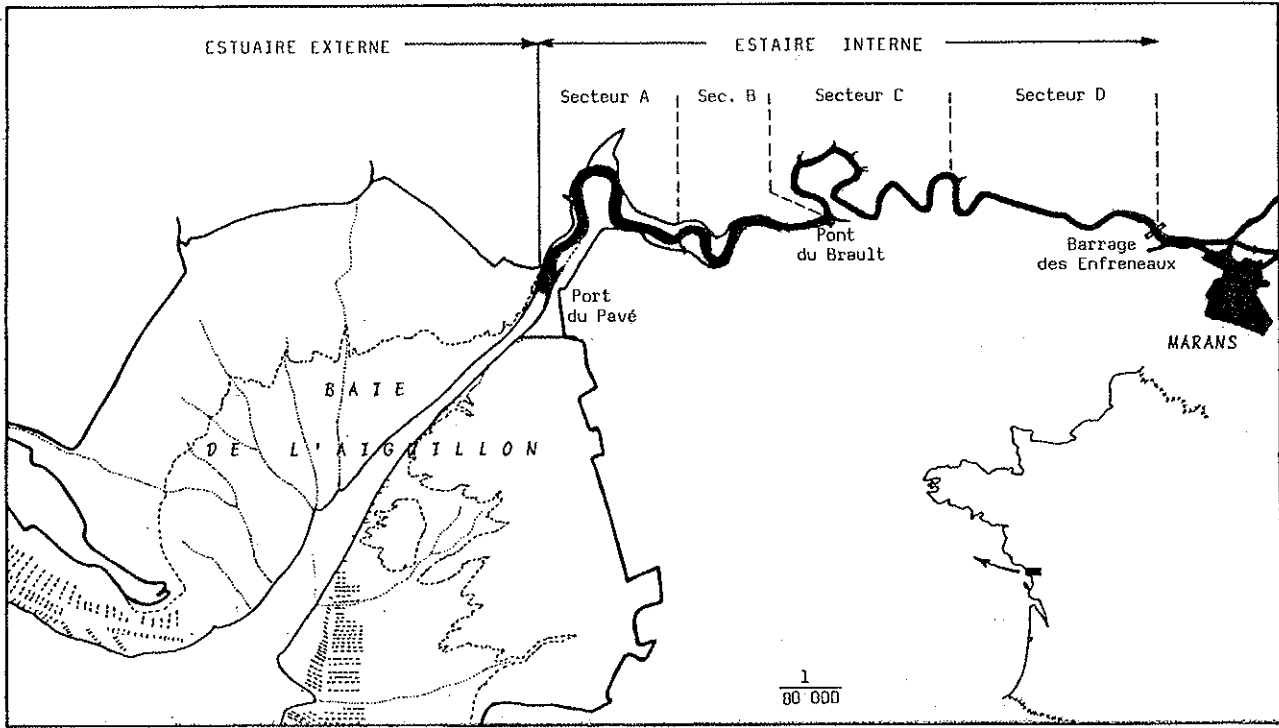


FIGURE - 1 - L'estuaire de la Sèvre : localisation et limites

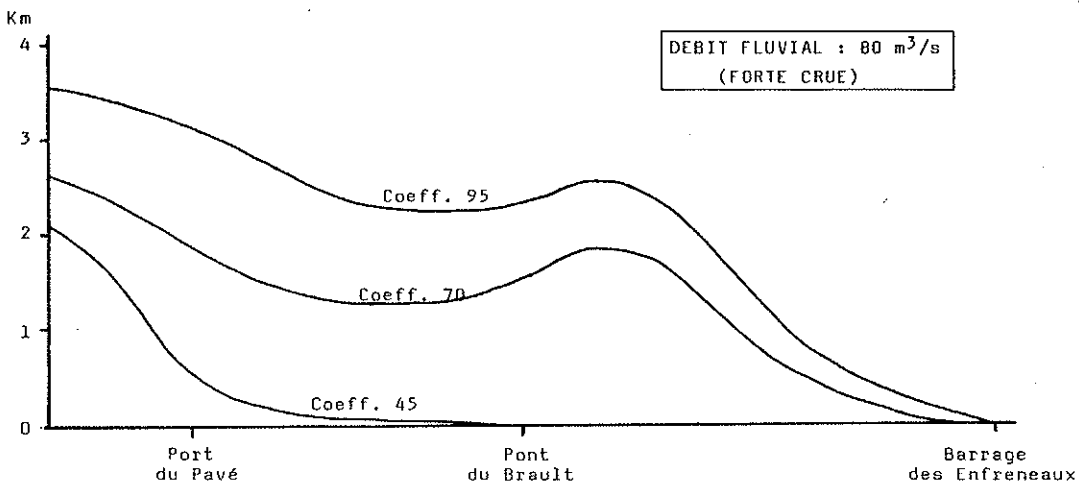
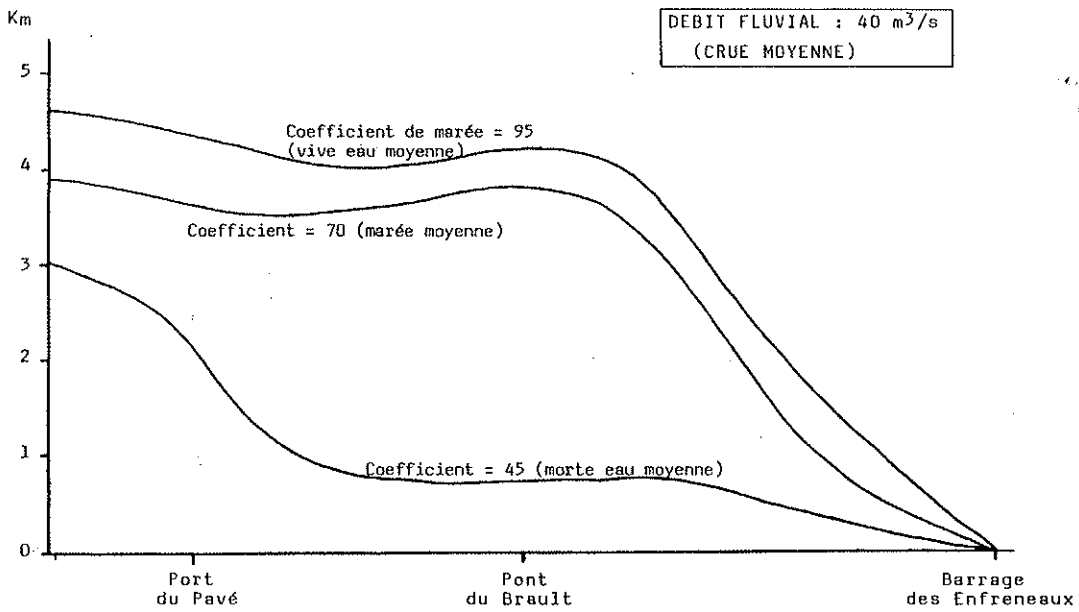


