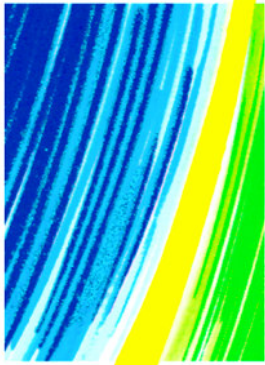
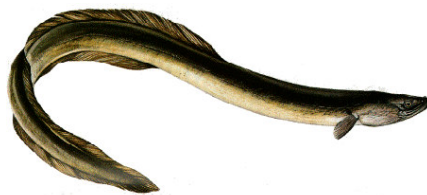


A
G
L
I
A



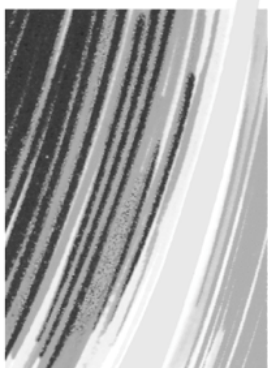
**OBSERVATOIRE
DES PÊCHES ET DES CULTURES MARINES
DU GOLFE DE GASCOGNE**

**PRINCIPAUX FACTEURS A PRENDRE EN COMPTE POUR
UNE MEILLEURE GESTION DE
L'ANGUILLE EUROPEENNE *Anguilla anguilla***



**Stéphanie MUCHIUT, François GALLET, Daniel AUBIN (IMA)
Laurent BARANGER, Véronique LE BIHAN, Yves PERRAUDEAU (LEN CORRAIL)**

AGLIA



**OBSERVATOIRE
DES PÊCHES ET DES CULTURES MARINES
DU GOLFE DE GASCOGNE**

**PRINCIPAUX FACTEURS A PRENDRE EN COMPTE POUR
UNE MEILLEURE GESTION DE
L'ANGUILLE EUROPEENNE *Anguilla anguilla***

**Stéphanie MUCHIUT, François GALLET, Daniel AUBIN (IMA)
Laurent BARANGER, Véronique LE BIHAN, Yves PERRAUDEAU (LEN CORRAIL)**

Observatoire des Pêches et des Cultures Marines du golfe de Gascogne

Editeur : AGLIA
Centre International de la Mer
La Corderie Royale
BP 108
17303 ROCHEFORT
Tél. 05.46.82.60.60 - Fax 05.46.88.45.78

Directeur de la Publication : M. Philippe MOST, Président de l'AGLIA

Impression en France par : Société Atlantique d'Impression (SAI)
Z.I. de Mayonnabe
18, allée Marie- Politzer
64200 BIARRITZ

Dépôt légal : Février 2002

Remerciements

Nous tenons tout particulièrement à remercier les personnes ayant contribué à la réalisation de ce travail par leur constante collaboration :

- M. François-Xavier CUENDE, Institution Adour
- M. Cyrille GUERNALEC, CIPE / CNPMEM
- M. Thierry GUIGUE, SMIDAP
- Mme Jacqueline RABIC, CRPMEM d'Aquitaine
- M. Louis VILAINE, Président de la CIPE / CNPMEM

Un grand merci également à M. Patrick GIRARD, vétérinaire consultant, Melle Marie-Noëlle DE CASAMAJOR du Laboratoire halieutique d'Aquitaine d'Ifremer et M. Christian RIGAUD du Cemagref pour le temps qu'ils nous ont consacré et les nombreux documents qu'ils nous ont transmis.

Enfin, nous remercions l'ensemble des personnes rencontrées lors de diverses réunions (GRISAM, COGEPOMI...) pour avoir partagé leurs connaissances et leurs expériences.

SOMMAIRE

PREAMBULE

1. INTRODUCTION.....	3
2. CONNAISSANCE DE L'ANGUILLE (ANGUILLA ANGUILLA).....	5
2.1. PREMIERE MIGRATION TRANSOCEANIQUE À L'ÉTAT DE LARVE	5
2.2. MÉTAMORPHOSES ET VIE CONTINENTALE	7
2.3. RETOUR EN MER ET REPRODUCTION	9
3. ETAT ET CONNAISSANCE DU STOCK D'ANGUILLES.....	11
3.1. ETAT ACTUEL DES CONNAISSANCES	11
3.2. CAS DE L'ANGUILLE AMÉRICAINE <i>ANGUILLA ROSTRATA</i>	12
3.3. MOYENS D'ESTIMATION DES STOCKS.....	13
4. FACTEURS NATURELS AGISSANT SUR LE FLUX ENTRANT DE CIVELLES ET SUR LA DÉVALAISON DES ANGUILLES ARGENTÉES	15
4.1. DÉBIT FLUVIAL.....	15
4.2. VENT	15
4.3. LUMINOSITÉ	16
4.4. TEMPÉRATURE DE L'EAU	16
4.5. CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES ET IMPACT SUR L'ANGUILLE SÉDENTAIRE ET L'ANGUILLE D'AVALAISON ...	17
5. ANALYSE DES FACTEURS ABIOTIQUES SUSCEPTIBLES D'EXPLIQUER L'ETAT DE LA RESSOURCE.....	19
5.1. FACTEURS NATURELS	19
5.2. OBSTACLES PHYSIQUES À LA MIGRATION AMONT DES CIVELLES	20
5.3. QUALITÉ DES EAUX	26
5.4. QUALITÉ DES MILIEUX.....	36
5.5. CONCLUSION	41
6. ANALYSE DES FACTEURS BIOTIQUES SUSCEPTIBLES D'EXPLIQUER L'ÉTAT DE LA RESSOURCE.....	43
6.1. ASPECT SANITAIRE	43
6.2. PRÉDATIONS	45
7. PRÉLÈVEMENTS ANTHROPIQUES.....	47
7.1. PÊCHES PROFESSIONNELLES	47
7.2. RÉGLEMENTATION DE LA PÊCHE PROFESSIONNELLE.....	50
7.3. PÊCHE NON PROFESSIONNELLE	57
7.4. AUTRES PRÉLÈVEMENTS.....	57
7.5. CONCLUSION	59
8. IMPORTANCE SOCIO-ÉCONOMIQUE DE CETTE RESSOURCE : EXEMPLE DES MARINS PÊCHEURS ESTUARIENS	61
8.1. UNE SPÉCIALITÉ DE LA FAÇADE AGLIA.....	61
8.2. UNE GESTION DE L'EFFORT DE PÊCHE TRÈS ENCADRÉE	62
8.3. UNE ACTIVITÉ QUI REPOSE SUR L'ANGUILLE AU STADE CIVELLE.....	63
8.4. UN RÔLE MOTEUR ET STRUCTURANT DE LA VIE SOCIALE LOCALE.....	64
9. PRINCIPES DE GESTION.....	67
9.1. IMPORTANCE DES DIVERS CONTRAINTES POUR L'ANGUILLE EUROPÉENNE	67
9.2. RESTAURATION DU STOCK D'ANGUILLES EUROPÉENNES	69
9.3. ALEVINAGE ET TRANSFERT DE CIVELLES : UN MOYEN DE GESTION ?.....	70
10. CONCLUSION – DISCUSSION	73

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXE 1

TABLE DES MATIERES

SIGLES ET ABREVIATIONS

GLOSSAIRE

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Aire de répartition de l'anguille européenne <i>Anguilla anguilla</i>	6
Figure 2 : Schéma de principe d'une passe migratoire à civelles et anguilletes	24
Figure 3 : Réservoirs de soutien d'étiage dans le bassin de l'Adour	40
Figure 4 : Limites administratives et réglementaires d'un estuaire	50
Figure 5 : Circonscription géographique des C.E.L. CIPE	63
Figure 6 : Schématisation des principaux facteurs défavorables contribuant à la diminution du stock	68

Photo 1 : Vue d'un débouché aval d'une buse illustrant les problèmes posés à la migration du poisson : chute à l'aval, vitesse élevée et tirant d'eau insuffisant dans l'ouvrage	23
Photo 2 : Seuil ne permettant pas le franchissement des anguilletes	23
Photo 3 : Rampe équipée d'un substrat de type brosse	24

Tableau 1 : Surfaces d'eau douce appropriées et accessibles aux anguilles en Europe	21
Tableau 2 : Estimation des densités de captures dans les pays européens	48
Tableau 3 : Mesure de conservation de l'anguille dans les pays européens	56
Tableau 4 : Effectifs concernés et estimation du chiffre d'affaires total dégagé en estuaire en 1998	61
Tableau 5 : Captures dans les bassins de la façade AGLIA en 1998	62
Tableau 6 : Estimation de la part de l'activité civelle en estuaire	64

PREAMBULE

La gestion de cette espèce est rendue difficile du fait de son cycle biologique particulier. On considère en effet que l'anguille est une espèce panmictique, c'est à dire qu'il n'existe qu'une seule et même population. Tous les géniteurs iront pondre dans la Mer des Sargasses, lieu présumé de la reproduction, et les alevins seront disséminés sur toute l'aire de distribution de l'espèce.

