

VOLET POISSONS MIGRATEURS

Contrat de Projet Etat-Région
2007 - 2013



**Analyse des
tendances de stock
d'anguilles jaunes du
bassin versant de la
Vilaine par pêches
électriques
2007 - 2009**

Maître d'ouvrage :
**Institution d'Aménagement
de la Vilaine**



Cédric Briand
Brice Sauvaget

Edition : Mai 2010

Réalisé avec le concours de :



Établissement public du ministère
chargé du développement durable



MATERIEL ET METHODES

LA ZONE D'ETUDE

Pour cette étude, le bassin versant a été séparé en trois classes de distance. La zone aval située à moins de 50 kilomètres de rivière est formée principalement par des affluents connectés au bief aval de la Vilaine sous influence directe du barrage d'Arzal. La Vilaine forme un bief de 30-150 m de large, en connexion avec les marais de Redon.

La zone intermédiaire est composée de secteurs situés entre 50 et 100 kilomètres de rivière du barrage d'Arzal. Les affluents échantillonnés comportent le Canut Sud, séparé de la Vilaine aval par un barrage, et le ruisseau de l'Aron accessible après deux barrages. Le troisième, le ruisseau des Arches, est plus difficile d'accès pour les anguilles. Il est localisé sur l'Oust et est séparé par 6 barrages de navigation de la Vilaine aval. Cet axe a été entièrement équipé de passes à anguilles en 2003.

La zone amont comprend des affluents connectés à l'axe de la Vilaine. Les points d'échantillonnages sont localisés entre 110 et 165 kilomètres du barrage d'Arzal. En 1999 et 2000, 13 passes à anguilles ont été construites sur les barrages de navigation de la Vilaine, facilitant l'accès aux affluents du Canut Nord et de la Chèze. Elles ont aussi facilité l'accès au Chevré situé en amont de Rennes, bien que trois barrages soient restés non équipés pour l'accès à cette rivière. Une passe à anguilles située sur le troisième barrage de la Vilaine (La Molière) a été arrachée durant la crue de l'hiver 2000 et sa reconstruction est en cours (2006).

METHODE DE PÊCHE

19 stations de pêche électrique situées sur 10 affluents ont été prospectées entre fin août et novembre 1998 à 2005 (BRIAND *et al.*, 2006). Ces mêmes points de pêche ont été reconduits en septembre 2007 et 2009 (Figure 1). La méthode de pêche est standardisée. Les pêches électriques sont effectuées à l'aide d'un matériel de type Héron. Les secteurs de pêche couvrent approximativement une surface de pêche de 100 m². Ils sont délimités et marqués de manière à prospecter le même secteur d'une année sur l'autre. Le courant utilisé est un courant continu. L'anode est placée à intervalles réguliers de manière à prospecter l'ensemble de la surface du secteur de pêche. Une fois le courant appliqué, l'électrode est maintenue en place pendant au minimum 30 secondes, plus si une anguille est détectée. La capture des anguilles se fait à l'aide de deux pêcheurs, équipés d'une épuisette large à cadre métallique avec le bord inférieur droit de 60cm de large avec des mailles de 2 mm ; et d'une petite épuisette à main ronde ou carrée avec des mailles de 2 mm. Cet équipement peut varier en fonction des circonstances. Les grandes épuisettes sont surtout efficaces dans les secteurs où le débit est important et la visibilité réduite. Lorsque le débit est nul, les grandes épuisettes ne sont pas utilisées. Les épuisettes secondaires peuvent être remplacée par des petites épuisettes rectangulaires utilisées dans la biométrie lorsque le cours d'eau pêché est en étiage sévère, et qu'il est nécessaire de « chasser » les anguillettes dans les interstices des pierres sur les radiers.

Les stations pêchées font l'objet d'un inventaire complet de la faune piscicole présente. Le nombre d'anguilles collectées par point est noté par un opérateur en rive, qui est également chargé de contrôler le temps de pêche.

PÊCHE COMPLEMENTAIRE AU MARTIN PECHEUR

En vue de calibrer les pêches effectuées à l'aide de la méthode EPA martin pêcheur, le martin pêcheur a été utilisé sur les secteurs de pêche avant d'effectuer la pêche de manière normale, avec deux passages. Un nombre limité de points entre 7 et 10 a été effectué par station. Les points ont été sélectionnés au hasard, de manière à ce que les anguilles pêchées sur un point ne puissent pas avoir été capturées lors de la pêche sur un autre point. Pour les estimations d'effectif, les anguilles capturées au martin pêcheur ont été ajoutées à celles du premier passage, en faisant l'hypothèse qu'elles auraient de toute façon été capturées car le héron est plus efficace.

ANALYSES STATISTIQUES

L'évolution des densités d'anguilles est analysée en séparant les stations en fonction de la distance (0-50 kilomètres de rivière rkm) ; 5 à 100 rkm et > 100 rkm. Les densités sont converties en âge grâce à la clé taille élaborée par Mounaix (1992) et complétée par des anguilles prélevées en 1998 et 1999 dans les cours d'eaux (Briand *et al.*, 2006).

L'évolution de la densité d'anguilles est donc effectuée par zone et par âge. Les tendances de densité sont analysées ainsi que la valeur absolue, qui est comparée à la valeur de référence de 0.3 anguille.m⁻² fixée par le COGEPOMI pour les parties aval des cours d'eaux.

L'efficacité de pêche est calculée comme suit :

$$\text{efficacité (\%)} = \text{nombre capturé premier passage} / \text{nombre total capturé.}$$

EFFET DES MESURES DE TRANSPORT DE CIVELLES

En Vilaine les décisions de gestion ont en partie reposé sur la mise en place d'opérations de pêches expérimentales et de transport de civelles qui étaient destinées à compenser la diminution des montées sur la passe à civelles. Ces opérations de transport ont eu lieu en 1999 2000 et de 2001 à 2005. Elles offrent une opportunité de mesurer l'effet d'une politique de gestion qui semble se mettre en place à l'échelle européenne.

L'analyse de la survie des civelles après transport dans des ruisseaux de taille suffisamment réduite pour permettre un échantillonnage systématique des abondances de civelles après transport a conduit à des valeurs extrêmement faibles. Ces éléments, de même que la connaissance des problèmes de survie des civelles après pêche (Briand *et al.*, 2008), amènent à vouloir tester l'hypothèse d'une survie différente entre les civelles migrant sur la passe et les civelles obtenues après pêche expérimentale.

