

**Les tamis poussés sont responsables de blessures et de mortalités chez la civelle (*Anguilla anguilla*).**

## **LES TAMIS POUSSÉS SONT RESPONSABLES DE BLESSURES ET DE MORTALITÉS CHEZ LA CIVELLE (*ANGUILLA ANGUILLA*).**

Cédric Briand, Brice Sauvaget, Laurent Beaulaton, Patrick Girard, Véronique Véron, Denis Fatin.

### **Résumé**

Les mortalités de civelles ont été suivies en 2007 dans l'estuaire de la Vilaine. Ces mortalités ont varié de 2 à 82% (moyenne 42%) dans les deux jours suivant la pêche. Les mortalités d'échantillons pêchés à l'aide de tamis à main ou capturés dans la passe à anguilles étaient nulles. Les altérations du mucus de la peau ont été analysées à l'aide de Carmin Indigo. Les mortalités étaient significativement corrélées aux blessures sur le corps mais pas aux facteurs de l'environnement. La présence d'une importante blessure sur le corps mène systématiquement à la mort des civelles, et au sein des civelles mortes, seules 3.5% des civelles pourraient être mortes suite à une cause externe aux conditions de pêche. Ces résultats sont discutés, avec les résultats obtenus dans d'autres estuaires, par rapport à l'objectif de transporter des civelles en Europe en vue de restaurer le stock d'anguilles.

### **Introduction**

Trois principaux marchés ont entraîné le développement de la pêche des civelles sur la côte atlantique de l'Europe. L'exportation, qui a l'origine, était faite vers l'Europe de l'Est et du Nord pour le repeuplement, et le Mexique pour la consommation humaine, a changé dans les années soixante-dix pour une exportation vers l'Espagne, puis progressivement vers le Japon puis la Chine avec pour unique cible l'aquaculture. Cette évolution a été accompagnée par une très forte augmentation des prix. La valeur de civelles a été multipliée par cent depuis les années 1970 (BRIAND *et al.*, 2008). Elle a également été accompagnée par une augmentation graduelle mais continue de l'effort de pêche, liée dans la plupart des estuaires à des changements dans les pratiques de pêche, pour compenser la réduction de l'abondance, qui est maintenant à seulement 5% de sa valeur des années 1970 (CIEM, 2008 en prep.). Dans les années 1960, dans la plupart des estuaires de la côte Atlantique, la pêche au tamis poussé (c'est-à-dire des tamis poussés de chaque côté d'un navire) ont remplacé les pêches au tamis à main plus traditionnelles (ELIE et FONTENELLE, 1982; CASTELNAUD *et al.*, 1994; CASTELNAUD *et al.*, 2000). La pêche aux tamis poussés se fait parfois à grande vitesse, et la civelle est pressée dans la partie la plus profonde du filet. Outre l'augmentation de l'effort de pêche, la pratique du tamis poussé a deux effets indésirés. D'une part, le niveau des captures accessoires affecte la fonction de nurserie des estuaires (GASCUEL, 1985; ROBIN, 1990; ANTUNES et WEBER, 1996; SOBRINO *et al.*, 2005; GISBERT et LÓPEZ, 2008). D'autre part, la vitesse et la durée du trait de pêche peuvent conduire à provoquer des blessures, se traduire par des mortalités dans les jours qui suivent la pêche, et une moindre qualité pour les civelles vendues à des fins d'aquaculture ou de repeuplement. Les mareyeurs veillent à ce que les civelles mourantes soient retirées des bassins, et congelées pour être vendus plus tard pour l'alimentation sur le marché espagnol. Un règlement européen (Commission européenne, 2005) met en avant le transport de civelles vers l'Europe, comme

## Les tamis poussés sont responsables de blessures et de mortalités chez la civelle (*Anguilla anguilla*).

l'une des stratégies possibles pour reconstituer le stock. Dans ce contexte, la question des conséquences des pratiques de pêche sur les mortalités de civelles devient de plus en plus importante. Lors du calcul de l'effet net des transports sur la survie du stock dans son ensemble, la mortalité induite au cours de la pêche des civelles et du transport doit être pris en compte. L'objectif de ce travail est de présenter les résultats d'un suivi expérimental de mortalité de civelles après la pêche. Le taux de mortalité est analysé par rapport aux altérations du manteau muqueux cutané, qui sont révélées par une nouvelle technique: le traitement au Carmin Indigo. La surveillance des taux de mortalité vise également à identifier si d'autres facteurs liés à l'environnement (température, débit) ou l'usage d'un rotodévaseur dans l'estuaire ont une part de responsabilité dans les grandes vagues de mortalité observées de temps à autres par les mareyeurs en estuaire de Vilaine.

## Matériel et méthode

### Site et conditions de pêche.

Depuis la construction du barrage d'Arzal, l'estuaire de la Vilaine a été réduit d'une taille initiale de 50 kilomètres à une taille de 12 km. Près du barrage, le marnage est de 6m. Le débit moyen de décembre à mars, la principale période d'arrivée des civelles, a varié de 100 à 200 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> entre 2001 et 2004. La salinité de l'estuaire varie de 25 ppm à des conditions d'eau douce pendant les crues de printemps.

La pêche à la civelle s'exerce dans une zone comprise entre le barrage en amont et un virage ou l'estuaire s'élargit 1 km en aval (Figure 1). L'effort de pêche est très important, 130 navires ont une licence pour pêcher en estuaire de Vilaine. Les civelles sont pêchées la nuit entre 6 heures du soir et 8 heures du matin et entre trois heures avant la pleine mer et une heure après. Elles sont capturées par des navires équipés de tamis circulaires de 1.2 m de diamètre propulsés de chaque coté. Les tamis peuvent être positionnés sous la surface, mais ils sont fréquemment montés sur des perches qui permettent la pêche près du fond au niveau du barrage (8 m). La pêcherie a été arrêtée le 11 mars 2007.



Figure 1.- Carte en relief de l'estuaire de la Vilaine, montrant la position de la zone de pêche et du piège à civelle, le niveau de gris reflète l'altitude.

L'estuaire est dragué entre le 15 octobre et le 15 mars, pour des coefficients de marée supérieurs à 70 et entre une heure avant la pleine mer à six heures après. Le rotodévaseur

## Les tamis poussés sont responsables de blessures et de mortalités chez la civelle (*Anguilla anguilla*).

utilise des brosses rotatives pour approfondir et maintenir un chenal de navigation dans l'estuaire de la Vilaine. Il opère en mettant la vase en suspension et en la laissant se faire entraîner par les courants de marée. Il intervient à 4.1. km de la zone de pêche.

### Analyse expérimentale de l'effet du Carmin Indigo

La possibilité de mettre en évidence des érosions cutanées par le Carmin-indigo a été trouvée lors de l'essai de plusieurs colorants à des fins de marquage recaptures. Certaines civelles provenant de la pêcherie avaient la queue colorée en bleu, indiquant que ce colorant pouvait détecter les blessures cutanées. Pour tester l'effet du colorant, 20 civelles saines collectées au niveau de la passe ont été essuyées de leur mucus, puis placées dans du carmin indigo 0.5 g.l<sup>-1</sup> pendant une demie heure, pour finalement être examinées pour la présence de marques. La même analyse a été conduite sur un lot témoin de 20 civelles.

### Mortalité et suivi des conditions de pêche

Les échantillons de civelles ont été collectés en estuaire de Vilaine en 2007 par trois méthodes.