En revanche, on ignore encore aujourd'hui s'il existe une relation stock-recrutement, c'est à dire s'il y a une relation entre le nombre de géniteurs retournant en mer pour se reproduire et le recrutement ultérieur de civelles qui arrivent sur les côtes européennes. Des arguments sont avancés en faveur des deux hypothèses.

Certains chercheurs considèrent qu'il n'existe aucune relation stock-recrutement chez l'anguille. Au vu de la forte capacité de reproduction de cette espèce (800 000 à 1 400 000 ovules par femelle), ils affirment qu'un très petit nombre de femelles suffit au maintien de la population. Dans ce cas, **aucune mesure de gestion ne semble nécessaire** et l'ouverture de voies migratoires comme la restriction du nombre de licence de pêche n'auront aucune conséquence sur le recrutement ultérieur.

A l'inverse, d'autres arguments soutiennent l'hypothèse de la relation stock-recrutement, hypothèse qu'il est difficile de démontrer puisqu'on ne dispose d'aucune estimation du nombre de géniteurs quittant les eaux continentales européennes pour la reproduction. Toutefois, dans le cadre de cette hypothèse, de nombreux facteurs contribuent à la raréfaction de l'espèce et il est donc **urgent d'entreprendre des mesures adaptées** pour réduire l'impact de ces contraintes sur le stock d'anguilles.

1. INTRODUCTION

Animal mystérieux et légendaire, grand migrateur, l'anguille européenne *Anguilla anguilla* (Linné, 1758) compte de nombreuses particularités : aire de ponte océanique et très certainement unique, aire de distribution très vaste, cycle biologique long et complexe...

Pendant de nombreuses années, les études zoologiques ont fait de l'anguille une espèce commune et résistante, voire une espèce nuisible. Toutefois, au début des années 1980, une chute de la population d'anguilles est constatée par tous les pays européens, et l'évolution de cette population est considérée comme préoccupante par les scientifiques. Il apparaît de plus en plus urgent d'optimiser la reproduction de l'espèce en permettant aux individus d'atteindre l'aire de ponte en bonne santé.

Dans l'étude de l'AGLIA (Association du Grand Littoral Atlantique)¹ intitulée « Etat des lieux des suivis des ressources estuariennes et de leur exploitation dans les estuaires des régions de l'AGLIA² », les auteurs avaient mis en avant le rôle prépondérant des professionnels de la pêche en montrant que seules les données de pêche, renseignées par les professionnels, permettaient d'observer les variations des stocks des différentes espèces exploitées.

Concernant plus particulièrement l'anguille, le fait de disposer d'un suivi de l'espèce à partir de données de captures a généré la mise en place d'un lobbying actif qui vise à limiter voire interdire la pêche professionnelle de la civelle rendue seule responsable de la diminution de la ressource. Paradoxalement, aucune disposition ou peu de dispositions sont prises en parallèle pour diminuer les autres contraintes. Or, ces contraintes sont nombreuses et scientifiquement reconnues, parmi lesquelles les obstacles à la remontée des civelles et la mortalité conséquente dans les turbines lors de la descente (turbines de centrales, de barrages...), le braconnage, la diminution de l'habitat (zones humides), les parasitoses des adultes, les pêches non professionnelles, les étiages sévères, l'altération de la qualité de l'eau. Toutefois, l'influence de ces contraintes sur le stock n'est pas quantifiée et hiérarchisée, et reste de ce fait controversée.

Face à ce constat, l'AGLIA, à travers son Observatoire des pêches et des cultures marines du golfe de Gascogne, a souhaité répertorier les différents facteurs, naturels ou anthropiques, pouvant avoir une action négative sur l'anguille. Cette étude, non exhaustive, a pour but de sensibiliser et d'informer les instances européennes, nationales et locales sur l'état et le devenir de cette ressource. Les contraintes qui pèsent sur cette espèce sont nombreuses et il semble indispensable aujourd'hui d'agir sur chacune d'entre elles afin d'en limiter les conséquences et de permettre le maintien de la population.

Après une présentation de la biologie de l'espèce et un rappel des connaissances actuelles concernant l'état du stock d'anguilles en Europe, les principales contraintes qui pèsent sur ce stock seront exposées, ainsi que l'importance socio-économique que représente l'anguille, notamment à son stade civelle.

¹ L'AGLIA regroupe 3 régions : Aquitaine, Poitou-Charentes, Pays de la Loire.

² Cauvin *et al.*, 2001.

2. CONNAISSANCE DE L'ANGUILLE (*ANGUILLA ANGUILLA*)

Le genre *Anguilla* représente 19 espèces de la classe des Osteichthyens, c'est-à-dire des poissons osseux. Elles sont regroupées dans la sous-classe des Apodes. La majorité des travaux scientifiques concernent l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*), l'anguille américaine (*Anguilla rostrata*) et l'anguille japonaise (*Anguilla japonica*). On trouve également dans la littérature quelques travaux sur les espèces de l'Indo-Pacifique.

Le cycle biologique d'*Anguilla anguilla* fait l'objet d'études depuis le début du XX^{ième} siècle, mais de nombreuses questions subsistent encore aujourd'hui. Elle possède en effet un cycle biologique long et complexe qui en fait une espèce sensible et vulnérable.

2.1. PREMIERE MIGRATION TRANSOCEANIQUE A L'ETAT DE LARVE

Un grand mystère entoure encore le lieu de naissance de l'anguille européenne puisque malgré une dizaine de campagnes de recherches allemandes et américaines, aucun adulte et aucun œuf n'ont été capturés jusqu'à présent en mer des Sargasses. La partie orientale de la mer des Sargasses n'est donc que le lieu présumé de la reproduction de l'anguille européenne, mais c'est bien dans cette zone que les plus petites larves d'anguille ont été capturées en grand nombre (Elie, 1998).

Quand les alevins d'anguille quittent la mer des Sargasses, ils sont au stade préleptocéphale, puis évoluent en larves leptocéphales qui traverseront l'océan Atlantique. Les leptocéphales se présentent sous forme de « feuille de saule », à tête et corps plats possédant de grands yeux noirs. Les plus petites d'entre elles mesurent de 5 à 6 mm et sont capturées par des profondeurs moyennes de -300 m.

Au départ, les leptocéphales étaient considérés comme une espèce à part entière (*Leptocephalus brevirostris*). Ce n'est qu'en 1894 que Grassi et Calandruccio établissent le fait que *Leptocephalus brevirostris* est bien la larve d'*Anguilla anguilla* (de Casamajor, 1997).

Les voies exactes de migration sont encore mal connues et discutées. Schmidt (1922) estimait que les larves étaient entraînées passivement par les courants océaniques (Gulf Stream) au fur et à mesure de leur croissance, et qu'elles mettaient entre 2 et 3 ans pour effectuer leur migration.