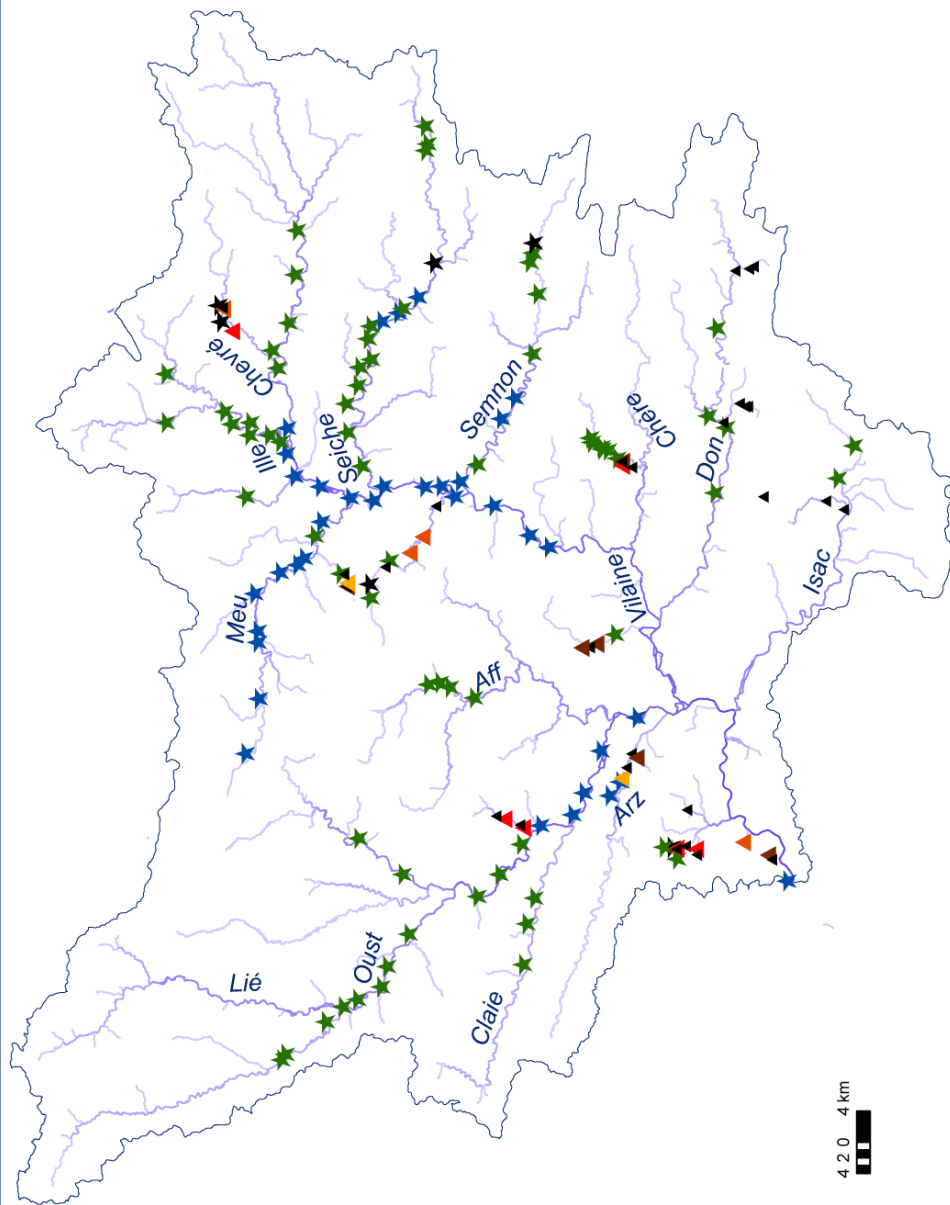
L'hypothèse qui est effectuée est que les densités dans les cours d'eaux ont, après quelques années, une importance qui est linéairement liée au recrutement fluvial. Le recrutement fluvial net de civelles est calculé avec une mortalité différente entre les civelles franchissant la passe et les civelles les civelles transportées après pêche. Trois hypothèses sont effectuées :

- H1 : une survie identique en fonction des deux sources (60 % de mortalité),
- H2 : une survie plus faible des civelles transportées (80 % de mortalité),
- H3 : une survie nulle des civelles transportées.

Ces données sont comparées à l'évolution des densités analysées dans la zone aval (0-50 kilomètres), qui est également celle où les transports ont eu lieu.

L'analyse des corrélations croisées entre la série de densités obtenues après pêche électrique et la série de recrutement fluvial renseigne sur le délai moyen entre l'arrivée des civelles et l'éventuel pic de densités dans les cours d'eaux. Ce délai est appliqué pour décaler les séries de recrutement. Ensuite la corrélation entre les séries correspondant aux différentes hypothèses de mortalité est appliquée. L'idée est que la série avec la meilleure corrélation correspondra à la meilleure survie probable des civelles.

Stations de pêche échantillonnées depuis 1999 et densité d'anguilles jaunes en 2009 sur le bassin de la Vilaine



Classes de densités estimées (ang/100 m²)

Stations IAV

- 0.0 - 1.0
- 1.01 - 5.0
- 5.0 - 10.0
- 10.0 - 30.0
- > 30.0

▲ Stations échantillonnées avant 2009

Franchissabilité des obstacles

- ★ Infranchissable sauf conditions exceptionnelles
- ★ Infranchissable
- ★ Equipé de passe à anguilles

Auteur : G. GERMIS, Bretagne Grands Migrateurs

Date : janvier 2010

Source : ©BD-Carthage IAV - ONEMA SD 22 - ONEMA DIR Bretagne Pays de Loire

Figure 1
 Carte du bassin versant de la Vilaine avec les densités observées sur les stations de pêche électriques IAV 2009, les stations IAV anciennement prospectées et la franchissabilité des barrages (source Bretagne Grands Migrateurs).

Etat des populations d'anguille sur le bassin de la Vilaine et franchissabilité des obstacles à la migration