(1) A bord d'un navire de pêche de Décembre à Février. Le navire, typique de la pêcherie, fait 9 m long, 75 chevaux, il est équipé de deux tamis circulaires de 1.2 m de diamètre (BRIAND *et al.*, 2003). Le vivier du navire, plein d'eau de l'estuaire renouvelée à l'aide de la pompe du navire, est couvert d'une grille permettant la séparation des civelles vivantes des débits flottants, des captures accessoires et des civelles mortes ou mourantes (GASCUEL, 1987, ELIE, 1979). A la fin de la pêche, des échantillons ont été collectés à partir de ce vivier, excluant ainsi une part de la mortalité. Pour observer les conditions de pêche et compter les civelles restant sur la grille du vivier, un observateur était présent à bord les nuits du lundi. Certains échantillons étaient aussi collectés sans suivi à bord les nuits du jeudi.

(2) En mars, des échantillonnages supplémentaires ont été faits dans l'écluse à l'aide d'un tamis à main.

(3) Finalement, certains échantillons ont été collectés dans le bac de repos de la passe piège. L'échelle à civelle est composée de deux rampes couvertes de fibres synthétiques, humidifiées par un léger courant (BRIAND *et al.*, 2002). En haut de la rampe supérieure, les civelles tombent dans un bac de réception. Le contenu du bac a été trié pour séparer les civelles des anguilles jaunes, et les civelles ont été comptées et pesées plusieurs fois par semaine.

La même procédure a été appliquée à chaque échantillon. Les civelles mortes ont été comptées et gardées pour analyse, tandis que les civelles vivantes et mourantes ont été placées en trois répliquas d'à peu près 50 civelles. Chaque échantillon a été gardé dans des conditions similaires dans des aquariums de 7.5 litres remplis d'eau estuarienne d'une salinité variant entre 300 et 1500  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ . Les mortalités au sein des lots ont été examinées le matin suivant, quelques heures après la pêche, puis à intervalles réguliers durant les deux jours suivants. La mortalité totale correspond à l'addition de la mortalité à bord, de la mortalité initiale et de la mortalité durant le suivi.

Les civelles mortes et les civelles encore vivantes à la fin de l'expérimentation ont été traitées au Carmin Indigo pour mettre en évidence des pertes de mucus ou des blessures locales. La localisation, (dorsale, ventrale, queue) et l'intensité de la marque ont été notées. L'échelle d'intensité des zones ventrales et dorsales variait de 0 (pas de marques), à 1

## **Les tamis poussés sont responsables de blessures et de mortalités chez la civelle (*Anguilla anguilla*).**

quelques marques, puis 2 marques couvrant de larges zones. Pour la queue il n'y avait que deux classes 0 ou 2 car la zone observée était de taille réduite.

### **Suivi des stades pigmentaires et temps de résidence en estuaire**

Les stades pigmentaires ont été analysés sur des civelles fraîchement capturées à partir de la grille de ELIE *et al.*, (1982). La durée des stades a été modélisée à l'aide du temps pigmentaire qui est une valeur transformée des températures et salinités journalières en estuaire (BRIAND *et al.*, 2005). En utilisant ce modèle, le temps pigmentaire cumulé est retro calculé à partir de la date de collecte de l'échantillon. Nous utilisons ensuite des courbes gamma utilisées pour simuler les transitions entre stades en fonction du temps pigmentaire pour calculer la date correspondant à la médiane de la distribution pour chaque stade. Par exemple, la médiane de la courbe gamma stimulant le passage entre les stades  $V_B$  et  $VI_{A0}$  pourrait correspondre à quatre jours avant la date de collecte. Ainsi, un stade  $VI_{A0}$  serait "en moyenne" âgé de quatre jours d'estuaire. Nous avons ensuite calculé la date moyenne d'arrivée qui correspond à la somme pondérée en utilisant les proportions dans chaque stade.

### **Analyse statistique**

Le faible nombre d'observations sur le niveau de mortalité n'a pas permis un test complet de l'effet des variables environnementales ou des conditions de pêche sur le niveau de mortalité. La valeur moyenne de chaque variable environnementale a été calculée sur le temps de résidence moyen en estuaire, calculé à partir des stades pigmentaires. La corrélation a été analysée entre le taux de mortalité cumulé, la température, le débit, le nombre d'heures de dragage, la vitesse de pêche, la durée de pêche, et le niveau de capture. L'influence de la pêcherie a été analysée comme la corrélation entre le pourcentage de civelles blessées et la mortalité totale.

## **Résultats**

### **Analyse expérimentale de l'effet de l'Indigo Carmin**

Les civelles dont le mucus a été essuyé présentaient des intensités variées de coloration bleue sur la peau et sont mortes rapidement, alors que les civelles laissées comme témoin sont restées vivantes et transparentes (Figure 2).

Les tamis poussés sont responsables de blessures et de mortalités chez la civelle (*Anguilla anguilla*).