FIGURE - 2 - Estimation des distances parcourues par le courant de flot partant de chaque point de l'estuaire

Le "Groupe National Anguille" (La Rochelle, 1983) recommande d'aborder l'étude de la dynamique des populations d'Anguilles à l'échelle de fractions de stock, en s'appuyant sur les unités écologiques constituées par chacun des bassins versants fluviaux. Les travaux menés depuis 1981 dans l'estuaire et dans le bassin versant de la Sèvre Niortaise s'inscrivent dans ce cadre.

Ils s'attachent en particulier à la migration anadrome, première phase continentale du cycle biologique de l'espèce. La compréhension des modalités de cette migration constitue en effet un préalable, d'une part à la quantification des flux de civelles pénétrant chaque année dans le bassin versant, et d'autre part à l'analyse des facteurs déterminant leur répartition dans le système fluvial.

Hormis les travaux menés dans le bassin de la Vilaine (ELIE et RIGAUD, 1985 et en prép.), ces recherches sont à notre connaissance les seules à aborder le phénomène de migration aux différents niveaux d'un bassin versant, en prenant en compte à la fois l'estuaire et le système fluvial.

Nous présenterons ici les principaux résultats concernant la phase estuarienne de migration, au stade civelle.

## 1 - SITE D'ETUDE

La Sèvre Niortaise, petit fleuve côtier du littoral atlantique français, draine un bassin de 2880 km<sup>2</sup>, soit environ 0.5 % du territoire national. Son cours inférieur traverse le Marais Poitevin, zone située sous le niveau des plus hautes mers et que caractérise un réseau dense de canaux et de fossés.

L'estuaire débouche à une vingtaine de km au Nord de La Rochelle ; il peut être scindé en deux parties (Figure 1) :

- L'estuaire externe correspond à la Baie de l'Aiguillon, vaste plan d'eau de 4700 ha à marée haute, dont les vasières très étendues émergent à marée basse ;

- L'estuaire interne s'étend sur 16 km de long et de 30 à 200 m de large entre le Port du Pavé et le barrage des Enfreneaux.

Cet ouvrage hydraulique a une double fonction :

- la protection contre la mer, au moyen de portes à flot se fermant lors de chaque marée haute (le niveau amont est inférieur au niveau des pleines mers) ;
- la régulation des niveaux d'eau dans le Marais.

Les lâchers d'eau douce interviennent à marée basse. L'étiage estival est très sévère ; il se traduit généralement par une fermeture complète de l'ouvrage durant plusieurs mois par an (juillet à septembre).

La localisation de la zone saumâtre varie au cours de l'année. En période hivernale, la salinité des eaux reste constamment nulle dans l'estuaire interne ; la zone saumâtre se situe dans la Baie de l'Aiguillon. Elle remonte progressivement vers l'amont au printemps, lorsque les débits fluviaux diminuent, et atteint le barrage des Enfreneaux lors de l'étiage estival.

L'étude de l'hydrodynamisme estuarien (GASCUEL, 1985) met en évidence plusieurs phénomènes importants :

- la renverse du courant intervient dans tout l'estuaire, excepté lors des périodes de forte crue et de faible coefficient de marée ;
- le courant de flot diminue dans la partie amont de l'estuaire, jusqu'à s'annuler au niveau du barrage des Enfreneaux ;
- la distance parcourue par le flot (Figure 2) varie avec les conditions hydrauliques. Pour un débit fluvial donné, elle augmente avec le coefficient de marée et la zone de ralentissement du courant se déplace de l'aval à l'amont de l'estuaire.