D'après les travaux de Boëtus (1985), à partir des variations de tailles et de poids des civelles d'*Anguilla anguilla* lors de leur entrée dans les différents estuaires européens, il y aurait trois voies de migration du Gulf Stream à travers l'Atlantique qui permettraient une répartition des individus sur l'ensemble des côtes européennes. Il estime alors que la vie marine larvaire est plus courte, de l'ordre de 12 à 18 mois. Actuellement, à partir de l'étude des otolithes³, on considère qu'il faut entre 7 et 11 mois aux leptocéphales puis aux civelles pour arriver près des embouchures européennes (Lecomte-Finiger *et al.*, 1989 ; Elie *et al.*, 1994 ; de Casamajor, 1997).

En 1997, Desaunay *et al.* montrent que les larves utiliseraient soit le Gulf Stream et la dérive Nord Atlantique, soit la spirale subtropicale. La migration se ferait toute l'année ce qui implique une période de reproduction très longue avec un pic au printemps (Lecomte-Finiger, 1994 ; Desaunay *et al.*, 1997) qui correspondrait au recrutement de civelles en hiver.

Une migration estimée inférieure à un an implique une nage active des leptocéphales, bien que d'un point de vue physiologique, les fibres musculaires soient encore peu développées (de Casamajor, 1997). Le leptocéphale présente une densité peu différente de celle de l'eau de mer, un faible effort

³ Pièces calcifiées localisées dans l'oreille interne de certains poissons et qui se développent simultanément à la croissance ce qui permet d'évaluer l'âge d'un individu à partir des stries d'accroissement journalières.

musculaire suffirait donc à le maintenir (flottabilité) dans la colonne d'eau. La migration transocéanique s'effectuerait à une vitesse de l'ordre de 20 km par jour (Lecomte-Finiger, 1994 ; Desaunay *et al.*, 1997).

Au stade leptocéphale, les larves grandissent et se nourrissent. Leur bouche possède de petites dents et le tractus digestif, bien que peu développé, est opérationnel (Desaunay *et al.*, 1997 ; de Casamajor, 1997).

Aux abords du plateau continental, c'est-à-dire à une centaine de kilomètres des côtes européennes, les larves sont au maximum de leur croissance. Elles mesurent entre 75 et 80 mm de longueur et pèsent entre 0,5 et 1 gramme (Elie, 1998).

L'aire de répartition de cette espèce est très vaste (figure 1). Elle s'étend des pays côtiers d'Europe et d'Afrique de Nord, de la limite méridionale située en Mauritanie (30°N) à la limite au nord située en mer de Barents (72°N). Le bassin méditerranéen et la mer Noire sont peuplés par les anguilles européennes jusqu'à la longitude 45°E. Les arrivées les plus précoces surviennent dans le golfe de Gascogne alors que les plus tardives ont lieu en mer Méditerranée et dans le nord de l'Europe.

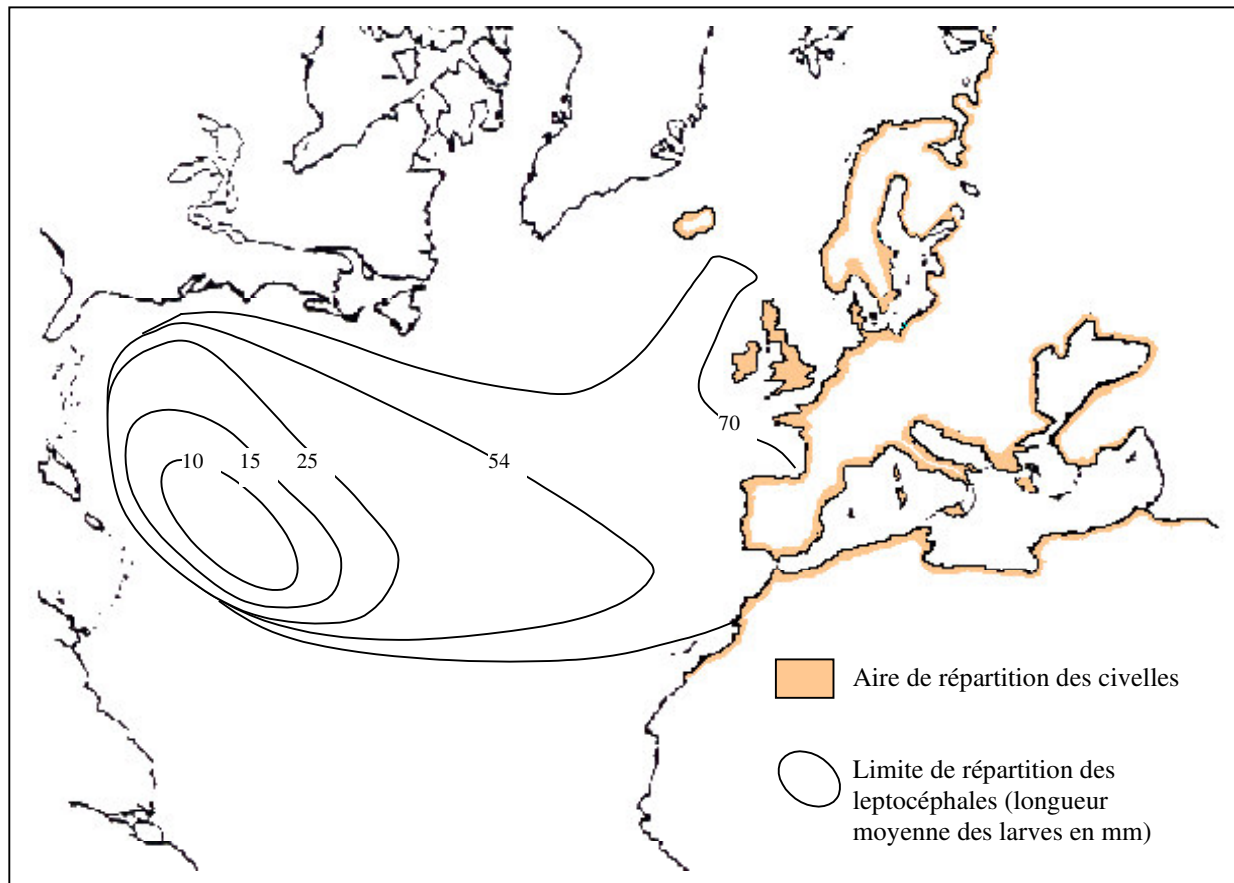


Figure 1 : Aire de répartition de l'anguille européenne *Anguilla anguilla*

2.2. METAMORPHOSES ET VIE CONTINENTALE

2.2.1. Métamorphose leptocéphale - civelle

On considère souvent que la métamorphose des leptocéphales en civelles a lieu sur le plateau continental (Elie *et al.*, 1994 ; de Casamajor, 1997 ; Elie, 1998), mais des civelles ont été pêchées à plus de 1 000 m de profondeur et à plus de 300 km du plateau continental (Crivelli, 1998).

La durée de la métamorphose est évaluée entre 33 et 76 jours à partir d'observations au microscope électronique à balayage sur des otolithes. Elle s'accompagne d'une série de changements morphologiques, anatomiques et physiologiques (de Casamajor, 1997 ; Elie, 1998). Le corps aplati latéralement devient sub-cylindrique et on observe les premières traces de pigmentation tégumentaire. Les leptocéphales perdent leurs dents larvaires et cessent de s'alimenter. Elles puisent dans leurs propres ressources énergétiques. Cet arrêt de l'alimentation se traduit également par une régression du tractus digestif, qui n'est plus fonctionnel, et par une perte de poids et de taille des individus.

Les fibres musculaires sont peu développées et la vessie natatoire n'est pas encore fonctionnelle (absence de gaz). Ces caractéristiques physiologiques semblent limiter les capacités natatoires des civelles lors de leur entrée en estuaire. Elles se laissent porter par les courants et utilisent le flot pour y pénétrer (de Casamajor, 1997). La modification du fonctionnement hormonal au cours de la métamorphose se traduit par une perte hydrique qui pousse les individus à rechercher des eaux moins salées (Elie *et al.*, 1994 ; de Casamajor, 1997). Ce comportement pourrait être amplifié par l'existence d'une « odeur » de l'eau douce, qu'elle soit due à la présence d'anguilles ou de geosmine⁴ dans les eaux continentales.