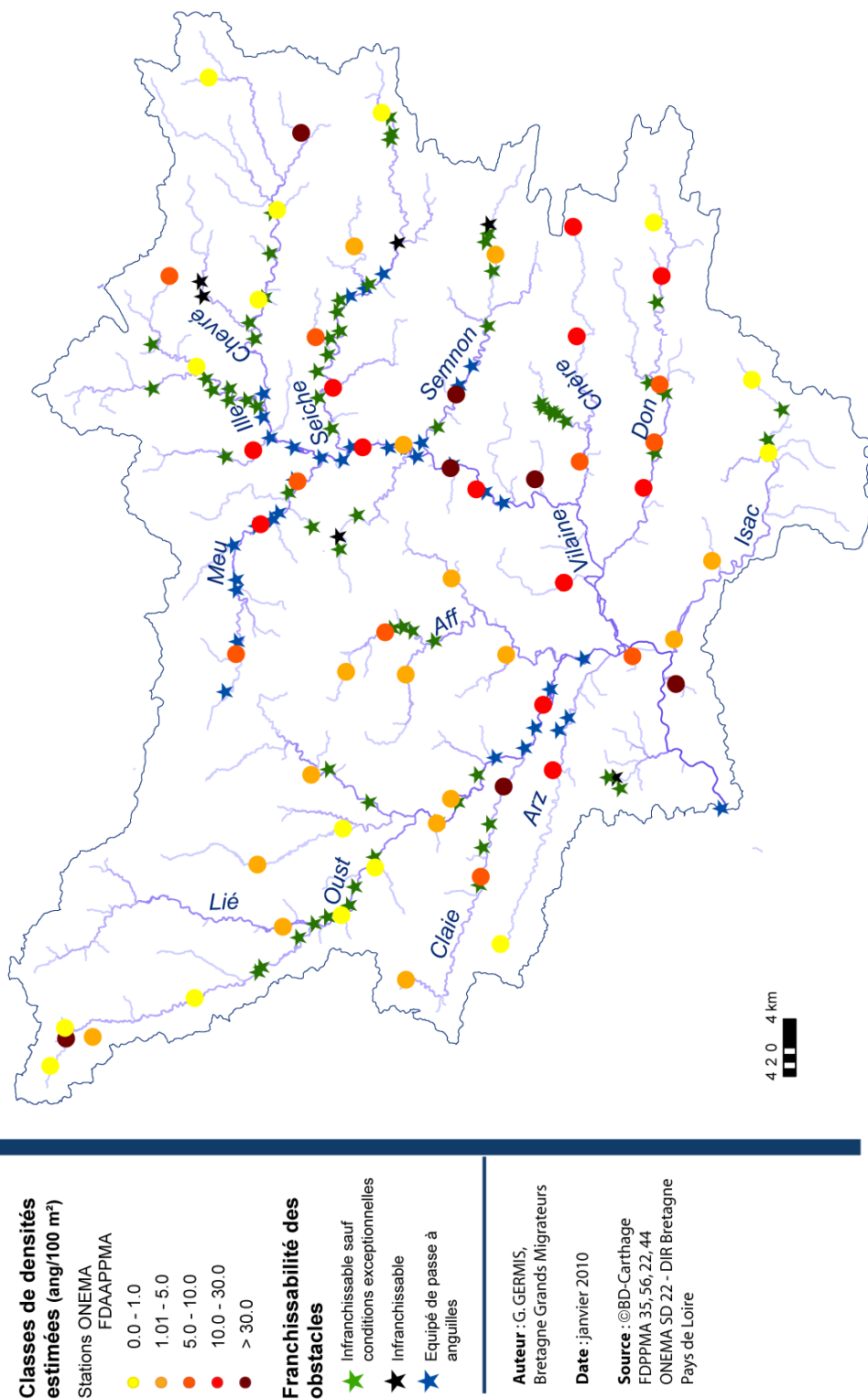


Figure 2

Carte du bassin versant de la Vilaine avec les densités observées sur les stations de pêche électriques ONEMA et FDAAPPMA, et la franchissabilité des barrages (source Bretagne Grands Migrateurs).

RESULTATS

RECRUTEMENT ESTUARIEN

Les captures totales de la pêcherie sont passées de 57 T en 1981 à 17.4, 14.9, 13.9, 7.9, 14.5, 9.1, 6.7, 6.0 et 2.3 T respectivement de 1998 à 2009 pour les années de pêches électriques.

RECRUTEMENT FLUVIAL

Le recrutement fluvial vers le bassin versant est composé majoritairement du stade civelle, variant de 0.02 à 2.47 millions de civelle par an (7 à 701 kg pour 2004 et 1998). Le nombre d'anguilles jaunes comptées sur les passes a varié de 15 553 à 33 649 entre 1996 et 1999, puis a chuté à 851 en 2005 pour remonter fortement ensuite à 71 584 en 2009. Les deux recrutements fluviaux les plus forts ont été observés en 1996 et 1998 et la chute du recrutement fluvial reflète celle des débarquements de la pêche civellière qui sont passés de 21 tonnes en 1997 à 2.3 tonnes en 2009. Entre 2000 et 2005, les captures lors des pêches expérimentales ont lissé la chute du recrutement fluvial sans la compenser pleinement (Figure 3). L'augmentation de la migration des anguilles jaunes après 2005 s'explique par l'arrêt des pêches scientifiques de civelles après la saison de pêche professionnelle ; les civelles non pêchées constituant ainsi chaque année un stock estuarien d'anguillettes pour les années suivantes.

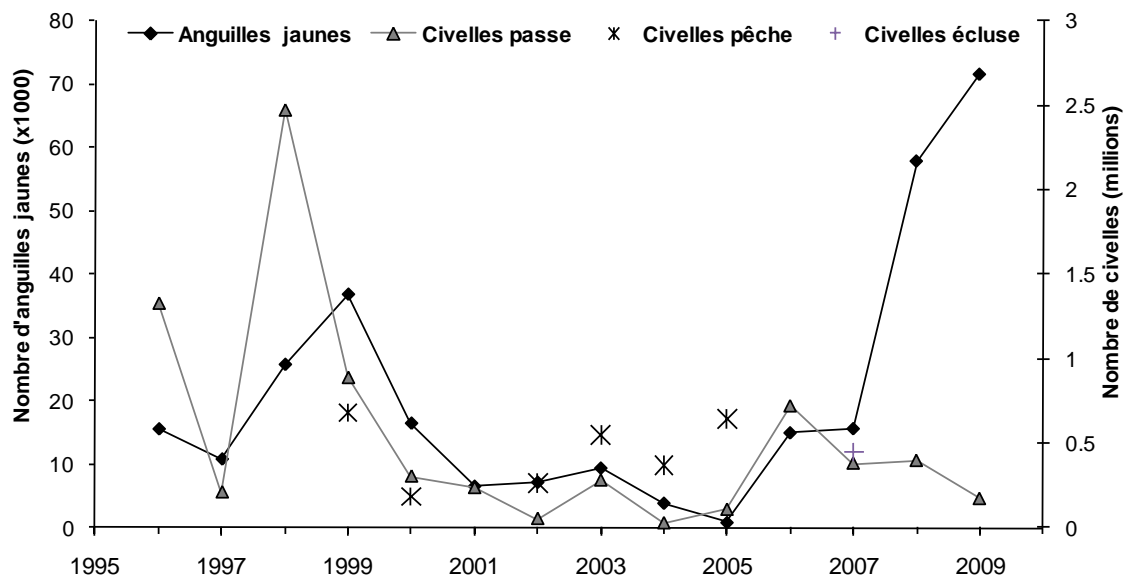


Figure 3

Tendance historique du recrutement fluvial d'anguilles jaunes et de civelles. Les civelles pêche correspondent au nombre de civelles pêchées en estuaire et transportées directement en eau douce à proximité du barrage d'Arzal.