## 2 - METHODE D'ETUDE

L'étude de la répartition et des déplacements de civelles dans l'estuaire, s'appuie sur différentes séries d'observations (GASCUEL, 1985) :

### \* Enquête auprès des pêcheurs professionnels

L'estuaire de la Sèvre est le siège d'une activité de pêche professionnelle, autorisée entre le 15 octobre et le 31 mars, et qui est pratiquée par une soixantaine de pêcheurs travaillant à l'aide de tamis (ouverture 1.5 m<sup>2</sup>, maillage 800 µm) tractés en bateau.

L'enquête par carnets de pêche, à laquelle une dizaine d'entre eux ont participé en 1981-82 et 1982-83, permet de suivre l'évolution journalière des PUE (capture en kg par sortie de pêche) dans chacun des secteurs de l'estuaire (cf. Figure 1). Ces PUE sont considérées, en première approximation, comme un indice d'abondance des civelles.

#### \* Prélèvements dans l'estuaire

Des prélèvements sont réalisés dans l'estuaire, au cours de sorties avec les pêcheurs ou à partir d'une embarcation de type Zodiac tractant un filet conique à collecteur (ouverture 0.4 m<sup>2</sup>, maillage 800 µm). Ils visent à suivre l'évolution journalière et saisonnière des densités de civelles présentes dans la masse d'eau (au cours du cycle de marée et entre différents cycles).

En 1982 et 1983, 141 prélèvements de ce type sont réalisés, lors de sorties effectuées mensuellement : sur une période de 18 mois pour le secteur d'amont (D) ; et sur une période de 12 mois pour les secteurs d'aval (B et C).

#### \* Prélèvements au pied du barrage des Enfreneaux

Entre décembre 1981 et mai 1982, des prélèvements sont réalisés à l'aval immédiat du barrage des Enfreneaux ; le filet conique est ici manié depuis la berge.

#### \* Expériences de marquage-recapture

Deux expériences de marquage-recapture, par coloration vitale au Rouge Neutre et au Brun Bismarck, sont effectuées en Février 1983 et Mars 1984, en reprenant les méthodologies mises au point en Gironde (CANTRELLE, 1981).

Respectivement 5 et 9 kg de civelles marquées sont lâchées dans l'estuaire ; les recaptures effectuées par les pêcheurs professionnels sont quantifiées durant quelques jours après le lâcher (observations directes durant trois jours ; enquête auprès des pêcheurs en cours des deux semaines suivantes).

### 3 - EVOLUTION SAISONNIERE DES ARRIVEES DE CIVELLES DANS L'ESTUAIRE

Au cours des saisons 1981-82 et 1982-83, la période de forte abondance des civelles s'étend, dans l'estuaire interne, du début novembre à la fin mars.

#### \* Début des arrivées ; importance du facteur débit fluvial

Les débits fluviaux semblent avoir une influence déterminante sur le déclenchement et sur l'intensité du phénomène migratoire