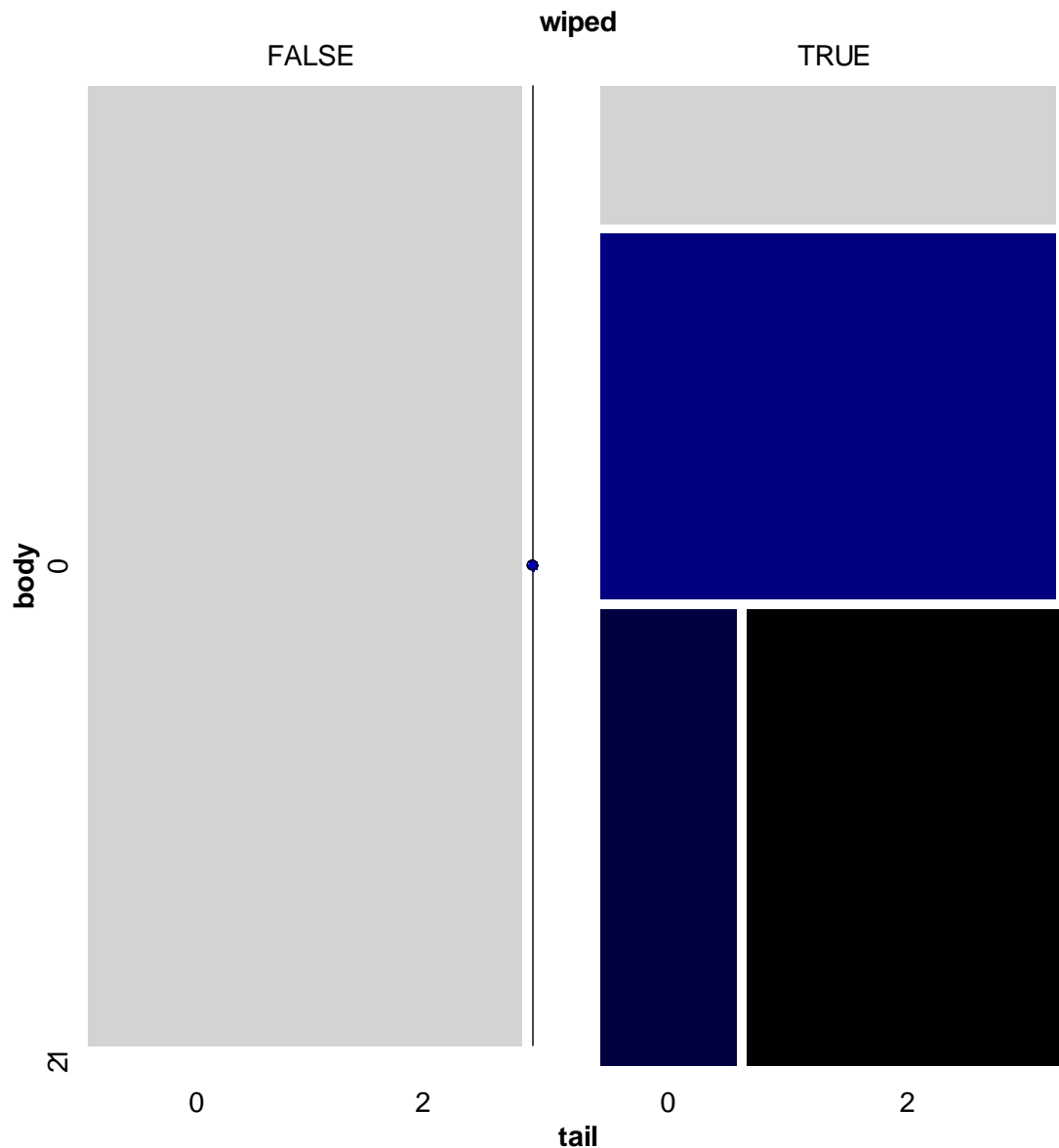


Figure 2. Essuyage expérimental du mucus de 40 civelles et test du Carmin Indigo. La largeur de chaque tuile est relative à l'importance de chacun des groupes. La couleur bleue est relative à l'intensité de la couleur en combinant le corps et la queue, TRUE mucus essuyé sur les civelles, FALSE contrôle. 0= pas de marque, 1 = marques sur une petite surface, 2 = marques étendues. Par exemple, la tuile grise en haut à droite correspond aux civelles essuyées qui ne sont marquées ni sur le corps ni sur la queue. Réalisé à partir des graphiques en mosaïque du paquetage VCD de R (MEYER *et al.*, 2006).

### Conditions de pêche

Dix échantillons sont venus de sorties suivies à bord, et deux échantillons supplémentaires ont été collectés à partir d'autres nuits de pêche pour lesquelles d'autres observateurs ont été présents. Tous les échantillons ont été collectés à intervalles réguliers entre le 5 décembre et le 22 février. Pour les pêches suivies à bord, la capture par nuit a varié de 0.3 à 3.4 kg (total 13.5 kg). La moyenne de durée du trait de tamis par sortie de pêche était de 11 à 30 minutes. La vitesse des navires a varié de 1.39 to 1.59 m.s<sup>-1</sup>. La profondeur de pêche était soit à 0.5 m près de la surface ou en profondeur de 2.5 à 6.5 m.

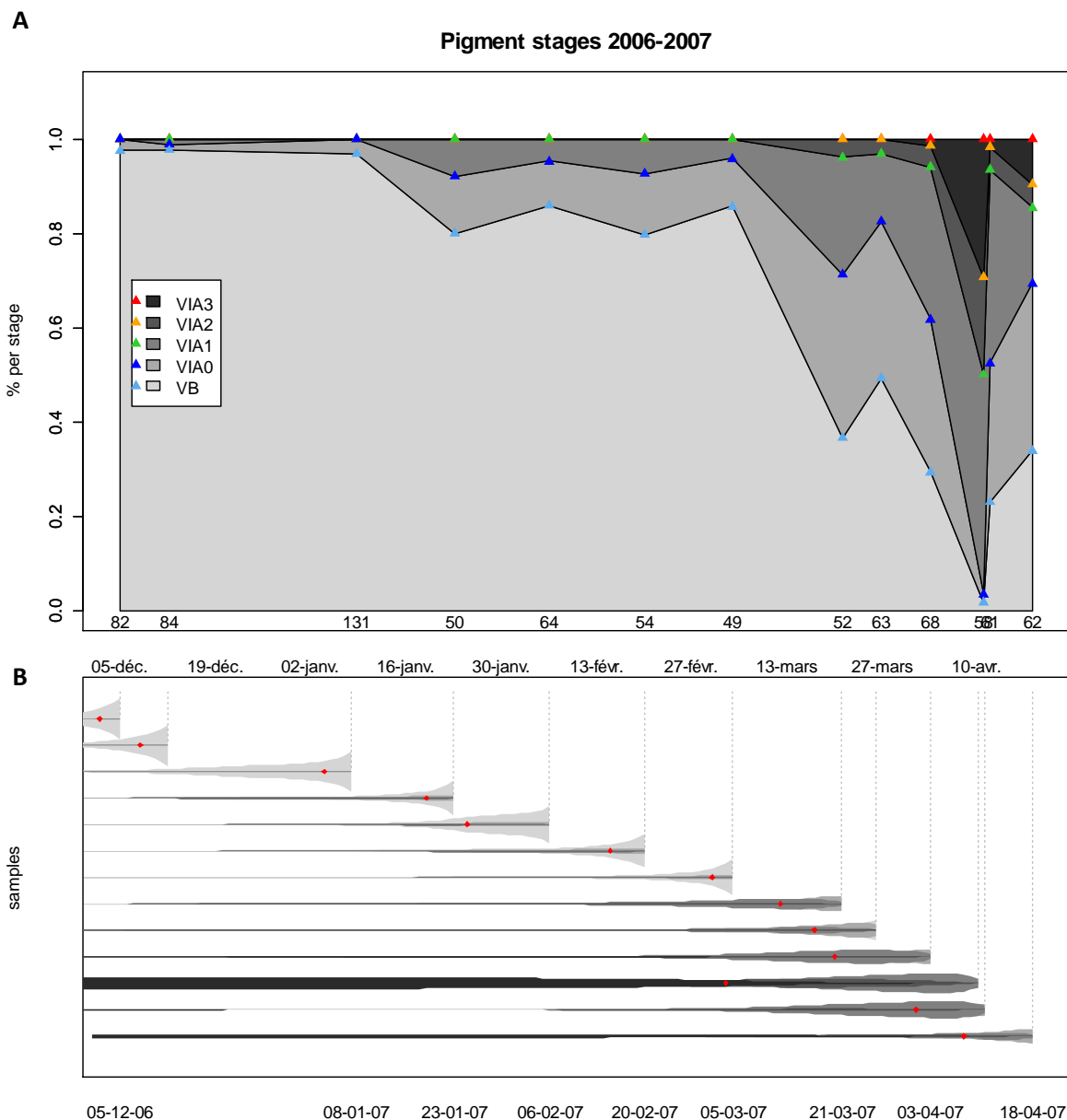
Six échantillons ont aussi été collectés dans l'écluse entre le 5 mars et le 18 avril, principalement après la saison de pêche qui s'est terminée le 11 mars. La vitesse de tamis était à peu près trois fois plus faible que celle du navire et a varié de 0.47 à 0.69 m.s<sup>-1</sup>. La

**Les tamis poussés sont responsables de blessures et de mortalités chez la civelle (*Anguilla anguilla*).**

durée d'un trait d'échantillonnage était beaucoup plus longue avec un tamis à main que pour les tamis poussés et elle a varié de 40 à 150 secondes. Les captures ont varié entre 60 g et 248g (total 1.173 kg). Quatre échantillons ont aussi été collectés au niveau de la passe à civelle.

**Stades pigmentaires et résidence estuarienne**

Les échantillons de stades pigmentaires comprennent principalement les stades  $V_B$  et  $VI_{A0}$  au début de la saison et deviennent plus avancés quand la pêche ferme (Table 1). La résidence moyenne calculée à partir du modèle de Briand et al. (2005) varie de 3 jours en décembre à 37 jours (10 avril). Elle est beaucoup plus faible durant la saison de pêche (moyenne 5.2 jours) que après (moyenne 15.3 jours).