TENDANCES DE LA POPULATION D'ANGUILLE

L'efficacité de pêche est très bonne pour les années 2007 et 2009 (Tableau 1). Le nombre moyen d'anguilles par station continue à diminuer par rapport à 2005 avec 19.9 et 20.6 individus en 2007 et 2009.

	Nombre moyen captures / station	Densité Moyenne CS (N.m-2)	Efficacité CS (%)	Nombre total capturé
1981	15.6	0.12 +- 0.07	0.75 +- 0.13	140
1998	53.0	0.72 +- 0.33	0.53 +- 0.07	1007
1999	66.3	0.83 +- 0.43	0.54 +- 0.07	1196
2000	65.2	0.85 +- 0.36	0.61 +- 0.1	1238
2001	70.3	0.76 +- 0.26	0.62 +- 0.08	1335
2002	44.0	0.58 +- 0.27	0.59 +- 0.1	836
2003	34.6	0.34 +- 0.1	0.71 +- 0.08	658
2005	22.5	0.26 +- 0.09	0.72 +- 0.11	427
2007	19.9	0.23 +- 0.08	0.68 +- 0.08	378
2009	20.6	0.23 +- 0.08	0.69 +- 0.1	391

Tableau 1
Variation des captures d'anguilles et de l'efficacité de pêche électrique calculée sur 17 stations pour 1981 et 19 stations pour la période 1998-2009.

Les densité moyennes sont passées de 0.72 ± 0.33 anguilles.m⁻² en 1998 à 0.83 ± 0.41 anguilles.m⁻² en 1999 puis ont chuté à 0.23 ± 0.08 anguilles.m⁻² pour 2007 et 2009 (Figure 4).

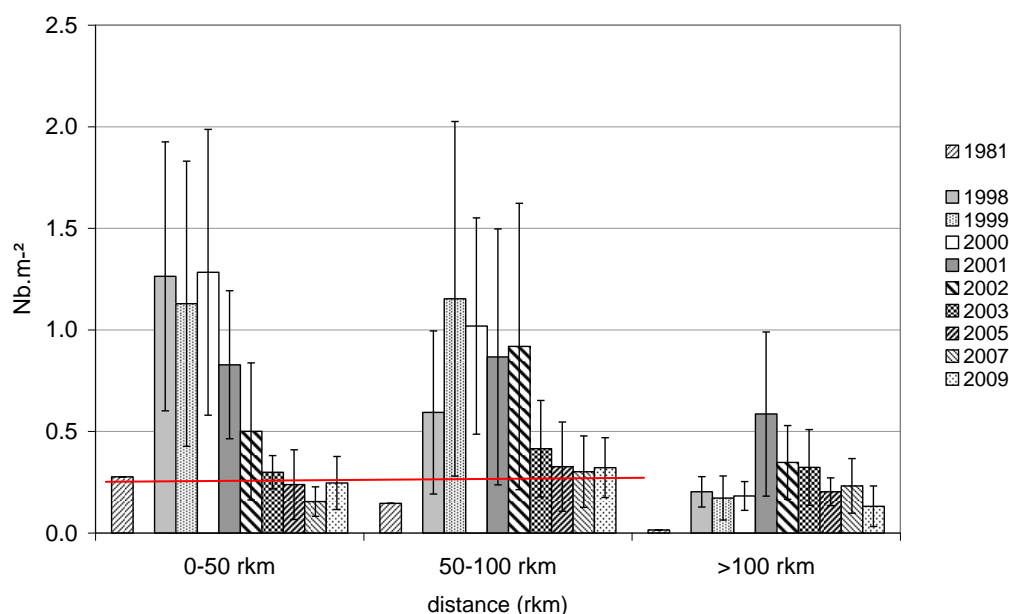


Figure 4
Densités moyennes d'anguilles par classe de distance pour les pêches électriques de 1981 et de 1998 à 2009. Les barres d'erreur correspondent aux intervalles de confiance à 0.05. L'axe rouge représente le seuil fixé actuellement dans le plan de gestion (0.3 anguilles.m⁻²).

Les biomasses moyennes sont plus stables que les densités. Elles sont passées de 17.2 g.m⁻² à 20.1 g.m⁻² de 1998 à 2000 puis ont diminué de 18.8 à 8.9 g.m⁻² entre 2001 et 2009 (Figure 5).

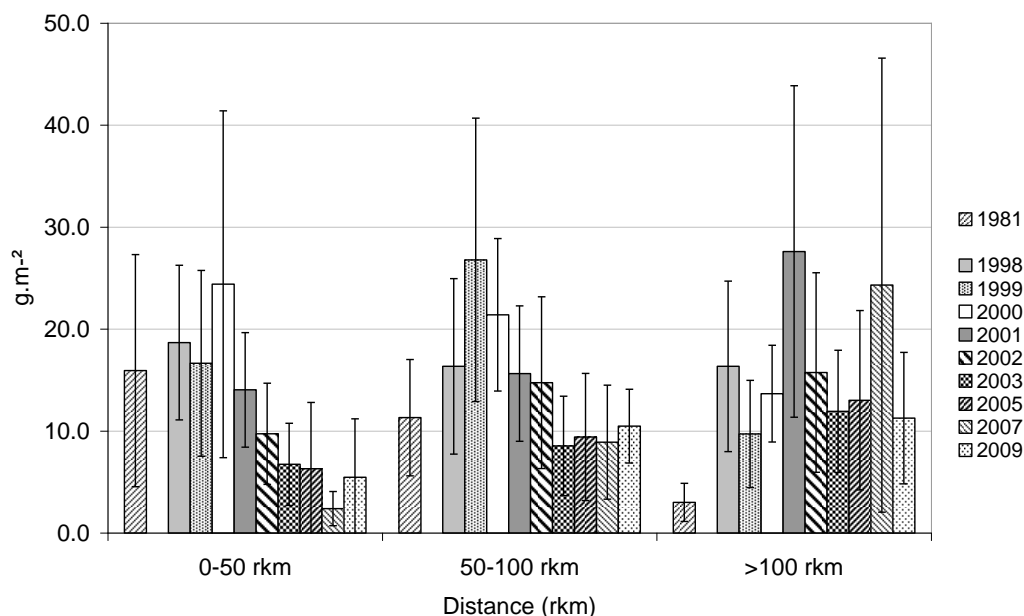


Figure 5
Biomasses moyennes d'anguilles par classe de distance pour les pêches électriques de 1981 et de 1998 à 2009. Les barres d'erreur correspondent aux intervalles de confiance à 0.05.

La répartition en classes d'âge des anguilles capturées, à l'aide d'une clé taille âge recalculée dans les années 1998-2000 sur le bassin met en évidence des tendances démographiques distinctes en fonction de la distance à la mer.