La civelle mesure alors entre 6 et 8 cm et pèse autour de 0,3 g. On compte en moyenne 3 500 civelles par kilogramme.

Il semblerait que toutes les civelles ne pénètrent pas en estuaire et qu'une partie des anguilles européennes et américaines passent tout leur cycle de vie en mer (Tsukamoto *et al.*, 1998). Ces auteurs rapportent que 80 % des anguilles attrapées en mer étaient jaunes. La supposition qu'elles aient été rejetées des rivières lors d'inondations n'a pas été évaluée mais semble peu probable dans ces proportions.

Cela tend à montrer que les anguilles n'auraient pas besoin d'être catadromes⁵ et que le cycle continental ne serait pas indispensable à leur croissance. L'anguille a une faculté catadrome avec des résidents océaniques qui correspondent à un écophénotype (Tsukamoto *et al.*, 1998).

Dans la suite du document, nous considérerons seulement le cycle biologique des civelles qui entrent en estuaire, les civelles restant en mer n'ayant pas fait l'objet d'étude.

2.2.2. Métamorphose civelle-anguillette

Après une stabulation dans les eaux saumâtres, une partie des civelles se prépare physiologiquement à la migration anadrome⁶. Un processus de métamorphose des civelles en anguillettes se met en place. Il correspond à différents stades de développement physiologique identifiés par des stades pigmentaires. La pigmentation noire va s'étendre au fur et à mesure à l'ensemble du corps, à partir de la queue et du museau.

⁴ Composé d'origine naturel produit par les algues.

⁵ Qualifie les espèces d'eau douce frayant en mer.

⁶ Migration vers l'amont.

Cette pigmentation des civelles s'accompagne de changements physiologiques et comportementaux (de Casamajor, 1997) :

- l'appareil digestif redevient fonctionnel : il y a reprise de l'alimentation avec une différenciation de l'estomac et apparition de la muqueuse intestinale et d'enzymes digestives. Cette reprise de l'alimentation se fait une fois que les individus sont pigmentés (Elie *et al.*, 1982),
- l'activité natatoire se développe avec une différenciation et une augmentation des fibres musculaires. La vessie natatoire devient fonctionnelle,
- les capacités sensorielles se développent en parallèle avec un accroissement de l'activité visuelle et une différenciation des facultés olfactives.

Au niveau comportemental, la nage passive devient active et le mode de vie pélagique devient benthique. L'anguillette mesure de 8 à 9 cm et pèse entre 0,50 et 0,60 g.

Une partie des civelles ne va pas migrer vers l'amont et va se sédentariser en estuaire (Mounaix *et al.*, 1994). Il y a alors fractionnement de la population en deux unités distinctes, estuarienne et fluviale. L'étude des otolithes a montré une différence de croissance selon le biotope, avec une croissance perturbée et ralentie pour l'écotype fluvial, et une croissance régulière pour l'écotype estuarien (Mounaix *et al.*, 1994 ; 2001).

2.2.3. Métamorphose anguillette-anguille jaune

Les anguilletes poursuivent la colonisation des bassins versants. Elles adoptent un comportement de plus en plus benthique. Cette phase constitue la dernière étape de la migration anadrome avant d'adopter un comportement sédentaire. Le comportement grégaire disparaît (de Casamajor, 1997).

L'anguille colonise tous les milieux aquatiques continentaux, des lagunes aux parties amont des cours d'eau. C'est donc une espèce ubiquiste qui s'adapte facilement à toutes les situations : elle tolère une large gamme de salinité, s'accommode de l'eutrophisation⁷ et peut vivre dans des habitats extrêmement divers (Crivelli, 1998).

Il est généralement admis que plus on s'éloigne de la mer le long des axes fluviaux et plus la proportion d'anguilles mâles diminue dans la population, le contraire se produisant pour les femelles.

La sex-ratio est nettement en faveur des mâles dans les lagunes et, inversement, en faveur des femelles dans les milieux d'eau douce.

Après la phase de colonisation du bassin versant, le comportement de l'anguille jaune est essentiellement nocturne et benthique. Elle se sédentarise et adopte un comportement territorial de prédateur actif. Ce stade correspond à une période d'active exploitation des ressources trophiques et d'engraissement.

La croissance en eau continentale dure en moyenne de 8 à 12 ans pour les mâles et de 12 à 18 ans pour les femelles. Elle varie selon les conditions du milieu entre 3 cm et 10 cm par an. Au terme de cette croissance continentale, la taille des anguilles varie très fortement en fonction du sexe. En effet, les femelles atteignent toujours des tailles supérieures à 43 cm, alors que la taille des mâles dépasse rarement 40 cm (Elie, 1998). Il existe des anguilles « géantes » pouvant atteindre des tailles dépassant 1,20 m et peser 4 kg, mais ces individus sont rarissimes (ces tailles et ces poids correspondent généralement à des individus qui n'ont pas pu migrer vers l'embouchure pour effectuer leur migration vers la mer des Sargasses).

En milieu lagunaire, la croissance sera meilleure qu'en milieu d'eau douce. On enregistre un accroissement annuel de 6 à 9 cm dans les lagunes de Vaccarès alors que celui-ci n'est que de 4 à 6 cm dans un canal d'eau douce de Camargue se déversant dans cette lagune (Crivelli, 1998).

⁷ Enrichissement d'une eau en matières nutritives. Phénomène naturel fortement amplifié par les activités humaines (rejets industriels, agricoles, urbains, *etc.*).

Son régime est très éclectique (Crivelli, 1998) puisqu'elle se nourrira uniquement de crevettes et de crabes par endroit ou bien de mollusques ou encore exclusivement de poissons et parfois d'un mélange d'invertébrés et de poissons.

Lorsque les températures de l'eau sont inférieures à 8-10°C ou supérieures à 26-30°C, les anguilles cessent toute activité et ont tendance à s'enfouir dans la vase (Crivelli, 1998).

2.3. RETOUR EN MER ET REPRODUCTION

2.3.1. Dernière métamorphose

La migration d'avalaison, ou de dévalaison, constitue la dernière phase continentale du cycle biologique des anguilles avant la reproduction. Après une phase de vie sédentaire, la préparation à la migration océanique et la reproduction se traduisent par des modifications organiques préparatoires au changement de milieu (de Casamajor, 1997) :

- les organes impliqués dans les mécanismes d'osmorégulation⁸ (branchies, œsophage, intestin, reins, hypophyse et thyroïde) subissent des modifications physiologiques permettant l'équilibre osmotique,
- l'épaisseur de la couche épidermique augmente et la pigmentation change avec l'acquisition d'une livrée argentée,
- le volume musculaire passe de 5 à 13 % du volume total. Cette augmentation s'accompagne d'un accroissement des réserves énergétiques par accumulation des graisses de 27 à 29 %,
- les anguilles arrêtent de s'alimenter en fin de vie continentale. On observe rapidement une atrophie de l'intestin avec de profondes modifications structurales et métaboliques au niveau du foie,
- l'augmentation du nombre (x 2,5) et du diamètre (x 1,5) des capillaires sanguins de la vessie natatoire, favorise l'intensité des échanges gazeux. Ces capillaires permettent le maintien de la pression hydrostatique constante chez les anguilles argentées. Ceci constitue une adaptation à la vie marine en profondeur,
- les organes sensoriels se développent, plus particulièrement la ligne latérale et les yeux (diamètre de l'œil). La coloration de la rétine change et prend une teinte dorée sous l'influence de l'apparition d'un pigment particulier, la chrysopsine, pigment que l'on retrouve dans la rétine des poissons abyssaux.