**Figure 3.- A/ Proportions cumulées des stades collectés en estuaire durant la période de pêche, le nombre de civelles dans chaque échantillon est indiqué en face de la date de collecte sur l'axe des x sous le graphique. B/ Analyse de la date d'arrivée probable en estuaire en fonction de lois de répartition gamma calées par Briand et al. (2005). Les couleurs correspondent à chaque stade, le losange vert à la date d'arrivée moyenne calculée par le modèle, les courbes**

## Les tamis poussés sont responsables de blessures et de mortalités chez la civelle (*Anguilla anguilla*).

correspondent aux distributions gamma en fonction de la valeur cumulée des temps pigmentaires entre la date considérée et la date d'échantillonnage.

	V <sub>B</sub>	VI <sub>A0</sub>	VI <sub>A1</sub>	VI <sub>A2</sub>	VI <sub>A3+</sub>
05/12/2006 01:12	97.6	2.4			
12/12/2006 06:05	97.6	1.2	1.2		
08/01/2007 18:00	96.9	3.1			
23/01/2007 04:17	80.0	12.0	8.0		
06/02/2007 03:40	85.9	9.4	4.7		
20/02/2007 03:18	79.6	13.0	7.4		
05/03/2007 02:15	85.7	10.2	4.1		
21/03/2007 02:53	36.5	34.6	25.0	3.8	
26/03/2007 22:42	49.2	33.3	14.3	3.2	
03/04/2007 02:47	29.4	32.4	32.4	4.4	1.5
10/04/2007 21:16	1.7	1.7	46.6	20.7	29.3
11/04/2007 22:16	23.0	29.5	41.0	4.9	1.6
18/04/2007 02:53	33.9	35.5	16.1	4.8	9.7

Table 1. Date de collecte et structure en stades pigmentaires en estuaire de Vilaine, VI<sub>A3+</sub> correspond à VI<sub>A3</sub> + VI<sub>A4</sub>.

## Suivi de la mortalité

### Echantillons collectés par la pêche

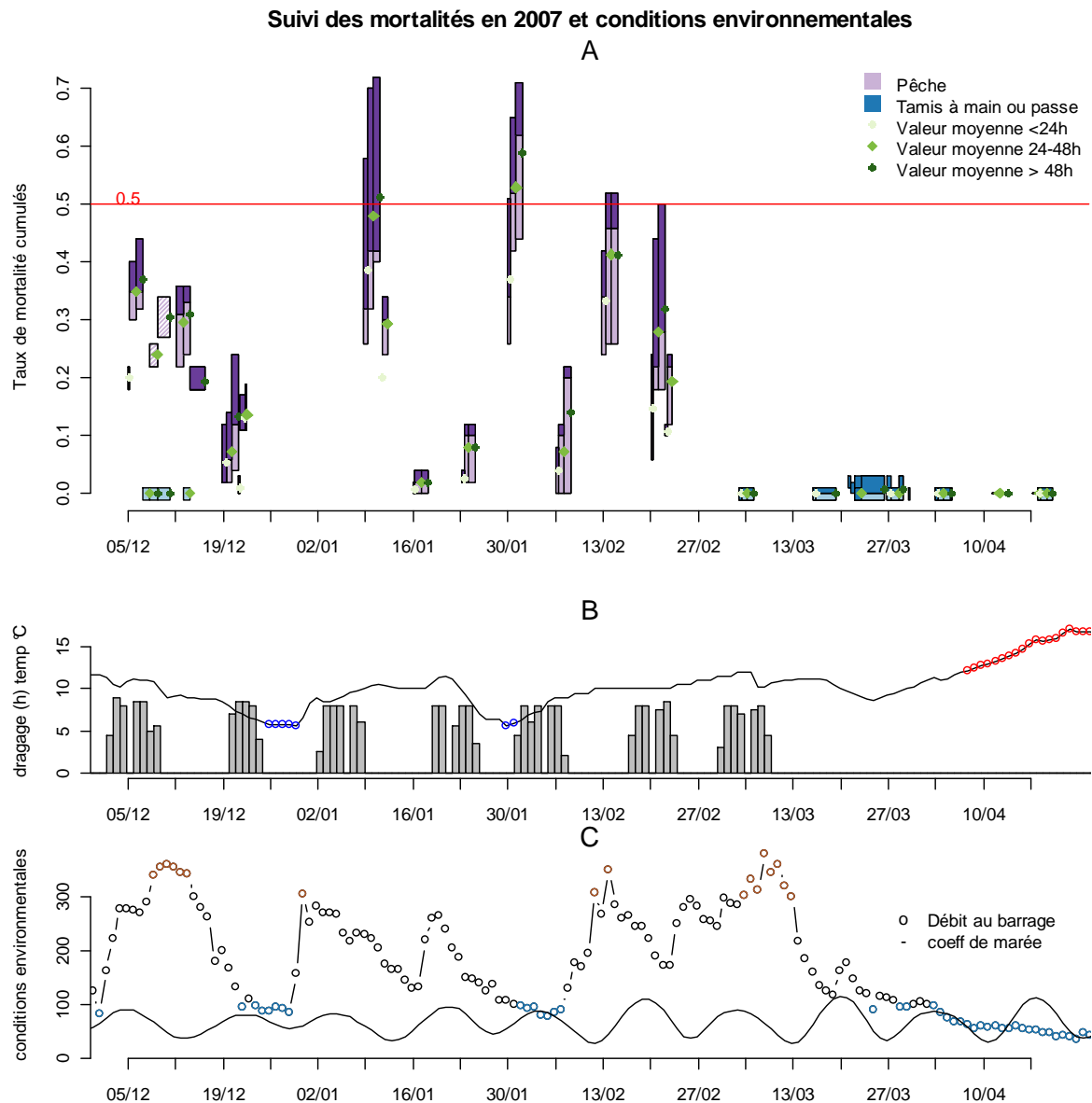
Durant la période de pêche, la mortalité mesurée à bord avait une valeur moyenne de 2% (min=0, max=6.7%, N=10). De retour de la pêche, durant le premier tri des civelles mortes, la mortalité moyenne des échantillons était de 12% (min=0, max=36%, N=10). En combinant les résultats de tous les réplicats, la mortalité moyenne après deux jours varie de 2 à 59 % (moyenne 28%). La mortalité a diminué après le premier jour (Figure 4) et le taux horaire de mortalité est passé de 1.23 pour les premières 24 heures à 0.33% après une journée et 0.08% après le deuxième jour. Si nous ajoutons à cette valeur la mortalité initiale (de retour de la pêche), et la mortalité suivie à bord, la mortalité totale varie de 2 à 82% (moyenne 42%).

### Echantillons collectés à l'aide de tamis à main et à la passe

La mortalité après deux jours, sur six échantillons pêchés dans l'écluse à l'aide de tamis à main est de 0%. Une civelle, tombée du tamis, est morte parce que l'on a marché dessus lors de la vidange du tamis.

La mortalité après deux jours pour quatre échantillons collectés sur la passe est de 0% même si certaines se sont échappées de l'aquarium et ont passé la nuit sur la table.

**Les tamis poussés sont responsables de blessures et de mortalités chez la civelle (*Anguilla anguilla*).**



**Figure 4.- Suivi des mortalités en 2007.**

- A.** Les rectangles représentent les valeurs minimales, moyennes et maximales des triplicats sauf quand seulement deux échantillons ont été collectés (rectangles hachurés). Les échantillons collectés auprès de la pêcherie sont en violet, ceux collectés à l'aide de tamis à main ou dans la passe sont en bleu. La largeur des boîtes est relative au temps entre les différents relevés de mortalité. Les losanges représentent la valeur moyenne calculée pour différents intervalles de temps après la pêcherie.
- B.** Activité journalière de la drague et températures d'eau en estuaire. Les températures <6°C sont en bleu, les températures supérieures > 12 sont en rouge.
- C.** Variation du débit au barrage d'Arzal, les périodes de crue > 300 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> sont en rouge, les périodes de faible débit et lâché du barrage en surface (<100 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>) sont en bleu.