Cette clé taille âge doit être considérée avec précaution car il n'y a pas eu de vérification des données de croissance. Les anguillettes en migration ayant une taille significativement plus faible que les autres (IMBERT *et al.*, 2008), il est possible que les individus classés dans les moins de deux ans aient en fait un âge plus important (3 ou 4 ans).

Sur le secteur le plus aval, le pourcentage d'anguilles d'âge 0 et 1 augmente après un minimum à 33% en 2005 (Figure 6). Sur les secteurs intermédiaire et amont, entre 2007 et 2009, la population rajeunit légèrement après un vieillissement continu depuis 2001. Les valeurs minimales d'anguilles des pourcentages d'anguilles d'âge 0 et 1 ont été mesurées en 2007 pour le secteur intermédiaire (24%) et pour pour le secteur amont (6%). Sur le secteur aval, la valeur minimale du pourcentage d'anguilles d'âge zéro et un a été mesurée en 2005 à 33 %.

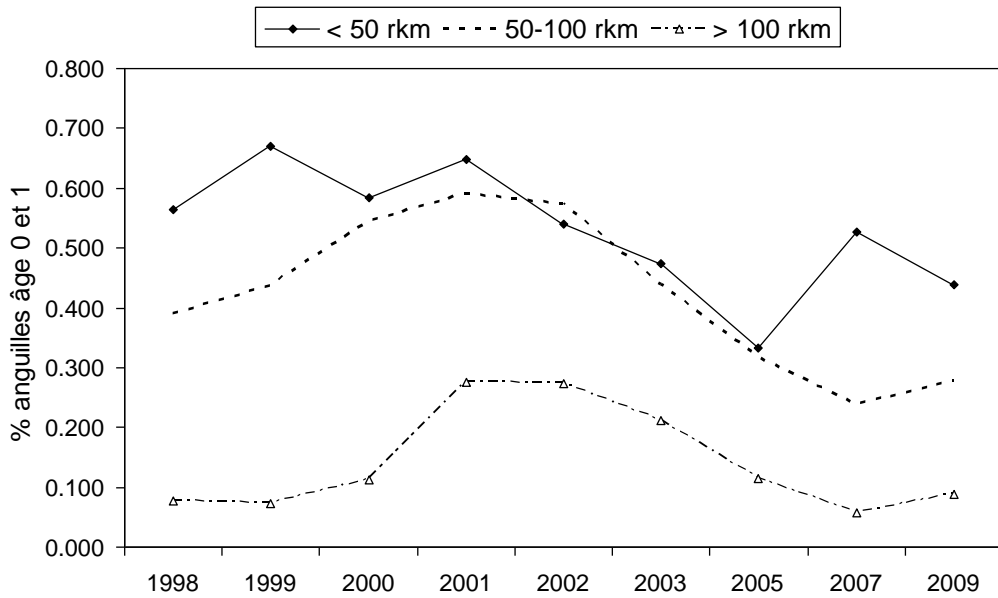


Figure 6

Evolution temporelle de la structure d'âge des anguilles (reconstituée à l'aide d'une clé taille âge) représentant la part des anguilles d'âge 0 et 1 dans la population pour les trois secteurs de pêche.

En 1981, les densités d'anguilles sont très faibles et les âges 4+ sont majoritaires. A partir de 1998, les densités augmentent très fortement et les âges 1 dominent ($0.28 \text{ anguilles.m}^{-2}$). Les années 2007 et 2009 sont similaires avec une forte baisse des âges 1 depuis 1998 et une population vieillissante (Figure 7).

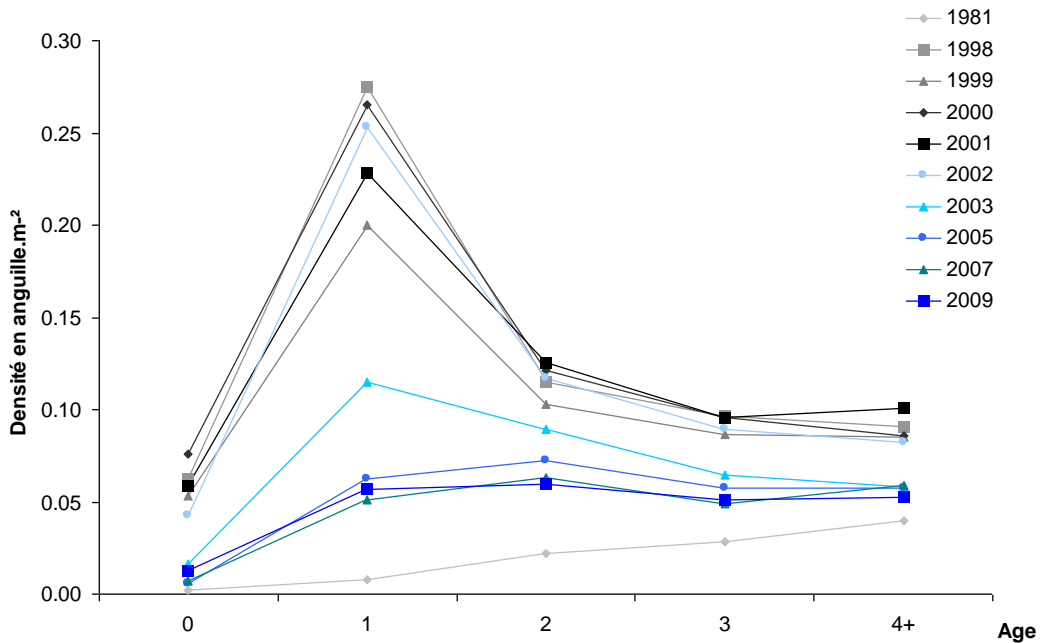


Figure 7

Evolution des densités moyennes d'anguilles par classes d'âge, tous secteurs confondus.

La corrélation entre la série de recrutement fluvial mesurée à partir des civelles et des anguilles jaunes migrant sur les passes d'Arzal, et à partir des civelles transportées vers le fleuve, est maximale avec un délai de deux ans entre les séries de données. La corrélation entre la série de recrutement fluvial et celle de densités d'anguilles jaunes décalées de deux ans est de 0.55 si on fait une hypothèse de mortalité identique entre les civelles transportées et les civelles montées sur la passe. Elle augmente à 0.63 si on fait une hypothèse de mortalité de 60% pour les civelles de la passe contre une mortalité plus forte (80%) pour les civelles pêchées. Elle est maximale (0.69) si on suppose que toutes les civelles transportées meurent (Figure 8).