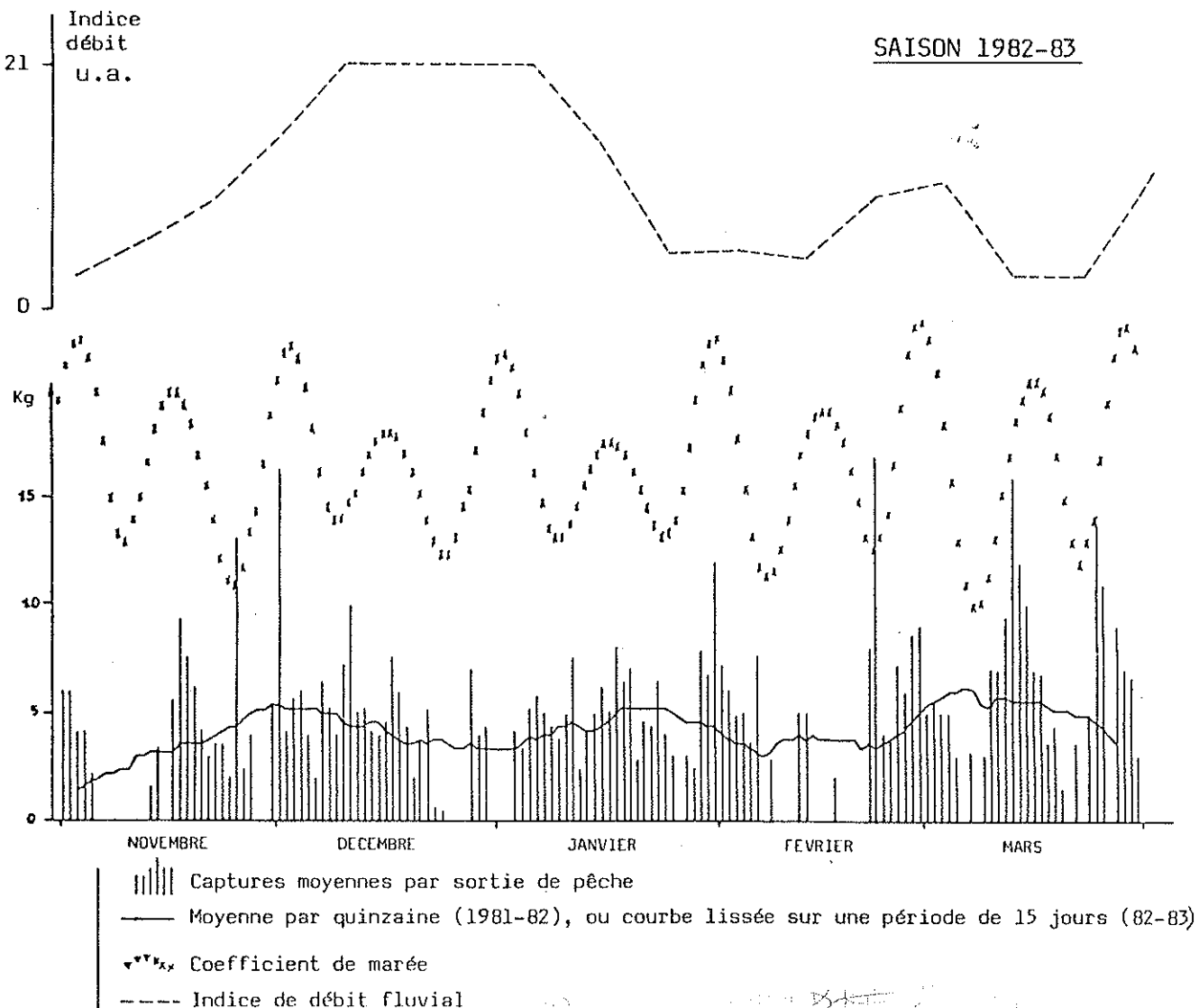
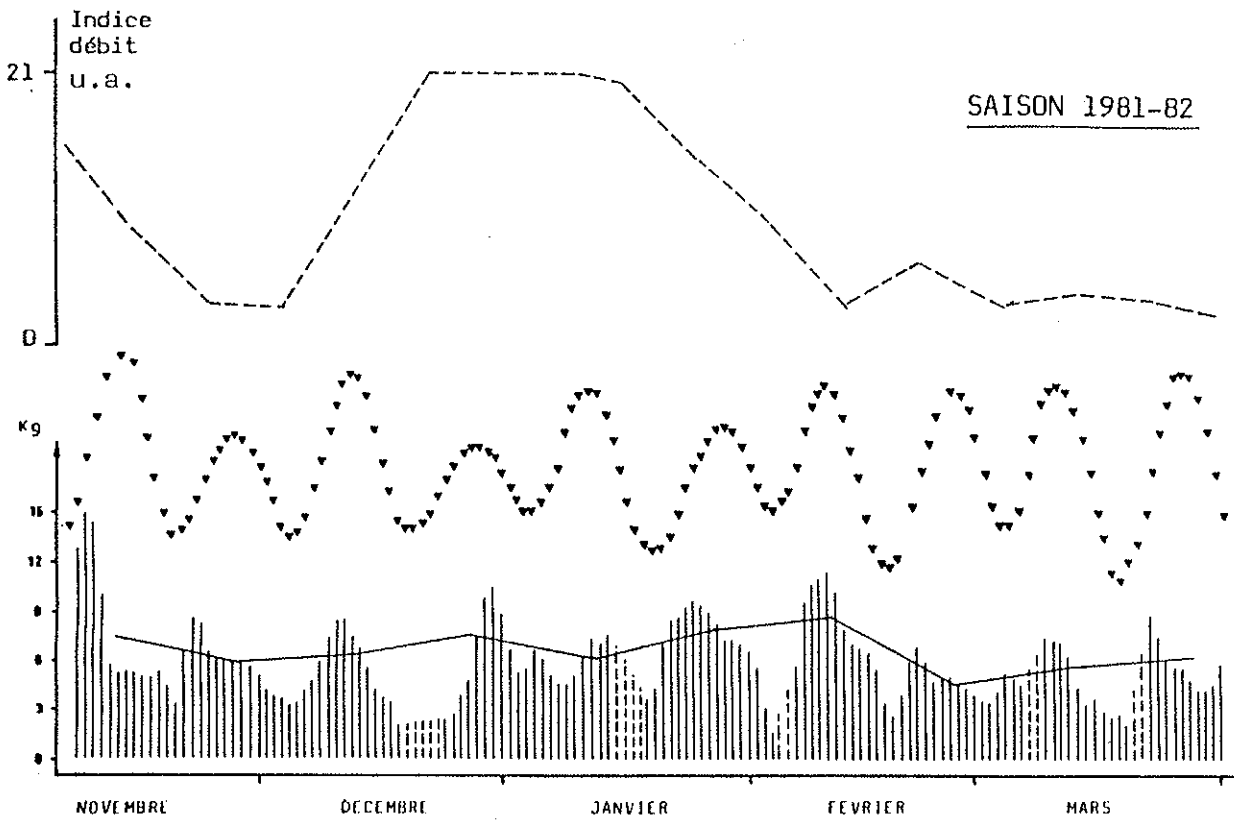


FIGURE 3 - Variation des captures de civelles par Unité d'Effort de pêche (sortie), au cours des saisons 1981-82 et 1982-83

depuis la mer vers l'estuaire. Ainsi les premières arrivées interviennent au mois d'octobre, environ 15 jours après les premiers lâchers d'eau douce ; les fortes crues de la fin octobre 1981 se traduisent par des remontées importantes de civelles dès le début novembre.