## Les tamis poussés sont responsables de blessures et de mortalités chez la civelle (*Anguilla anguilla*).

### Analyse des érosions cutanées.

Au total, 2153 civelles ont été examinées individuellement sous la loupe binoculaire, 1340 correspondant à des civelles collectées par la pêcheurie, 813 dans l'écluse.

Les blessures dorsales et ventrales étaient dépendantes ( $p < 0.001$ ) ce qui veut dire qu'elles étaient souvent observées chez les mêmes individus. C'était aussi le cas des blessures du corps et de la queue ( $p < 0.001$ ). Cette dépendance était aussi très significative lorsqu'on examine les civelles mortes et les civelles vivantes séparément (Figure 5). Ainsi, les blessures dorsales et ventrales ont été groupées comme des blessures du « corps » et analysées pour leur relation avec les blessures caudales.

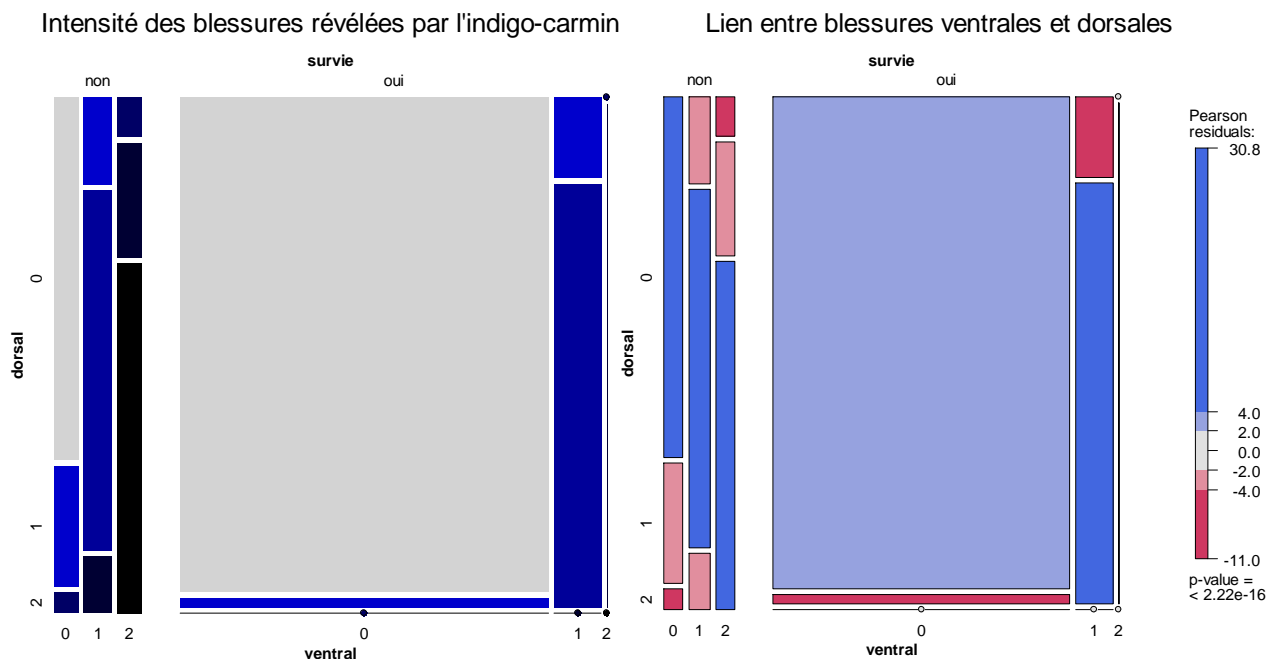


Figure 5.- Graphiques en mosaïque montrant la dépendance entre les blessures dorsales et ventrales. Les deux graphiques correspondent à 2153 civelles séparées en fonction de leur survie (séparation verticale en deux groupes) et à la détection de blessures sur le corps dans la région dorsale (séparation horizontale) et ventrale (séparation verticale). La surface de chaque tuile est proportionnelle aux effectifs. A. La couleur correspond à l'intensité de la blessure. B. Même graphique, mais les couleurs correspondent aux valeurs des déviations standardisées de Pearson par rapport à l'indépendance. En fonction de l'hypothèse d'indépendance des facteurs (distribution normale), les couleurs bleu-clair et rose correspondent grossièrement à  $p < 0.05$  les couleurs plus intenses à  $p < .0001$  (FRIENDLY, 1992) logiciel R (paquetage vcd).

Au sein des 1784 civelles vivantes, seulement une seule (0.05%) était fortement marquée sur le corps (note=2), 120 (7%) étaient blessées sur la queue, et 230 (13%) ont montré la présence d'une faible blessure sur le corps (note=1).

Au sein des 369 civelles mortes, il n'y avait qu'une faible proportion de civelles mortes sans marque sur la queue (6.7%, 25/369). Parmi ces dernières, la proportion de civelles mortes avec de larges blessures sur le corps et pas de marques sur la queue (note queue=0, corps=2, 0.09%, 2/369) différait significativement des proportions attendues indiquant qu'une civelle blessée sur le corps est presque toujours blessée au niveau de la queue (Figure 6).

## Les tamis poussés sont responsables de blessures et de mortalités chez la civelle (*Anguilla anguilla*).

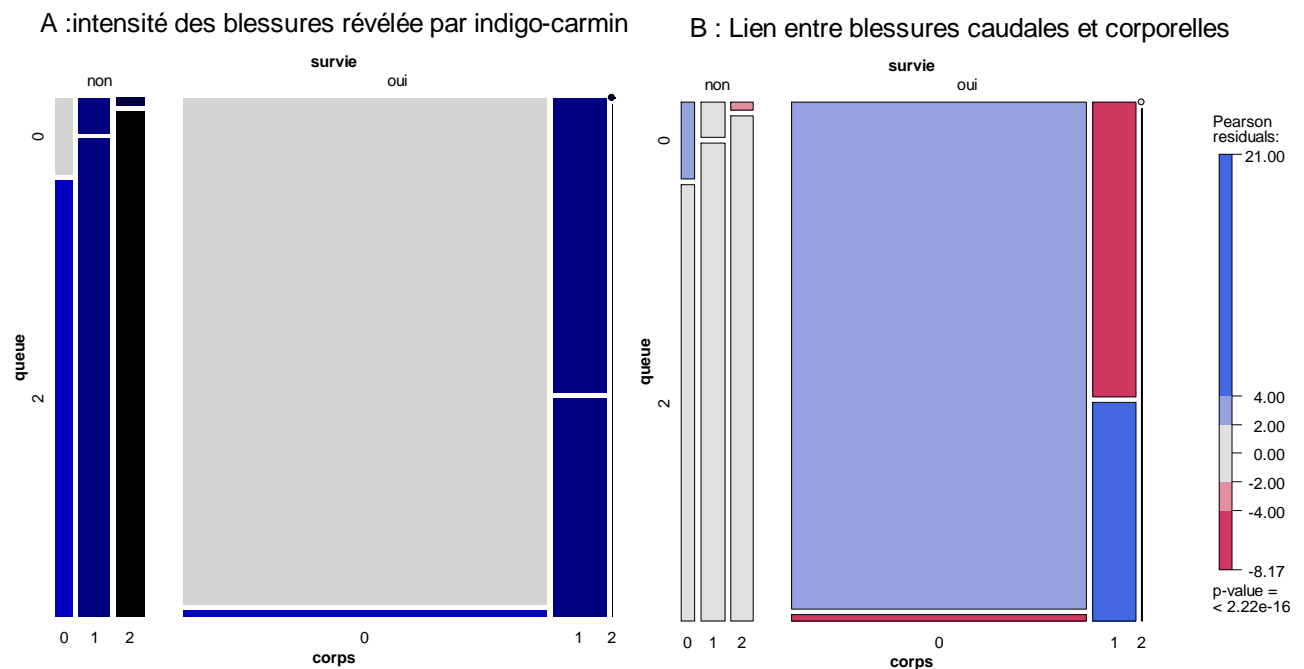


Figure 6.- Graphique en mosaïque montrant la dépendance entre les blessures du corps et de la queue. Le graphique correspond à 2153 civelles séparées en fonction de la survie (séparation verticale en deux groupes) et à la détection de blessures sur le corps (séparation horizontale) et la queue (séparation verticale).