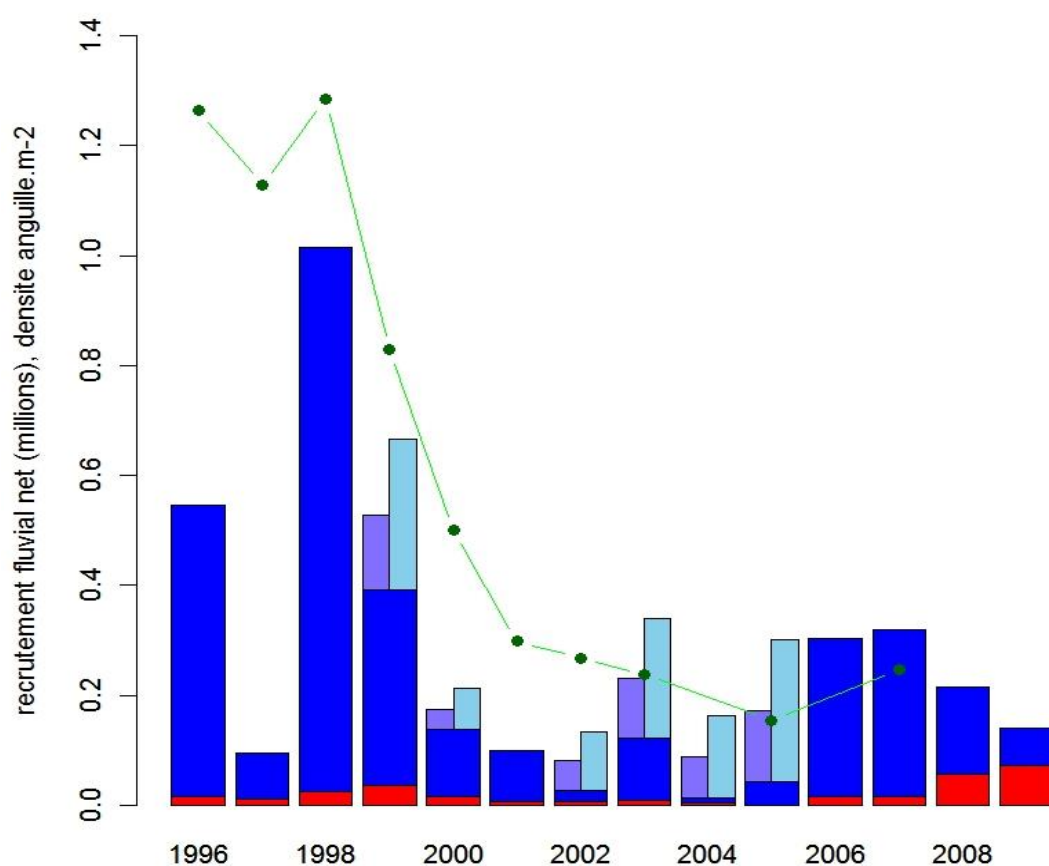


Figure 8

Du bas vers le haut :

En rouge : recrutement fluvial net en anguilles jaunes (hypothèse de mortalité = 0) ; en bleu foncé : recrutement fluvial en civelles de la passe (hypothèse mortalité = 60%).

H1, en bleu clair : contribution des civelles de transport (mortalités identique à la passe).

H2, en violet : contribution des civelles transportées pour une mortalité de 80% (50% de la survie des civelles de la passe).

En vert, densités en anguilles jaunes (en anguilles.m⁻²) mesurées lors des pêches électriques et décalées de 2 ans. Voir le texte pour le calcul des corrélations.

DISCUSSION

Les densités moyennes sont passées, en 2005, en dessous de la cible de 30 anguilles pour 100 m² affichée par le plan de gestion, et la situation s'est encore dégradée en 2007 et 2009 (Figure 4). Après une tendance à l'augmentation qui s'est poursuivie jusqu'en 2001 dans les secteurs amont de la Vilaine, elles accusent une baisse marquée dans tous les secteurs. La baisse est particulièrement forte dans les secteurs aval où les fortes densités ont probablement conduit à la production de mâles dont le départ a probablement commencé dès 2001. En 2009, seules trois rivières sur dix (Canut Sud, Arzal, Aron) atteignent la cible de 30 anguilles.100m² (Figure 1).

Les biomasses moyennes sont en chute marquée dans le secteur aval et se maintiennent par rapport à 2003-2005 dans les deux autres secteurs (Figure 5). La forte biomasse observée en 2007 sur le secteur le plus amont s'explique par l'accumulation d'anguilles de grande taille en aval d'un ouvrage interdisant la migration (en aval de l'étang de Chevré) ; elle est moins forte en 2009 car la majorité des individus ont disparu de ce secteur, sans doute suite à leur argenture. On trouve ainsi sur le secteur amont la même tendance continue à la diminution des densités d'anguilles avec un décalage dans le temps.

Il est intéressant de noter que l'analyse des structures en taille des anguilles argentées (voir rapport dévalaison 2009) confirme que seul le bassin versant du Trévelo est composé majoritairement de mâles (91%). Plus en amont, sur le bassin versant de l'Isac, mais encore dans la zone 0-50 rkm, la proportion de mâles diminue à 25%. L'interprétation sur une origine liée au sexe de l'évolution différente des densités entre les sites est donc correcte. L'amont du bassin profite probablement encore des dernières recrues de 1998 et 1999, et il faut probablement s'attendre à une chute importante des densités et des productions d'anguilles argentées dans les années à venir.

La chute spectaculaire des densités dans le secteur aval montre que la diminution des arrivées estuariennes de civelles va avoir un impact considérable sur les populations d'anguilles jaunes de nos cours d'eaux. Il convient de remarquer qu'au cours de la dernière décennie le régime de gestion a plutôt eu tendance à s'améliorer, mais que la diminution de 20% des taux d'exploitation n'a pas suffi à enrayer la chute des arrivées de civelles.

Pour les stations distantes de plus de 100 km, l'effet de la gestion locale avec la construction de passes à anguilles (en 1999, 2000 et principalement 2001) a bénéficié aux civelles arrivées en 1998 et 1999 (Figure 7). Les zones amont sont devenues accessibles plus rapidement avec l'amélioration de la continuité écologique sur le bassin versant de la Vilaine.

On observe un rajeunissement des populations d'anguilles jaunes sur les zones aval. Ce rajeunissement est accompagné par une augmentation des densités. Cette dernière ne concerne pas les anguillettes d'âge 1 qui restent pour les trois dernières années (2005- 2007 et 2009) à des densités entre 6 et 7 anguilles pour 100 m², soit 10 % de la valeur atteinte dans les années 1998 – 1999 (Figure 13). Ce phénomène est à relier avec la modification de la composition en stades des anguilles migrant sur la passe d'Arzal, où la proportion d'anguilles jaunes n'est plus aussi négligeable qu'autrefois (Figure 8).