La sévérité de l'étiage estival permet ainsi d'expliquer le caractère tardif de ces premières arrivées, comparativement aux estuaires de Loire et de Gironde, où les remontées sont observées dès le mois de septembre (ELIE, 1979 ; CANTRELLE, 1981). Cette influence des débits fluviaux a également été soulignée par MORIARTY (1981).

\* Dynamique saisonnière de migration en période de forte abondance

Entre novembre et mars, l'abondance des civelles, étudiée au travers des PUE des pêcheurs professionnels (Figure 3), reste sensiblement constante d'un mois sur l'autre.

Cette régularité sur une longue période contraste avec les courbes saisonnières "en cloche" (maximum en janvier-février) observées par différents auteurs dans d'autres sites d'étude (CANTRELLE, 1981 en Gironde ; ELIE, 1979 en Loire ; ELIE et RIGAUD, 1985, en Vilaine ; GASCUEL, 1985 sur le Lay).

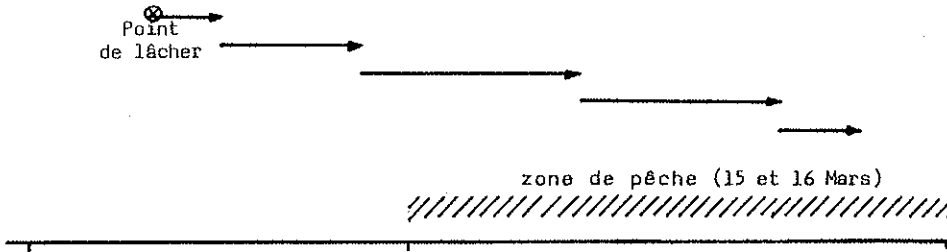
Elle peut être mise en relation avec des facteurs hydrodynamiques locaux, ou avec l'influence de la pêcherie dont les captures totales présentent un maximum en janvier-février. Cependant le facteur explicatif essentiel, et qui constitue une particularité de la Sèvre, semble être le caractère dulçaquicole de la zone de pêche, durant la saison considérée. Dans cette optique, à chacun des niveaux de la transition milieu marin / milieu fluvial correspondraient des comportements et des dynamiques de migration différents.

Ainsi, les pêcheries étudiées en Loire, Vilaine et Gironde se localisent dans la partie saumâtre de l'estuaire, marquée par une phase de stabulation des animaux (DEELDER, 1958) ; l'abondance saisonnière des civelles y suivrait une courbe "en cloche". Elle serait en revanche plus régulière en Sèvre où la pêcherie se localise plus à l'amont, dans la partie dulçaquicole tidale de l'estuaire.

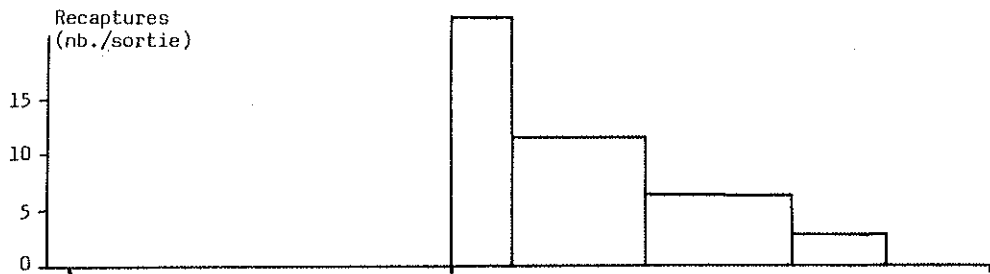
\* Fin des arrivées ; migration printanière

En 1982 et 1983, l'abondance des civelles dans l'estuaire chute à partir du mois d'avril. Cette diminution est d'abord sensible dans les secteurs d'aval, puis atteint progressivement tout l'estuaire interne.

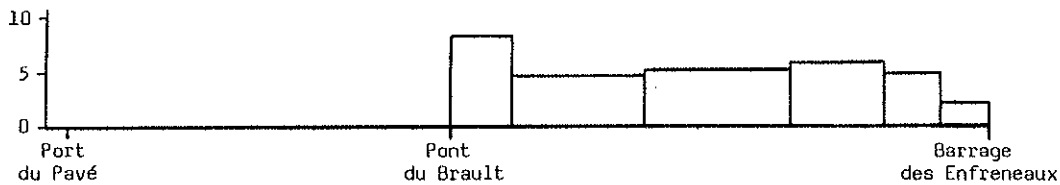
DATE : 14/03 14/03 15/03 15/03 16/03  
 COEFFICIENT : 53 71 89



DISTANCES THEORIQUES PARCOURUES PAR LE COURANT DE FLOT, DANS LES JOURS SUIVANT LE LACHER



INDICE D'ABONDANCE DES CIVELLES COLOREES LE 15 MARS 1984



INDICE D'ABONDANCE DES CIVELLES COLOREES LE 16 MARS 1984

Figure - 4 - Expérience de marquage-recapture de civelles du 14 mars 1984 : estimation du déplacement des masses d'eau, lors du flot ; localisation des recaptures effectuées le 15 et le 16 mars .