L'argenture serait liée à la taille de l'individu (et au taux de croissance). Elle pourrait donc se produire à des âges différents selon les sites (Dufour *et al.*, 2001). Pour Crivelli (1998), l'acquisition de la maturité sexuelle et la métamorphose en anguille argentée qui l'accompagne se fait plus tôt en milieu lagunaire qu'en milieux d'eau douce : en lagune, les mâles ont 3-4 ans et les femelles 5-6 ans ; en milieu d'eau douce, la maturité peut s'acquérir entre 20 et 30 ans dans le nord de l'Europe et entre 8 et 15 ans dans le sud de l'Europe. Les adultes reproducteurs pourront donc être âgés de 3 à 30 ans et avoir des tailles de 30 à 120 cm.

Lors de la dévalaison, les individus sont incapables de se reproduire mais ils sont sexuellement différenciés (Elie, 1998). **Les anguilles argentées sont donc encore des juvéniles** souvent appelées des pré-matures ou sub-adultes.

⁸ Phénomène de diffusion spontanée d'un composé chimique (souvent de l'eau) à travers une membrane semi-perméable lorsque le composé se trouve présent à des concentrations différentes d'un côté et de l'autre de la membrane.

A noter qu'au niveau des stades continentaux (entre le stade civelle et le stade anguille argentée), **le taux de mortalité naturelle a été évalué par Moriarty et Dekker (1997) à 75 %**. Ce taux élevé est en accord avec le taux de mortalité naturel de l'anguille américaine estimé à 95 % (Anonyme, 1998).

2.3.2. Migration transocéanique vers le lieu de ponte présumé

C'est dans cet état d'animal presque adapté aux grandes profondeurs de l'océan qu'à l'automne et au début de l'hiver, les anguilles argentées quittent les eaux continentales et littorales (Elie, 1998).

Afin d'économiser de l'énergie avant une nouvelle migration transocéanique, les individus des eaux intérieures se laissent porter par le courant fluvial jusqu'à l'estuaire. Les anguilles se regroupent et fuient les eaux continentales.

On ne connaît que peu de chose sur la migration transocéanique si ce n'est que la vitesse de migration semble avoisiner les 30 à 50 km par jour. Sachant que chaque anguille doit parcourir 6 000 km, la durée du voyage serait de 120 à 200 jours.

La traversée s'effectue probablement à de grandes profondeurs, -1 500 à -2 000 mètres. En effet, l'augmentation de la pression hydrostatique serait un facteur déclencheur de la maturation des gonades par la production d'une hormone endocrinienne (de Casamajor, 1997 ; Elie, 1998). Cependant, aucun géniteur n'a été capturé et les seules données disponibles proviennent de conditions expérimentales.

2.3.3. Ponte

Pour Aristote, les anguilles naissaient à partir de la métamorphose des vers de terre, alors que Pline attribuait la naissance au frottement des adultes contre des pierres donnant ainsi naissance à de jeunes anguilles à partir de lambeaux de peau (Bertin, 1942). Il faut attendre le début du XX^{ème} siècle pour que la larve leptocéphale soit identifiée comme étant l'alevin de l'anguille (Schmidt, 1922).

La mer des Sargasses, célèbre pour son triangle des Bermudes et située à proximité du lieu de naissance du Gulf Stream, se caractérise d'une part par un courant faible, une température et une salinité élevées jusqu'à -1 000 m et d'autre part, par une grande plaine abyssale d'une profondeur moyenne de -2 000 m.

La ponte se déroulerait entre mars et juillet selon certains auteurs (dont Schmidt, 1922), toute l'année pour d'autres (dont Boëtius, 1985). Elle se déroulerait entre 400 et 600 m pour certains et vers 200 m de profondeur pour d'autres.

Selon de Casamajor *et al.* (2001), il existerait des pontes espacées dans le temps et dans l'espace au niveau de la mer des Sargasses, ce qui donnerait différents pools de larves.

Le nombre d'ovules émis par la femelle est compris entre 800 000 et 1 400 000 ce qui confère à l'espèce une capacité de reproduction exceptionnelle. On ignore encore ce que deviennent les adultes mais on suppose qu'ils meurent après la fraie.

A partir des captures des plus petites larves et de leurs caractéristiques, une délimitation, au niveau de la mer des Sargasses, des aires de pontes de l'anguille européenne et de l'anguille américaine, a été admise. Elles semblent se superposer avec un décalage spatio-temporel dans l'apparition des larves. Les coordonnées de l'aire de reproduction de l'anguille européenne seraient 23° à 30°N et 48° à 74°W, alors que les coordonnées de l'anguille américaine seraient 11° à 12°N et 43 à 87°W.

De par son cycle biologique très particulier, une distribution géographique large, des changements de milieux qui impliquent des modifications morphologiques et physiologiques, un mode de vie benthique en contact étroit avec le sédiment, un régime carnivore, *etc.*, l'anguille côtoie des milieux très différents au cours de sa vie et se trouve en présence de multiples agressions.

3. ETAT ET CONNAISSANCE DU STOCK D'ANGUILLES

3.1. ETAT ACTUEL DES CONNAISSANCES

3.1.1. Prise de conscience de la vulnérabilité de l'anguille par les instances Européennes et Françaises

L'anguille est longtemps apparue comme une espèce commune, représentative de l'ichtyofaune des milieux littoraux (lagunes, estuaires, marais maritimes) et des eaux continentales (lacs, étangs, bassins versants).

En Europe, les considérations internationales sur cette espèce débutent dès **1968** durant la cinquième session de la CECPI⁹ (Commission Européenne Consultative pour les Pêches dans les eaux Intérieure, cf. note explicative en annexe 1). Il faut attendre **1976** pour que cette Commission, en collaboration avec le CIEM¹⁰ (Conseil International pour l'Exploration de la Mer) organise un symposium sur l'anguille à Helsinki où il est affirmé que l'espèce est la cible unique d'une importante exploitation commerciale et dépend d'un seul stock. Un groupe de travail international sur l'anguille est mis en place sous le contrôle de la CECPI et du CIEM (EIFAC/ICES Working Group on Eels).

Malgré cette prise de conscience, c'est seulement en 1994 que les membres du groupe décident qu'il est souhaitable et possible, à partir des données existantes sur l'exploitation et la biologie de l'espèce, d'élaborer un plan de gestion à l'échelle de l'ensemble du stock européen.

En France, la réputation de l'anguille comme poisson résistant (à l'émersion temporaire, à la manipulation, à la stabulation en aquarium) était telle que le 19 décembre **1964**, un décret reconnaît l'anguille comme une espèce nuisible dans les eaux de première catégorie. Elle constituait un danger pour les pontes de juvéniles de salmonidés. Bien que ceci ne repose sur aucune argumentation scientifique¹¹, l'anguille est alors victime de pêches de destruction qui vont se prolonger sur une vingtaine d'années.

En outre, largement ouverte sur l'Atlantique, en position centrale vis-à-vis de la distribution Nord-Sud de civelles, la France est en situation privilégiée pour accueillir l'anguille européenne. De ce fait, l'anguille fut longtemps abondante et omniprésente, ce qui a eu deux conséquences importantes (Chancerel, 1994) :

- elle n'a été que rarement prise en compte lors des aménagements hydrauliques,
- elle a fait, et fait encore l'objet d'exploitations actives et diversifiées à tous les stades biologiques.

En **1984**, le Groupe National Anguille¹² (GNA) émet un avis alarmiste sur l'état du stock d'anguilles. Suite à cet avis, la notion d'espèce nuisible sera abrogée par le décret du 23 décembre **1985**.

Diverses réunions du GNA (remplacé par le GRISAM¹³ en 1993), vont suivre en 1984, 1992, 1997, 1998 et 2000, au cours desquelles les notions de gestion et de cibles « d'échappement »¹⁴ sont notamment évoquées.

⁹ EIFAC en anglais (European Inland Fisheries Advisory Commission).

¹⁰ ICES en anglais (International Council for the Exploitation of the Sea).

¹¹ Un rapport de l'INRA de décembre 1998 intitulé « La réglementation de la pêche des poissons migrateurs dans les estuaires français depuis le milieu du XIX^{ème} siècle » stipule que cette mesure « ne repose sur aucune argumentation scientifique ».