La mise en place d'opérations de transport entre 2001 et 2005 ne s'est pas traduit par une augmentation de densité dans la partie aval du fleuve où avaient lieu ces transports. Les densités d'anguilles d'âge 1 ont chuté d'un facteur 10 après 2000 au moment où les transports ont eu lieu, et

où ils auraient dû, numériquement, compenser la baisse de recrutement sur la passe. La meilleure corrélation entre la série de recrutement fluvial et les estimations de densités est obtenue en faisant l'hypothèse que toutes les civelles transportées sont mortes. Il fait peu de doutes que les opérations de transport n'ont pas marché, probablement du fait de la qualité des civelles pêchées (Briand *et al.*, 2009). Pourtant, les pêches expérimentales ont fait l'objet d'une attention particulière, notamment en ce qui concerne la vitesse des navires, la durée des traits, et le traitement par les mareyeurs des civelles collectées. Ce résultat, qui est le seul sur une expérimentation à large échelle sur le territoire national, devrait conduire à réviser la politique nationale de transport.

L'évolution des densités et de la structure d'âge traduit l'échec des mesures de gestion. La poursuite de la chute du recrutement et la mise en place de mesures de gestion inadaptées à la diminution du stock, se traduira probablement par la poursuite de la chute des densités sur le bassin versant.

REFERENCES

- BRIAND C., FATIN D., FONTENELLE G. and FEUNTEUN E., 2006. Effect of re-opening of a migratory axis for eel at a watershed scale (Vilaine river, Southern Brittany). *Bull Fr Pêche Piscic*, 378, 67:86.
- BRIAND C., SAUVAGET B., BEULATON L., GIRARD P., VÉRON V. et FATIN D., 2008. Push net fisheries are responsible for injuries and post fishing mortalities in glass eel (*Anguilla anguilla*). Rapport 17 p.
- IMBERT H., ARROWSMITH R., DUFOUR S. and ELIE P., 2008. Relationships between locomotor behaviour, morphometric characters and thyroid hormone levels give evidence of stage-dependent mechanisms in European eel upstream migration. *Horm. Behav.*, 53, 69:81.
- MOUNAIX B., 1992. Intercalibration et validation des méthodes d'estimation de l'âge de l'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*, L.). Application au bassin versant de la Vilaine, Bretagne. Thèse Ingénieur, Ecole nationale Supérieure Agronomique de Rennes, Rennes, pp 146.
- RICHARD G., 2009. Analyse des migrations d'anguilles au barrage d'Arzal. Rapport de stage, 59p.

ANNEXES

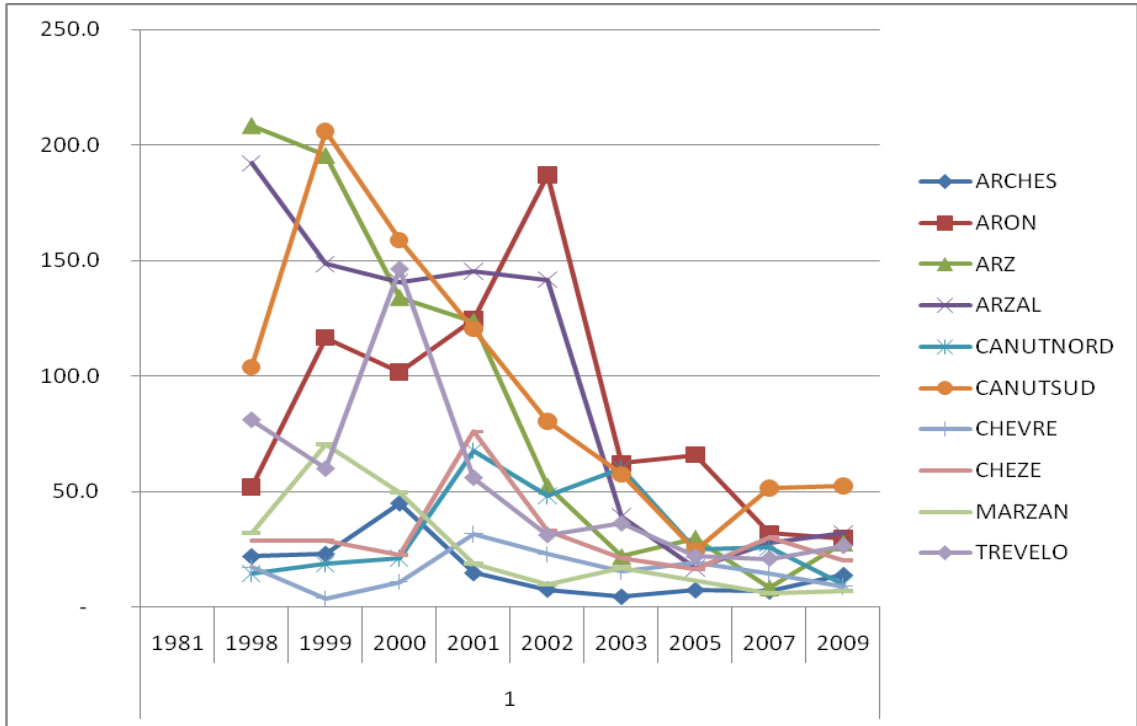


Figure 9
Tendances des densités sur les différentes rivières du bassin versant de la Vilaine.