Il y avait aussi une proportion plus forte qu'attendue de civelles mortes sans aucune blessure externe (note queue=0 body =0, N=13, 3.5 % des civelles mortes, 0.7% du total). Pour ces quelques civelles qui sortaient du lot, on peut s'attendre à ce que la cause de la mortalité soit différente d'une érosion cutanée.

### Analyse statistique

En raison de la non normalité de la distribution (Kolmogorov Smirnov,  $p < 0.01$ ), la corrélation a été analysée en utilisant le Rho de Spearman. La seule corrélation significative a été trouvée entre la mortalité totale et le % de civelles blessées ( $\rho = 0.76$ ,  $p = 0.04$ ). Les autres corrélations n'étaient pas significatives et la corrélation la plus forte était avec le nombre de civelles pêchées ( $\rho = -0.52$ ,  $p = 0.12$ ), la vitesse moyenne ( $\rho = -0.41$ ,  $p = 0.26$ ) et la température ( $\rho = -0.4$ ,  $p = 0.24$ ). Les autres facteurs : marée, débit avaient des corrélations inférieures à 0.3. La mortalité n'était pas corrélée avec le nombre d'heures de dragage ( $\rho = 0.27$ ) et cette conclusion ne change pas si on utilise une durée constante de 3 jours de résidence en estuaire au lieu du calcul basé sur la structure en stades pigmentaires.

### Discussion

Le suivi montre que les civelles pêchées trop longtemps et à une trop grande vitesse meurent de la perte de mucus. Cela est clairement indiqué par les arguments suivants (1) L'usage du Carmin Indigo permet de démontrer que 97% des civelles mortes ont subi des blessures cutanées. La présence de grandes surfaces où le mucus a été enlevé sur le corps est presque toujours mortelle, et en effet nous avons seulement trouvé une civelle (0,05%) ayant survécu avec de grandes blessures sur le corps. (2) Le seul facteur corrélé de manière significative avec le taux de mortalité est le taux de blessures cutanées des échantillons. (3) Les échantillons prélevés par des tamis à main ou dans la passe piège ne meurent pas. En outre,

## **Les tamis poussés sont responsables de blessures et de mortalités chez la civelle (*Anguilla anguilla*).**

certaines des civelles collectées sur la passe sont sorties des aquariums, et ne sont pas mortes même après avoir passé la nuit hors de l'eau sur la table. Le mucus constitue une barrière osmotique épithéliale responsable de l'intégrité, et des civelles saines sont parfaitement adaptées pour faire face aux variations de salinité (BIRRELL et al., 2000; WILSON et al., 2004; CREAN et al., 2007). Quand elles sont blessées, le manteau muqueux perd en transparence (BOCQUENE et MIOSSEC, 1986), la civelle devient atonique et le gonflement du corps reflète un afflux massif d'eau dans l'organisme. En général, pour la pêche, les qualités abrasives des matériaux composant les filets de pêche suggèrent que les poissons sont susceptibles de subir de graves blessures au cours des traits, en particulier dans le cul du chalut où les individus sont épuisés et entassés (SUURONEN, 2005). Cela pourrait être particulièrement vrai chez les civelles pour lesquelles les filets de nylon utilisés pour la capture sont très abrasifs. En plus de cette abrasion, au débarquement, les civelles sont égouttées et perdent une partie de leur mucus avant le calcul de leur poids, car elles sont chères. Étant donné la forte concentration de bateaux près du barrage, avec un effectif d'une centaine lorsque campagne est à son plein, il est également possible que certaines des civelles soient touchées par l'hélice des navires.

La perte de mucus, et les blessures à la queue, s'ajoutent au stress de remorquage et de manutention. Le stress augmente la consommation d'oxygène, et modifie la capacité osmotique par le biais d'une libération de cortisol (McCORMICK, 2001). Ce facteur s'ajoute donc à l'altération du revêtement muqueux qui joue un rôle important dans les échanges gazeux et l'intégrité osmotique (TESCH, 2003).

Pour cette raison, les mareyeurs gardent leurs civelles dans un environnement hyper-osmotique avec un fort apport en oxygène dans les heures qui suivent la pêche, et certains pêcheurs remplissent leurs viviers avec de l'eau salée.

Notre suivi montre également clairement que la mortalité est liée à des blessures à la queue car près des trois quart des poissons blessés à la queue meurent dans les deux jours après la pêche, et car seulement moins de 1 / 15 des poissons morts ne sont pas blessés à la queue. Dans l'extrémité de la queue, un système vasculaire de ventricules et valves aide la circulation du sang sur toute la longueur du corps (TESCH, 2003). Les civelles peuvent être « queutées » à l'ouverture du filet (photo 1), où le maillage est généralement 1,8 mm à 2 mm. Le premier type de maillage peut conduire à la rupture de la colonne vertébrale (LEROUX et GUIGUES, 2002). Beaucoup de civelles ont le bout de leur queue passé dans la partie la plus profonde du filet où le maillage est de 1,3 mm. Ce type de blessure, même s'il est considéré comme réversible (MONEIN LANGLE, 1985) pèse un grand poids dans la mortalité totale.

**Les tamis poussés sont responsables de blessures et de mortalités chez la civelle (*Anguilla anguilla*).**

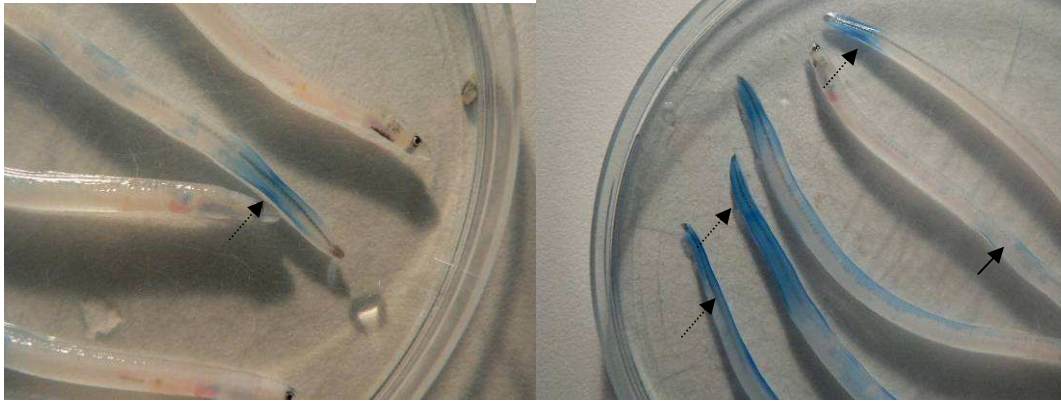


Photo 1 : Résultats de l'analyse des civelles à l'aide de Carmin indigo. (flèche pleine, note =1, dotted arrow, note =2).