¹² Groupe scientifique national sur l'anguille.

¹³ Groupe d'intérêt scientifique sur les poissons amphihalins regroupant 4 signataires : Cemagref, CSP, Ifremer, INRA.

3.1.2. Etat du stock

Au niveau européen, la chute des rendements par pêche et par comptage lors des remontées aux barrages a été constatée dès les années 50 au Danemark (Moriarty *et al.*, 1997) et les années 60 en Suède (Rigaud, 1998).

En Hollande, un suivi des remontées des anguilles est en place depuis 1938, uniquement dans un but de recherche. Les données recueillies montrent un déclin du stock de civelles depuis le milieu des années 80. Les prises actuelles ne s'élèvent pas à plus de 10 % de celles des années 60 et 70 (Dekker, 1998).

La France, du fait de sa situation privilégiée par rapport aux arrivées de civelles, ne ressentira ce déclin que plus tard. L'analyse des séries chronologiques d'indicateurs halieutiques obtenues sur les bassins de la Vilaine, de la Loire et de la Gironde, ne montre une chute de l'abondance des flux de civelles qu'au début des années 1980 (Castelnaud *et al.*, 1994).

Un changement de sex-ratio a également été mis en avant dans les lagunes côtières de Méditerranée, ainsi qu'une diminution de la taille des anguilles jaunes dans les pays du sud de l'Europe.

Aujourd'hui, tous les indicateurs tendent à montrer que le stock se dégrade rapidement, mais la faiblesse des retours de civelles constatée aujourd'hui correspond à un état de population antérieur. En effet, les conséquences de tous les facteurs agissant négativement sur le stock ne sont perceptibles qu'avec un certain retard compte tenu de la longueur du cycle vital (Bruslé, 1998).

3.2. CAS DE L'ANGUILLE AMERICAINE *ANGUILLA ROSTRATA*

L'anguille américaine, comme l'anguille européenne, se reproduit dans la mer des Sargasses et les larves utilisent les courants marins pour migrer jusqu'aux côtes américaines et canadiennes.

Au Québec, l'anguille américaine a toujours été exploitée sur une base exclusivement commerciale. Les pêcheurs sont dispersés le long du Saint Laurent, sur une distance de 600 km.

Depuis quelques années, le nombre de détenteurs de permis de pêche à l'anguille est constant et s'élève à peu près à 200. Bien que l'effort de pêche demeure stable, une baisse graduelle des débarquements d'anguilles a été observée.

La gestion de la pêche se fait par grande zone de pêche. Le nombre et le type d'engins de pêche, la dimension des mailles ou des hameçons, la longueur des guideaux et des ailes, les périodes de pêche sont définis pour chaque zone. En outre, il est interdit de conserver en sa possession une anguille dont la longueur est inférieure à 20 cm. Aucun quota n'est attribué pour gérer cette pêcherie, contrairement à l'Ontario (Tremblay, 1998).

Au Québec, l'anguille est exploitée seulement à deux stades de son développement : les anguilles jaunes et argentées.

En 1997, un examen de l'état du stock d'anguilles américaines dans les cours d'eau canadiens a été entrepris afin de produire un plan de gestion national de l'espèce. Les principaux facteurs responsables du déclin des stocks seraient la perte de l'habitat et l'exploitation. Les changements océanographiques ont également été mis en avant (Tremblay, 1998).

Dans le cas de l'anguille américaine, le taux de mortalité naturelle a été estimé supérieur à 95 % (Anonyme, 1998). En effet, des taux de mortalité de 40 à 60 % sur 6 à 12 mois sont courants chez les

¹⁴ Nombre de géniteurs pouvant retourner en mer.

anguilles transparentes d'élevage, or la mortalité des poissons sauvages est habituellement supérieure à celle des poissons d'élevage. L'auteur considère que la récolte des civelles s'inscrit donc dans le processus de mortalité naturelle à ce premier stade biologique. Elle a, semble-t-il, moins de répercussion sur le stock que la récolte à des stades postérieurs, particulièrement à celui de l'anguille argentée adulte.

Depuis la fin des années 1980, une baisse du recrutement de l'anguille américaine a été observée, bien que cette espèce soit peu exploitée. Face à ce déclin, certains facteurs ont été évalués et Castongay *et al.* (1994) concluent que le cycle vital de l'anguille est trop complexe pour imputer sans équivoque ce déclin à une cause précise. Il émet l'hypothèse que la baisse du recrutement des civelles observée dans les années 1980 en Europe et dans le golfe du Saint Laurent était due à des changements dans les conditions océaniques, plus particulièrement à un déplacement vers le nord et à un ralentissement de la vitesse du Gulf Stream. Parallèlement, la dégradation de la qualité des eaux enregistrée sur les deux continents a certainement eu un effet sur ces populations d'anguilles (Rigaud, 1996).

3.3. MOYENS D'ESTIMATION DES STOCKS

3.3.1. Production halieutique

En France, les données utilisées pour l'évaluation des stocks continentaux proviennent des déclarations des pêcheurs professionnels au travers notamment des fiches de pêche CRTS¹⁵ dans les estuaires (anciennement fiches CIPE¹⁶) que les professionnels sont obligés de rendre dans le cadre du suivi national des statistiques des pêches mis en place par la DPMA¹⁷ avec le concours de l'Ifremer¹⁸.

Parallèlement à ce suivi national, des études sont également réalisées localement, comme c'est le cas par exemple sur l'estuaire de la Gironde où un suivi halieutique est réalisé par le Cemagref¹⁹ de Bordeaux à partir d'un échantillonnage de pêcheurs.

En zone fluviale, un suivi national des captures aux engins a été mis en place par le CSP²⁰ et s'applique aux pêcheurs professionnels en eau douce ainsi qu'aux pêcheurs amateurs aux engins et aux filets. Il s'agit d'un suivi national des captures et d'un traitement automatisé des informations qui en sont issues, mais il ne comporte pas d'intervention sur le terrain pour la validation des informations.

Bien que la fiabilité de ces données dépende de la qualité du remplissage des carnets, les informations obtenues à partir des déclarations des professionnels de la pêche restent **les plus fiables** et sont nécessaires à l'estimation de la ressource anguille aux différents stades biologiques. Ces données permettent notamment des calculs de captures par unité d'effort de pêche (CPUE) qui constituent un outil indispensable à l'évaluation des stocks et donc à leur gestion.

3.3.2. Pêche électrique

Il y a déjà quelques années, le GNA (Anonyme, 1984) avait souligné les importantes lacunes existant dans le domaine des méthodes d'échantillonnage et d'estimation des stocks dans les divers milieux aquatiques continentaux. Dans le cas de cours d'eau ou canaux de petite dimension, la pêche électrique apparaît comme un outil particulièrement à même de déboucher rapidement sur des

¹⁵ Centre Régional de Traitement des Statistiques de Pêche.

¹⁶ Commission des poissons migrateurs et des estuaires du CNPMM.

¹⁷ Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture.

¹⁸ Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer.

¹⁹ Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement.

²⁰ Conseil Supérieur de la Pêche.

estimations des stocks dans le cadre d'inventaires avec passages successifs sans remise sur secteurs isolés.

C'est une méthode peu coûteuse et rapide et elle est la seule adaptée à l'évaluation quantitative des espèces dans les petits et moyens cours d'eau. Le Réseau Hydrologique et Piscicole (RHP), mis en place en 1990 par le CSP avec l'appui des Agences de l'eau, utilise cette méthode dans le but d'évaluer la qualité des rivières et leur évolution par analyse de leurs peuplements piscicoles. De même, la pêche électrique est utilisée lors d'échantillonnages ponctuels, par divers organismes scientifiques.

Toutefois, cet outil présente un caractère sélectif. Outre les hypothèses d'absence d'immigration, d'émigration, de mortalité et de natalité lors des opérations, la quasi-totalité des méthodes d'estimation des effectifs les plus probables sur une station échantillonnée par passages successifs sans remise, repose sur celles d'équiprobabilité de capture entre individus et de constance de cette probabilité de capture au cours des divers passages (Lambert *et al.*, 1994).