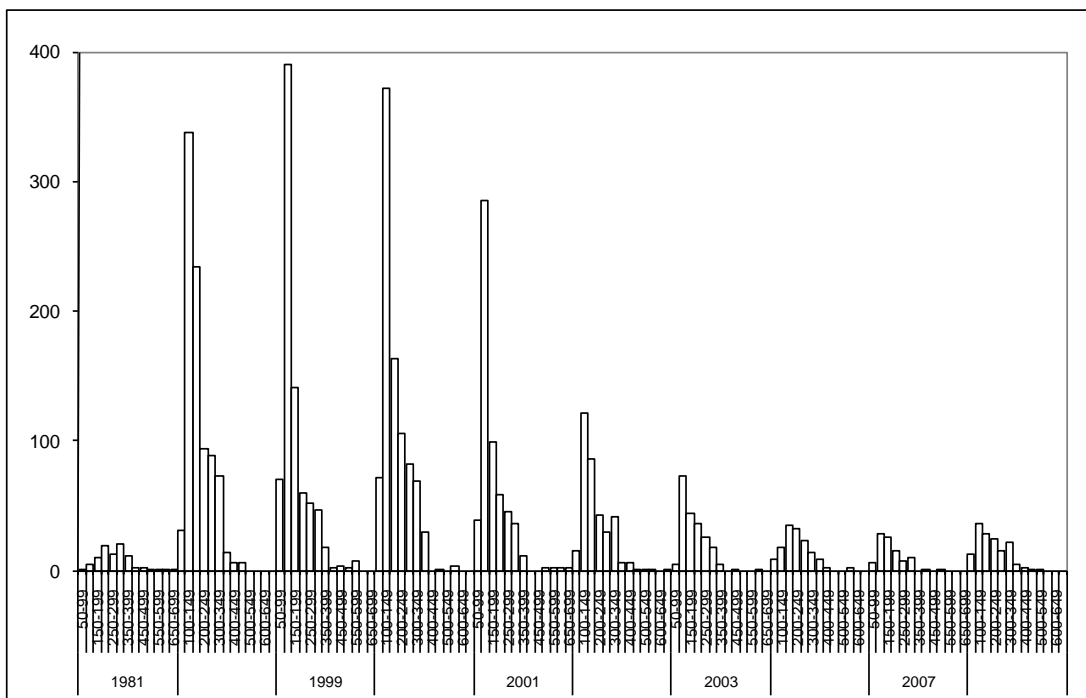


Figure 10
Evolution des densités par classe de taille entre 1981 (Elie et Rigaud, 1984) et 2009. Secteur 0-50km

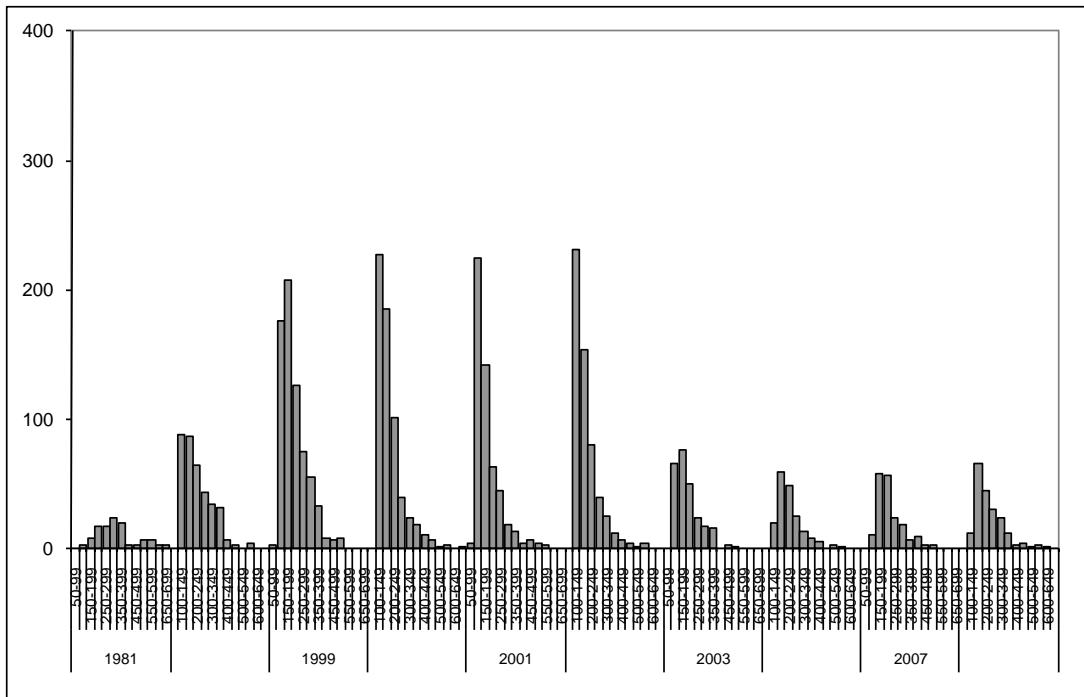


Figure 11
 Evolution des densités par classe de taille entre 1981 (Elie et Rigaud, 1984) et 2009. Secteur 50-100rkm. Les densités maximales correspondent à celles du graphique à-50 rkm.

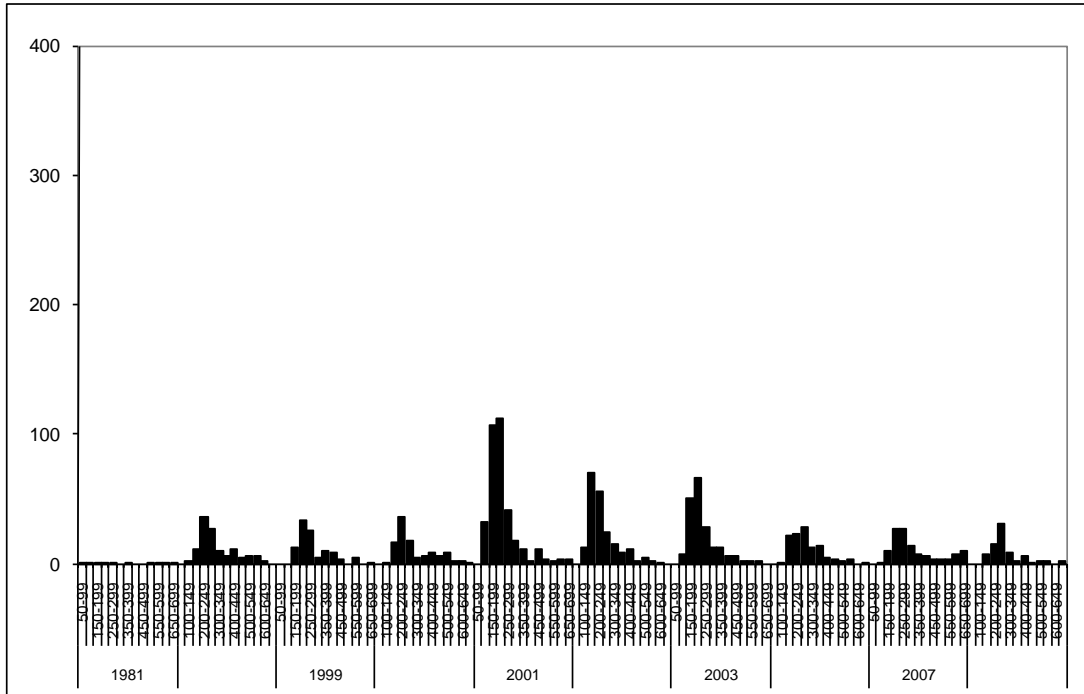


Figure 12
 Evolution des densités par classe de taille entre 1981 (Elie et Rigaud, 1984) et 2009. Secteur >100rkm. Les densités maximales correspondent à celles du graphique 0 à-50 rkm.



Figure 13

Evolution des densités par classe âge entre 1998 et 2009. Chaque point correspond à une station de pêche, la couleur est relative à l'âge des anguilles capturées. Notez l'échelle utilisée pour l'axe des ordonnées ($y = \sqrt{\text{densité}}$).