Les blessures sont également une source potentielle des maladies chez des civelles affaiblies. Un des deux échantillons analysés pour la bactériologie lors d'un des pic de mortalité est revenu positif avec une infection de *Salmonella putrefaciens*, *Shewanella putrefaciens* et *Aeromonas sobria*. Ces bactéries opportunistes, présentes dans le milieu aquatique, deviennent pathogènes en particulier en présence de poissons affaiblis par des stress tels que la pêche. Ils pourraient expliquer le pic de mortalité en février trouvé dans l'un des échantillons. Les causes des maladies sont complexes (VERTHAAK et JED, 1996) et de nombreux facteurs interagissent pour produire une tendance spatiale ou temporelle. La pêche entraîne une augmentation du stress, des blessures directes et à l'abrasion de la couche protectrice de mucus, ce qui pourrait contribuer à l'apparition de vagues d'infection dans les bassins des mareyeurs. De manière similaire, une forte corrélation entre les ulcères cutanés et maladie virale de peau lymphocystis et l'activité de pêche a été retrouvé dans la Wadden See en Hollande (VERTHAAK et JED, 1996). Les auteurs ont spéculé que les flets, généralement capturés comme prises accessoires et jetés après la pêche subissent alors des blessures et des atteintes de la couche muqueuse de protection, et ont ensuite été plus vulnérables aux agents pathogènes infectieux.

Les périodes de crue sont habituellement rapportées par les pêcheurs et les mareyeurs comme des facteurs provoquant une augmentation de la mortalité. Ce n'était pas évident dans cette étude, aucun élément extérieur à la pêche n'ayant pu être statistiquement relié au niveau de la mortalité. En particulier, aucune relation a été trouvée avec l'intensité des opérations de dragage, dont le volume est réduit, et qui ne provoquent pas de contamination chimique dans les moules à proximité du site de dragage (IFREMER, 2007). Cependant, comme la majeure partie de la variation du taux de mortalité demeure inexpliquée, une combinaison de facteurs de l'environnement tels que l'accroissement des charges de limon, la libération d'agents irritants par la drague, et les faibles températures pourrait aussi contribuer à affaiblir la couche de mucus et de diminuer la résistance de civelles.

Mettre les civelles dans des bacs d'eau estuarienne sans supplément de soins ou d'oxygénation, apparaîtrait comme une mauvaise pratique pour les mareyeurs. Ainsi, les résultats obtenus ne sont probablement pas représentatif de la chaîne de traitement des

## **Les tamis poussés sont responsables de blessures et de mortalités chez la civelle (*Anguilla anguilla*).**

mareyeurs, qui ont de plus faibles taux de mortalité. Néanmoins, ils pourraient bien représenter les résultats de transports de civelles lorsque ces dernières sont remises à l'eau directement après la pêche à l'aide de tamis poussés. Il convient également de noter que ces résultats ne devraient pas être considérés comme représentatifs de l'ensemble de la pêcherie de civelles de l'Atlantique.

Les taux de mortalité peuvent varier d'un estuaire à l'autre car les conditions de capture, les formes et les dimensions des engins, la vitesse des navires, la profondeur de pêche et la durée des traits varient entre les différents secteurs géographiques. Toutefois, un examen des résultats disponibles sur d'autres estuaires, montre que les mortalités observées sur la Vilaine sont probablement comparables à celles des autres pêcheries utilisant des tamis poussés de 1m20 de diamètre, qui constituent une grande partie de la capture des civelles en France.

Les mareyeurs indiquent que les mortalités sont les plus importantes dans la Vilaine (30 à 40%) (LEROUX et GUIGUES, 2002). Suivant la même source, le taux de mortalité mesuré sur la Loire serait d'environ 15% à 20%. Un suivi effectué sur la Loire en 2002, rapporte des vitesses de pêche importantes, entre 1,16 à 3,4 m.s<sup>-1</sup> (moyenne de 2,26 m.s<sup>-1</sup>) par rapport à celles qui sont mesurées dans la Vilaine (1,4 m.s<sup>-1</sup>). Les taux de mortalité deux jours après la pêche varient de 18% à 78%. Les mortalités comme sur la Vilaine se stabilisent après 36 heures. Les essais effectués dans le cadre de l'étude mettent en évidence une corrélation claire entre la mortalité et la vitesse de pêche et une vitesse inférieure à 5 noeuds a été recommandée par les auteurs. Une corrélation entre la durée de pêche et le taux de mortalité a également été identifiée sur 7 échantillons. La durée de pêche pour un trait de chalut était de 8 à 25 minutes selon le navire avec une durée moyenne de 13 minutes. Pour un même bateau, une augmentation des taux de mortalité de 20% à 40-70% a été observée alors que la durée de pêche avait été portée de 5 à 25 minutes (LEROUX et GUIGUES, 2002). Comme la vitesse de pêche rapportée sur la Loire est plus grandes que sur la Vilaine, et comme la pêcherie de Loire utilise également des perches pour capturer les civelles, il est possible que le taux de mortalité inférieur dans la Loire soit en partie lié à l'intégration de civelles de braconnage dans le circuit de mareyage.

Au Sud de la Loire, en Vendée, des conditions de pêche sont proches de celles de la Vilaine, avec le plus souvent une concentration des navires au pied de barrages, mais la mortalité n'y serait que de l'ordre de 5 à 10% en raison de l'usage d'engins de pêche avec cul de tamis très allongé (LEROUX et GUIGUES, 2002).

Dans certains petits estuaires comme l'Aulne en Bretagne, les pêcheurs maintiennent les civelles dans des viviers immergés dans la partie salée de l'estuaire pendant plusieurs jours avant de les vendre. Cette pratique leur permet de mieux négocier les prix. Alors que leurs filets sont semblables à ceux utilisés dans la Vilaine, la mortalité rapportée par les pêcheurs semble y être beaucoup plus faible (5 à 10%). Fait intéressant, nous pouvons comparer directement cette mortalité avec les résultats d'une expérience similaire dans l'estuaire de l'Aulne 1999 à 2001 (Briand et Veron, 2001). La vitesse du navire était été légèrement supérieure à celle mesurée sur la Vilaine (de 1,2 ms<sup>-1</sup> à 2,3 ms<sup>-1</sup>), mais avec des traits de

## **Les tamis poussés sont responsables de blessures et de mortalités chez la civelle (*Anguilla anguilla*).**

courte durée. La moyenne des taux de mortalité totaux était de 36% (min 0.5% max 100%) comparable à celle obtenue dans la Vilaine. La mortalité variait aussi en fonction de la position dans l'estuaire, avec les plus grands taux de mortalité 49,6% (Ecart type 30,9) dans la partie aval de l'estuaire que dans le domaine amont au niveau de la zone de renversement de la marée et d'accumulation des civelles 23,4% (Ecart type 21,5). La mortalité était corrélée négativement avec la CPUE, ce qui indique que les civelles mourantes sont moins aptes au transport tidal sélectif, ce qui explique la forte mortalité (100%) enregistré dans la partie aval de l'estuaire. Les civelles nageant à la surface étaient déjà en train de blanchir et de s'opacifier.

La mortalité dans l'Adour (sud de la France) serait également l'ordre de quelques pourcents, et des mortalités autour de 30% sont considérées comme exceptionnelles (PROUZET com. Pers.). La mortalité serait également différente pour le Pibalour, de grands filets utilisés dans les estuaires de la Gironde et de la Charente, mais il n'existe pas à notre connaissance de résultats sur ce sujet dans la littérature.

En Irlande, certaines expériences de capture de civelles par piégeage à l'aide de passes ou de filet Tela (filets barrant l'estuaire utilisés au Portugal et au niveau desquels les civelles sont capturées à l'aide de tamis à main) atteignent des niveaux de mortalité de 0% (CREAN et al., 2007).