En outre, la pêche électrique n'est pas fiable dans les grands cours d'eau ou en présence d'une abondante végétation. De ce fait, cette méthode n'est adaptée à l'anguille que dans une partie de son aire de répartition.

3.3.3. Suivi au niveau de passes à anguilles

Les barrages représentent des obstacles à la migration qui réduisent l'étendue du domaine de croissance. Toutefois, des dispositifs de piégeage installés au pied de ces aménagements ont permis, outre le rétablissement partiel des voies migratoires, la description de la migration anadrome de l'anguille par comptage.

Ce comptage se fait au niveau des passes qui peuvent être équipées d'un dispositif de piégeage (barrage d'Arzal sur la Vilaine, barrage de la Ville Hatte sur l'Arguenon en Bretagne) ou/et d'un système de comptage vidéo (barrage de Tuilière en Dordogne, barrage de Golfech dans le Tarn et Garonne).

La franchissabilité des passes et ascenseurs est toutefois soumise à de nombreux aléas hydrauliques (crues, étiages, *etc.*) et les dispositifs de franchissement comme les dispositifs de comptage sont rarement adaptés à une espèce comme l'anguille.

3.3.4. Conclusion

Le bassin versant est susceptible de posséder plusieurs outils d'évaluation des stocks qui sont des atouts de qualité pour gérer le stock d'anguilles. Cependant, les informations les plus complètes permettant un réel suivi de la ressource restent celles transmises par les professionnels de la pêche. Leur participation aux différentes études est donc indispensable.

A noter que la pêche de l'anguille d'avalaison étant interdite sur certains bassins, il manque tout de même un indicateur d'évaluation des quantités d'anguilles argentées quittant le bassin.

De même, les connaissances sur la fraction du stock résidant en zone côtière font défaut alors que ces connaissances sont nécessaires pour gérer des espèces amphihalines. En effet, selon Tsukamoto *et al.* (1998), une quantité non négligeable d'anguilles effectue tout leur cycle vital en mer et participe au recrutement.

4. FACTEURS NATURELS AGISSANT SUR LE FLUX ENTRANT DE CIVELLES ET SUR LA DEVALAISON DES ANGUILLES ARGENTEES

Un facteur environnemental peut agir sur un poisson amphihalien en migration et le préparer physiologiquement soit :

- en augmentant ou diminuant l'attrait d'une zone,
- en favorisant plus ou moins les déplacements vers cette zone,
- en bloquant ou inhibant plus ou moins les déplacements.

Ces facteurs sont donc à l'origine de « fenêtres environnementales » qui vont permettre une migration plus ou moins importante des civelles.

4.1. DEBIT FLUVIAL

Le débit fluvial semble entraîner des actions chimiques et physiques antagonistes. Les civelles en période de remontée présentent une hyperactivité thyroïdienne (Fontaine *et al.*, 1941). Ceci leur permet, par rhéotropisme²¹, en s'ajoutant à l'halophobie²² consécutive de la métamorphose, une nage active en direction des eaux les moins salées.

Le débit fluvial se traduit par un flux d'eau douce en mer et par conséquent les variations de débit modulent l'attrait exercé par le bassin versant sur les civelles en mer.

Pour de Casamajor *et al.* (2000), l'action du débit fluvial ne peut être dissociée du coefficient de marée. L'intensité du courant se traduit par des conditions plus ou moins favorables à la migration des civelles. Lorsque la vitesse maximale pendant le flot est supérieure à -0,2 m/s, il y a blocage de la migration. Quand le débit fluvial diminue et les coefficients de marée augmentent, la marée se propage à nouveau dans l'estuaire et le flux de civelles peut pénétrer dans la zone. C'est au cours de ces épisodes qu'on observe les plus fortes densités de civelles. En l'absence de crue, elles pénètrent en faible densité dans l'estuaire au rythme des marées et le traversent rapidement (de Casamajor *et al.*, 2000).

Un léger courant contraire facilite la migration des civelles vers l'amont, c'est ce qu'on nomme une réponse rhéotactique positive (Elie *et al.*, 1994). Ce phénomène, présent en estuaire, sera la base de la migration en zone fluviale.

Le débit fluvial a également une influence sur la turbidité en provoquant un apport de particules en suspension. La concentration de matières en suspension dans l'eau agit comme un filtre de l'onde lumineuse au même titre que la nébulosité.

Le débit influe donc à la fois sur la présence du flux dans l'estuaire et sur le comportement de remontée des civelles dans la colonne d'eau.

4.2. VENT

Dans les zones estuariennes avec de faibles amplitudes de marées ou à l'entrée des lagunes méditerranéennes, le vent joue un rôle moteur prédominant dans la migration. Il détermine, comme le débit fluvial vis-à-vis de la migration de la civelle, des actions motrices et attractives antagonistes.

²¹ Recherche des courants d'eau douce rapides.

²² Phénomène de répulsion pour les eaux salées.

Lorsqu'il souffle vers l'aval, il induit un courant de sortie d'eau douce, attracteur pour les civelles, qui se traduit jusqu'à un certain niveau par une nage rhéotrope vers l'amont.

Westerberg (1998) a montré que le faible recrutement en civelles dans le Kattegatt (Suède), parallèlement à une abondance élevée sur la côte de Skagerrak en 1996, était dû à l'absence de vent d'Ouest durant l'hiver et le début du printemps.

4.3. LUMINOSITE

De nombreux auteurs se sont intéressés à l'influence du cycle lunaire sur le déplacement des anguilles d'avalaison, mais peu se sont préoccupés de ce thème vis-à-vis des civelles.

La localisation verticale des civelles dans la colonne d'eau semble résulter, selon de Casamajor *et al.* (2000), des deux facteurs que sont la turbidité et la phase lunaire. L'eau trouble favorise les déplacements sur toute la colonne d'eau, quelle que soit la phase du cycle lunaire. Les eaux claires favorisent plutôt les passages en profondeur surtout pendant la pleine lune, le premier et le dernier quartier. Sur l'Adour, l'augmentation des captures de civelles est notée seulement au moment de la nouvelle lune. Une périodicité similaire des captures est montrée pour une population d'anguilles sédentaires du lac de Grand Lieu dans un secteur non soumis à l'influence des marées (Adam, 1994).

La nébulosité intervient comme un facteur modulateur de la luminosité nocturne. Les mouvements verticaux dans la colonne d'eau sont plutôt actifs et résultent d'un comportement lucifuge (de Casamajor *et al.*, 2000). De même, la turbidité est un paramètre important pour caractériser le comportement vertical des civelles puisqu'elle provoque une atténuation de la quantité de lumière pénétrant dans la colonne d'eau.

4.4. TEMPERATURE DE L'EAU

La température de l'eau peut affecter fortement la migration puisqu'elle agit notamment sur la vitesse de conduction de l'influx nerveux et sur la rapidité de la contraction musculaire, et donc sur la nage. Les températures douces sont favorables au maintien de la migration (Elie, 1998 ; McKinnon *et al.*, 1998) et les températures basses arrêtent la progression des individus. Ce seuil thermique est compris entre 4°C et 9°C et il varie selon les régions concernées (Elie, 1998). Ces écarts permettent d'envisager que le paramètre important soit plutôt le différentiel de température entre la mer et les eaux douces (Elie *et al.*, 1994 ; de Casamajor *et al.*, 2001). Pour Gangolfi *et al.* (1984), la migration est maximale lorsque l'écart n'excède pas 3-4 °C.

D'un point de vue biologique, le paramètre température joue un rôle déterminant dans la croissance des anguilles, l'activité métabolique étant liée à des seuils thermiques (Mounaix *et al.*, 1994). La plus grande variabilité de la température du milieu fluvial est très probablement le facteur déterminant des fluctuations de la croissance des anguilles dans ce biotope. En revanche, l'estuaire, par sa masse d'eau importante et son caractère généralement stratifié apparaît thermiquement plus stable. Cela se traduit par un fractionnement de la population d'anguilles en deux unités distinctes, l'une estuarienne et l'autre fluviale. L'argenture, le déclenchement de la migration catadrome et la maturation sexuelle étant liés au taux de croissance de l'anguille, les anguilles estuariennes auraient un cycle biologique plus court (Mounaix *et al.*, 1994).