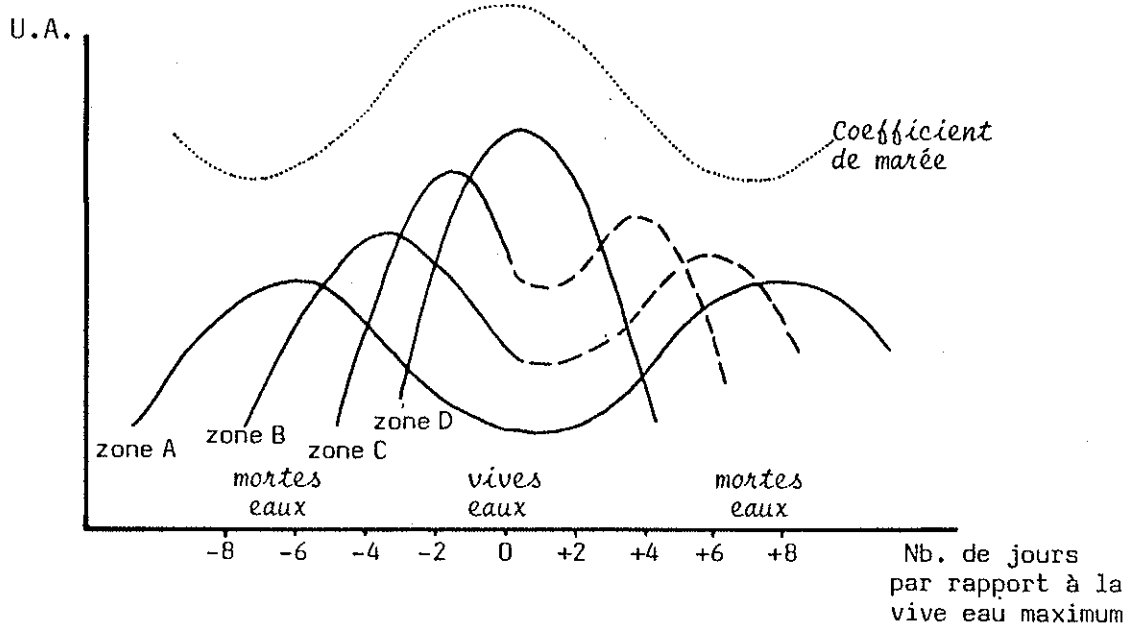


Figure - 5 - Variations théoriques, au cours d'un cycle des coefficients de marée, de la densité des civelles présentes à Pleine Mer, dans les différentes zones de l'estuaire.



De nouvelles arrivées d'animaux de stades pigmentaires précoces (stade VB) sont cependant observées, au moins jusqu'à la fin juin, mettant en évidence l'existence d'une migration printanière de faible intensité.

#### 4 - LA PHASE DE MIGRATION PORTEE

On sait que les civelles, dans la zone d'influence de la marée dynamique s'enfouissent dans le sédiment ou se maintiennent à proximité du fond et des berges lors du courant de jusant ; elles montent dans la colonne d'eau lors du courant de flot, essentiellement en période nocturne (CREUTZBERG, 1958).

Ce comportement est particulièrement net dans l'estuaire interne de la Sèvre, où aucune civelle n'a pu être capturée en période de courant descendant, à l'aide d'engins pélagiques. Leur maintien sur le fond lors du jusant semble donc complet ; cette observation rejoint d'ailleurs celles effectuées par Mc CLEAVE et KLECKNER (1980) dans la partie dulçaquicole de l'estuaire de la Penobscot.

Entre novembre et mars, plusieurs observations permettent de montrer que les déplacements des civelles sont pour l'essentiel liés à ce comportement. La migration peut alors être qualifiée de migration portée ; elle correspond avant tout à une utilisation des courants de marée comme vecteurs de déplacement. Cela signifie que la nage des animaux, lors de leur montée dans la colonne d'eau, n'est pas orientée ; les directions suivies sont aléatoires.

Ainsi les expériences de marquage-recapture montrent que les distances parcourues par les civelles colorées sont généralement au plus égales à celles parcourues par les masses d'eau lors des courants de flot suivant le lâcher (Figure 4). Seuls quelques animaux semblent progresser plus rapidement que par simple utilisation de ces courants ; leur vitesse de nage paraît très modeste, probablement inférieure à 0.1 m/s.

La majeure partie des animaux en revanche progresse moins rapidement que ne le permettrait théoriquement une utilisation optimum des courants de marée. Cette observation traduit le fait que la montée des civelles dans la colonne d'eau, lors du flot, n'est que partielle. Certaines d'entre elles demeurent à proximité du fond durant tout ou partie de la marée montante, en particulier lors des marées diurnes.