Pour conclure, si la civelle doit être transportée à travers toute l'Europe, un taux de mortalité de l'ordre de 20 à 40% induit par la pêche aux tamis poussés ne serait probablement pas compatible avec le niveau de survie requis pour le rétablissement de stock d'anguilles dans le long terme. Un grand changement dans les pratiques de pêche devra se produire, en veillant à ce que les traits soient raccourcis, et la vitesse réduite, pour pouvoir utiliser la pêche à la civelle et le transport depuis les estuaires de l'Atlantique comme un moyen de restaurer le stock.

## **Remerciements**

Frédéric Lefranc, pêcheur professionnel pour avoir fourni les civelles et son excellente compagnie durant les sorties de pêche. Cette étude a été financée par l'Institution d'Aménagement de la Vilaine, l'Agence de l'eau Loire Bretagne et la Région Bretagne.

## **References**

- ANTUNES C. and WEBER M., 1996. The glass eel fishery and the by-catch in the Rio Minho after one decade (1981-1982 and 1991-1992). Archives of Polish Fisheries, 4, 131-139.
- BIRRELL L., CRAMB G. and HAZON N., 2000. Osmoregulation during the development of glass eels and elvers. J Fish Biol, 56, 1450-1459.
- BOCQUÉNÉ G. and MIOSSÉ L., 1986. Toxicité aiguë et effets sublétaux, après une courte exposition de différents nonylphénols polyéthoxylés sur la civelle. Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes, 48, 77-84.
- BRIAND C., FATIN D. and LEGAULT A., 2002. Role of odour on the efficiency of an eel, *Anguilla anguilla*, ladder and trap. Environ Biol Fish, 65, 473-477.
- BRIAND C., FATIN D., FEUNTEUN E. and FONTENELLE G., 2003. Estuarine and fluvial recruitment of European glass eel in a fished Atlantic estuary. Fish. Man. Ecol., 10, 377-384.

**Les tamis poussés sont responsables de blessures et de mortalités chez la civelle (*Anguilla anguilla*).**

- BRIAND C., FATIN D., CICCOTTI E. and LAMBERT P., 2005. A stage-structured model to predict the effect of temperature and salinity on glass eel *Anguilla anguilla* pigmentation development. *J Fish Biol*, 67, 995-1009.
- BRIAND C., BONHOMMEAU S., BEAULATON L. and CASTELNAUD G., 2008. An appraisal of historical glass eel fisheries and markets: landings, trade routes and future prospect for management. In *The Institute of Fisheries Management Annual Conference 2007* (ed C. Moriarty), Wespport, Ireland.
- CASTELNAUD G., LOSTE C. and CHAMPION L., 2000. La pêche commerciale dans les eaux intérieures françaises à l'aube du XXIème siècle : bilan et perspectives. In *Symposium CECPI on fisheries and society*, pp. 1-24, Budapest.
- CASTELNAUD G., GUÉRAULT D., DÉSAUNAY Y. and ELIE P., 1994. Production et abondance de la civelle en France au début des années 90. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 335, 263-288.
- COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2005. Proposal for a Council regulation establishing measures for the recovery of the stock of European Eel., Rep. No. 472 final - 2005/0201 (CNS).
- CREAN S. R., DICK J. T. A., EVANS D. W., ROSELL R. S. and ELWOOD R. W., 2007. Survival of juvenile European eels (*Anguilla anguilla*), transferred among salinities, and developmental shifts in their salinity preference. *J Zool*, 266, 11-14.
- ELIE P., 1979. Contribution à l'étude des montées de civelles d'*Anguilla anguilla* L. (poisson téléostéen anguilliforme) dans l'estuaire de la Loire : pêche, écologie, écophysologie et élevage. Thèse de 3-ème cycle, Université de Rennes, Rennes.
- ELIE P. and FONTENELLE G., 1982. La pêche de la civelle *Anguilla anguilla* en France (Nécessité d'une gestion de cette ressource). In *Colloque International des entretiens écologiques de Dijon*, pp. 112-124.
- ELIE P., LECOMTE-FINIGER R., CANTRELLE I. and CHARLON N., 1982. Définition des limites des différents stades pigmentaires durant la phase civelle d'*Anguilla anguilla* L. *Vie Milieu*, 32, 149-157.
- FRIENDLY M., 1992. Mosaic Displays for Loglinear Models. In *ASA, Proceedings of the Statistical Graphics Section* pp. 61-68, Boston.
- GASCUEL D., 1985. Contribution à l'étude écologique des estuaires du littoral atlantique français : la faune accompagnatrice de la civelle. Thèse de Docteur-Ingénieur, Université de Rennes I, Rennes.
- GASCUEL D., 1987. La civelle d'anguille dans l'estuaire de la Sèvre Niortaise : biologie, écologie, exploitation, rapport global. Publications Département Halieutique, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Rennes.
- GISBERT E. and LÓPEZ M. A., 2008. Impact of glass eel fishery on by-catch fish species: a quantitative assessment In *Fish and Diadromy in Europe* (eds S. Dufour, E. Prévost, E. Rochard and P. Williot), Vol. 602. *Hydrobiologia*
- ICES, 2008 in prep. Report of the ICES/EIFAC Working Group on Eels, Leuven, Belgique.
- IFREMER, 2007. Dragage des ports de l'Estuaire de la Vilaine. Résultats du suivi de la qualité environnementale du milieu., La Trinité sur Mer.
- LEROUX S. and GUIGUES T., 2002. Etude des facteurs et pratiques influençant la qualité de la civelle en Loire. Syndicat mixte pour le développement de l'aquaculture et de la pêche en pays de Loire/ Association Agrée départementale des pêcheurs professionnels Maritimes et Fluviaux en eau douce de Loire Atlantique, Nantes.
- MCCORMICK S. D., 2001. Endocrine Control of Osmoregulation in Teleost Fish. *Amer Zool*, 41, 781-794.
- MEYER D., ZEILEIS A. and HORNIK K., 2006. The strucplot framework: Visualizing multi-way contingency tables with vcd. *Journal of Statistical Software*, 17, 1-48.
- ROBIN J. P., 1990. By-catch of juvenile flounder, *Platichthys flesus* L. 1758, in the glass-eel fishery of the Loire Estuary, France. *Aquat Living Resour*, 3 75-83

**Les tamis poussés sont responsables de blessures et de mortalités chez la civelle (*Anguilla anguilla*).**

- SOBRINO I., BALDO F., GARCIA-GONZALEZ D., CUESTA J. A., SILVA-GARCIA A., FERNANDEZ-DELGADO C., ARIAS A. M., RODRIGEZ A. and DRAKE P., 2005. The effect of estuarines fisheries on juvenile fish observed within the Gadalquivir estuary (SW Spain). *Fish Res*, 76, 229-242.
- SUURONEN P., 2005. Mortality of fish escaping trawl gears, Rome.
- TESCH F. W., 2003. The eel (ed J. E. Thorpe), pp. 407. Blackwell Publishing, London.
- VERTHAAK A. D. and JOL J. G., 1996. Disease of flounder *Platichthys flesus* in Dutch coastal and estuarine waters, with particular reference to environmental stress factors. I Epizootiologu of gross lesions. *Diseases of Aquatic Organisms*, 26, 81-97.
- WILSON J. M., ANTUNES C., BOUÇA P. D. and J. C., 2004. Osmoregulatory plasticity of the glass eel of *Anguilla anguilla*: freshwater entry and changes in branchial ion-transport protein expression. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 61, 432-442.