Plus généralement le mécanisme de migration portée est mis en évidence par l'étude de la répartition des civelles au sein de l'estuaire. Celle-ci apparaît en effet comme étroitement dépendante de l'hydrodynamisme estuarien, dont les civelles ne peuvent s'affranchir. On observe ainsi plusieurs phénomènes (Figure 5) :

- Les densités à pleine mer sont maximales dans la zone de ralentissement du courant de flot. L'hydrodynamisme estuarien se traduit par un piégeage naturel des civelles dans cette zone dont la localisation varie avec le débit fluvial et le coefficient de marée.

- En période de coefficients de marée croissants, et pour des débits sensiblement constants, on assiste à une remontée de cette zone de piégeage de l'aval à l'amont de l'estuaire (Figure 5). Dans le même temps, l'effort de pêche se déplace de façon identique, rendant compte d'une bonne perception empirique de la répartition des civelles, de la part des pêcheurs en bateau.

- Les densités relevées à l'aval immédiat du barrage des Enfreneaux sont du même ordre de grandeur (de 1 à 2 civelles/m<sup>3</sup>) que celles observées plus bas dans l'estuaire. A cette époque, l'influence du barrage sur la migration des civelles est essentiellement indirecte ; il intervient dans la mesure où il induit un ralentissement du courant de flot dans toute la partie amont de l'estuaire. Il ne constitue un obstacle physique potentiel que pour des animaux présentant un comportement actif de nage vers l'amont.

On notera également qu'au fur et à mesure que la zone de piégeage remonte dans l'estuaire, lorsque le coefficient de marée croît, on assiste à une augmentation des densités maximales, et donc des PUE (Cf. Figures 3 et 5). Cette évolution traduit deux aspects :

- une variation réelle de l'abondance des animaux, avec des remontées plus importantes en période de vives eaux, du fait de volumes oscillants supérieurs à la limite aval de l'estuaire ;

- une variation de leur capturabilité ; le comportement de migration portée se traduit en effet par une concentration progressive des civelles au cours de leur remontée dans l'estuaire. A chaque marée les animaux se répartissent lors du flot dans un volume plus faible que celui qu'ils ont quitté au début du jusant. En même temps qu'ils progressent dans l'estuaire leurs densités deviennent plus élevées dans un volume plus faible.

La migration portée des civelles, dans la partie dulçaquicole tidale de l'estuaire, constitue une remarquable adaptation à l'environnement. Elle succède à la phase de stabulation dans la zone saumâtre, marquée par un va et vient plus ou moins important des animaux, lors de chaque marée. Elle précède la phase de colonisation du système fluvial qui implique nécessairement un comportement de nage active vers l'amont.

## 5 - CHANGEMENT DE COMPORTEMENT - MIGRATION NAGEE

En 1982 et 1983, on observe à partir du mois d'avril un changement de comportement migratoire des civelles. A la migration portée, vient s'ajouter une migration nagée, jusque-là presque inexistante. La nage des animaux lors de leur montée dans la colonne d'eau, s'oriente vers l'amont de l'estuaire.

Ainsi, on observe une accumulation des animaux à l'aval immédiat du barrage des Enfreneaux, où les densités relevées à Pleine Mer sont de l'ordre de 30 fois celles observées plus à l'aval (respectivement 30 et 1 civelles / m<sup>3</sup> environ). D'une façon générale, l'hydrodynamisme estuarien ne permet plus de rendre compte de leur répartition au sein de l'estuaire.

C'est également à partir de cette période que des remontées quantitativement significatives sont observées sur la passe à civelles, installée en 1984 sur le barrage (BERTIGNAC, 1984). La remontée du dispositif implique en effet une nage à contre courant que les civelles semblent peut aptes à entreprendre en saison hivernale.

L'apparition et le développement d'un comportement de nage orientée vers l'amont s'accompagne d'une modification de la répartition bathymétrique des animaux durant le flot ; les densités deviennent plus élevées en surface que près du fond. Cette évolution est également observée en Gironde et en Loire par CANTRELLE (1981) et ELIE (1979).

La température de l'eau semble être un facteur déterminant vis à vis de l'apparition du comportement de migration nagée. Les eaux de l'estuaire s'échauffent en effet rapidement au mois d'avril, passant d'une température inférieure à 9°C à plus de 12 voire 15°C. On observe une nette relation entre ce réchauffement et le phénomène d'accumulation des civelles au pied du barrage.

De même BERTIGNAC (1984) note que les remontées sur la passe sont importantes au-dessus de 14°C. De nombreux auteurs ont souligné l'influence de ce facteur sur la migration des civelles dans la partie haute des estuaires ou en domaine fluvial (in TESCH, 1977).

On retiendra que la migration nagée semble se développer à partir d'une température de 10 à 12°C.

## 6 - CONCLUSION

La migration estuarienne des civelles débute avec les premières crues d'automne. Les abondances dans la partie dulçaquicole tidale de l'estuaire restent élevées de novembre à mars. A cette migration hivernale succède une migration printanière de faible intensité depuis la mer vers l'estuaire.

Il convient de distinguer différentes phases au cours de la migration dans l'estuaire :

- Dans la partie saumâtre de l'estuaire l'enfouissement des civelles lors du jusant apparaît partiel (Mc CLEAVE et KLECKNER, 1980) ; elles présentent alors une phase de stabulation durant laquelle elles se laissent porter par le va et vient des marées (DEELDER, 1958).

- Elles changent ensuite de comportement (Ibid.) et s'enfouissent complètement lors du jusant. Dans la zone dulçaquicole tidale, la migration est de type portée ; entre novembre et mars les déplacements des animaux sont liés à ceux des masses d'eau et leur répartition au sein de l'estuaire dépend pour l'essentiel des facteurs hydrodynamiques.

- A partir du mois d'avril, lorsque la température des eaux s'échauffe, intervient un nouveau changement de comportement marquant le début de la phase de migration nagée.

Naturellement ces modifications comportementales sont progressives chez un individu donné et pour l'ensemble de la population. L'apparition du comportement de migration nagée intervient plus ou moins tôt en saison selon les années. Il n'en constitue pas moins une étape de la migration anadrome et marque en définitive le début de la phase de colonisation du système fluvial.

Les recherches menées sur cette dernière phase (GASCUEL, 1985 ; LEGAULT, 1984) montrent notamment que la migration dans la zone d'aval du bassin versant intervient essentiellement entre avril et juin. Il existe donc un décalage de plusieurs mois entre les maximum de migration en milieu estuarien et en milieu fluvial.

Dans une optique de gestion des stocks, on retiendra deux conséquences de la succession des phases de migration portée et migration nagée :

- Entre novembre et mars les départs de civelles depuis l'estuaire vers l'amont sont quantitativement peu importants. La mortalité par pêche constitue un facteur essentiel de la dynamique de migration des animaux, "compensant" pour partie les nouvelles arrivées.

- L'abondance des arrivées de civelles, telle qu'elle peut être étudiée au travers des PUE de la pêche professionnelle, n'est qu'un des éléments déterminant le recrutement annuel dans le système fluvial ; celui-ci intervient essentiellement après la date de fermeture de la pêche.

Plus généralement la connaissance des modalités de migration estuarienne des civelles permet aujourd'hui d'envisager une quantification des flux de migration, et par là même de mieux analyser l'influence des facteurs anthropiques (pêche et aménagement du milieu) sur la fraction du stock d'Anguille pénétrant dans le bassin versant.

#### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BERTIGNAC M. 1984 - Etude d'une passe à civelles et des manoeuvres d'ouvrages à la mer, Rapport Contrat P.N.R. du Marais Poitevin / L.B.H. de l'ENSA de Rennes, 80 p.
- CANTRELLE I. 1981 - Etude de la migration et de la pêche des civelles (Anguilla anguilla L.) dans l'estuaire de la Gironde. Thèse III cycle, Université P. et M. Curie, 237p.
- CREUTZBERG F., 1958 - Use of tidal streams by migrating elvers (Anguilla vulgaris Turt.). Nature Lond., 857-858.

- DEELDER C.L., 1958 - On the Behaviour of elvers (Anguilla vulgaris Turt.) migrating from the sea into freshwater. J. Cons. perm. int. Explor. Mer, 24, 135-146.
- ELIE P. 1979 - Contribution à l'étude des montées de civelles d'Anguilla anguilla L. dans l'estuaire de la Loire : Pêche, Ecologie, Ecophysiologie et Elevage . Thèse III cycle, Université de Rennes . 381 p .
- ELIE P. et RIGAUD C. 1985 (et en prép.) - Etude de la population d'anguilles de l'estuaire et du bassin versant de la Vilaine : pêche, biologie, écologie, examen particulier de l'impact du barrage d'Arzal sur la migration anadrome . Rapport de contrat URFDAAPP de Bretagne / Université de Rennes. 174 p .
- GASCUEL D. 1984 - La civelle d'anguille dans l'estuaire de la Sèvre Niortaise : biologie, écologie, exploitation . Rapport contrat P.N.R. du Marais Poitevin / L.B.H. de l'ENSA de Rennes . 150 p. + annexes .
- LEGAULT A., 1984 - Etude des populations d'anguilles du bassin versant de la Sèvre Niortaise. Rapport préliminaire, Contrat P.N.R. du Marais Poitevin / L.B.H. de l'ENSA de Rennes, 70 p.
- Mc CLEAVE J.D. et KLECKNER R.C., 1982 - Selective tidal stream transport in the estuarine migration of glass eels of American eel (Anguilla rostrata), J. Cons. int. Explor. Mer, 40, 262-271.
- MORIATY C., 1981 - Glass eel catches and flow data from River Erne at Ballyshannon, Ireland. Working Group on eel, Ferrare, 1981.
- TESCH F.W. 1977 - The eel, biology and management of anguillid eels, Ed. Chapman and Hall, 434 pp.

P.N.R. : Parc Naturel régional (du Marais Poitevin)

L.B.H. : Laboratoire de Biologie Halieutique (de l'ENSA de Rennes)