4.5. CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES ET IMPACT SUR L'ANGUILLE SEDENTAIRE ET L'ANGUILLE D'AVALAISSON

La migration d'avalaison de l'anguille constitue la dernière étape de son cycle biologique en eaux continentales. Après la métamorphose en anguille argentée, celle-ci va dévaler les cours d'eau pour rejoindre l'océan et aller se reproduire dans la mer des Sargasses.

Sur le lac de Grand-Lieu, Adam *et al.* (1994) ont mis en évidence l'existence d'un phénomène cyclique dans l'évolution des captures journalières d'anguilles sédentaires probablement dû à l'influence du cycle lunaire. Ils concluent toutefois que le comportement de l'anguille ne répond pas uniquement à ce phénomène mais que bien d'autres paramètres peuvent avoir une influence dont la température puisque les saisons d'hiver impliquent généralement un ralentissement des prises notamment en dessous d'un seuil de température situé aux alentours de 10°C.

Pour Travade *et al.* (2001), la migration de dévalaison semble être sous la dépendance de la qualité de l'eau de la rivière (conductivité, turbidité, ...) et non de facteurs physiques tels que la vitesse d'écoulement dans le cours d'eau, la pression atmosphérique ou les phases lunaires.

La migration d'avalaison peut survenir en journée et pas systématiquement à chaque nouvelle lune (Durif *et al.*, 2001). Il semble que les épisodes de migrations soient fortement liés aux conditions climatiques appelées par Durif *et al.* « fenêtres environnementales ». Ces fenêtres sont caractérisées par des conditions précises de faible luminosité, de forte turbidité et de débit d'au moins 20 m³/s . Hors de ces conditions, les anguilles stoppent leur migration et attendent la prochaine fenêtre favorable. La migration s'effectue donc par étapes successives.

De nombreux facteurs naturels vont donc conditionner la présence des individus que ce soit au stade larvaire ou anguille sub-adulte. Ces facteurs influencent **la perception de l'abondance** de l'espèce que l'on déduit des captures par pêche.

5. ANALYSE DES FACTEURS ABIOTIQUES SUSCEPTIBLES D'EXPLIQUER L'ETAT DE LA RESSOURCE

L'une des particularités de l'anguille est son cycle de vie amphihaline qui lui impose de traverser à deux reprises (migration anadrome puis migration catadrome) les milieux littoraux estuariens, deltaïques ou lagunaires. La qualité du recrutement dans les eaux continentales dépend donc essentiellement de son aptitude à progresser dans les bassins versants.

5.1. FACTEURS NATURELS

Les conditions océanographiques lors de la migration (courants marins, températures des eaux, etc.) et les conditions trophiques peuvent influencer sur la survie larvaire et sur la distribution à une échelle continentale (Desaunay *et al.*, 1997 ; Jessop, 1998). A l'échelle européenne, les variations biométriques et les variations au niveau du recrutement peuvent être considérées comme synchrones et sont à des niveaux faibles depuis 1980. Il en est de même pour l'anguille américaine ce qui confirmerait des causes communes océaniques (Desaunay *et al.*, 1997).

5.1.1. Courants océaniques

A partir de l'aire de ponte, la dissémination des larves se fait dans toutes les directions. Celles poussées par les courants au nord et au sud ne tardent pas à périr sous l'influence du courant froid du Labrador et des courants chauds de la zone équatoriale (Moriarty *et al.*, 1997 ; Elie, 1998).

Les larves de l'anguille européenne, lors de la traversée transocéanique, utilisent soit le Gulf Stream et la dérive Nord Atlantique, soit la spirale subtropicale. Selon Longhurst (1995), il existe 5 provinces écologiques dans l'Atlantique Nord, qui incluent les axes migratoires de l'anguille européenne, et qui possèdent des conditions hydroclimatiques et des cycles de productions différents.

Une étude réalisée sur l'anguille américaine (Anonyme, 1998) a montré qu'un affaiblissement du Gulf Stream a nui au transport des larves et serait à l'origine de la baisse observée dans l'abondance des civelles d'*Anguilla rostrata* dans le golfe du St Laurent. L'anguille européenne utilisant également le Gulf Stream pour rejoindre les côtes européennes, on peut supposer que cet affaiblissement a eu un impact sur le recrutement.

De même, il semblerait que les modifications générales du climat aient provoqué des modifications dans le comportement du Gulf Stream qui suit actuellement une route plus au nord. Les leptocéphales ont alors trouvé des conditions de températures et d'alimentation défavorables à leur croissance et à leur survie (Moriarty *et al.*, 1997).

5.1.2. Production de phytoplancton

Au stade leptocéphale, la larve se nourrit, grandit et a un comportement pélagique. La bouche possède de petites dents et le tractus digestif est opérationnel.

Un pic de production de phytoplancton a lieu au printemps au niveau du golfe de Gascogne. Les niveaux les plus bas sont observés en janvier, février et mars, suivi d'un bloom en avril et un maximum en mai, juin, juillet. L'existence de ces blooms phytoplanctoniques sont importantes pour la survie du zooplancton incluant les jeunes larves de poissons (Desaunay, 1997).

Il semblerait que la diminution du recrutement depuis les années 1960 (Moriarty *et al.*, 1997) soit en corrélation avec une diminution de la taille des civelles. Cette corrélation serait la preuve d'une

alimentation pauvre des leptocéphales pendant la migration (Moriarty *et al.*, 1997 ; Desautay *et al.*, 1997). Les civelles de début de saison ont une taille et un poids supérieurs à celles arrivant en fin de saison (Desautay *et al.*, 1997 ; de Casamajor, 2001). Pour Elie *et al.* (1994) les civelles de début de saison proviendraient de leptocéphales de plus grande longueur ayant rencontré en mer de meilleures conditions de développement et parvenant plus rapidement en zone estuarienne. En revanche, une étude des otolithes et de l'indice d'amaigrissement des civelles par de Casamajor *et al.* (2001) a montré que les conditions environnementales subies par les individus au cours de la migration sont identiques pour ceux qui arrivent en début ou en fin de saison. La diminution de la longueur et de la masse résulteraient alors de différents pools de larves issues de pontes espacées dans le temps et dans l'espace au niveau de la mer des Sargasses.

Cette différence de taille se traduirait selon Fontaine (1976) par une colonisation différente des bassins versants. Les premiers individus qui arrivent, de grande taille avec de forts taux d'activité thyroïdienne et qui présentent de ce fait une forte réponse rhéotrope positive, sont destinés à coloniser plutôt les têtes de bassin. Ceux qui arrivent les derniers et qui sont de plus petite taille avec de faibles taux d'activité thyroïdienne, sont destinés à se sédentariser dans la partie basse des bassins versants.

5.2. OBSTACLES PHYSIQUES A LA MIGRATION AMONT DES CIVELLES

Comme tous les poissons migrateurs, l'anguille est confrontée à de nombreux obstacles qui limitent ou interdisent sa progression en milieu continental. Ce sont parfois des obstacles naturels, mais le plus souvent ils résultent des activités humaines. En 1992, Porcher et Travade précisent que d'une façon générale, les obstacles à la circulation constitueraient le principal facteur historique de la régression de toutes les espèces migratrices.

Ces obstacles sont à l'origine d'une diminution de la capacité d'accueil des milieux et vont également augmenter la compétition entre individu du fait d'une concentration anormale en aval de l'obstacle.

5.2.1. Accessibilité des bassins versants en Europe

Il y a vingt à trente ans, les anguilles colonisaient des points de rivières situés à 800 km de l'embouchure d'un fleuve comme la Loire. Cette époque est maintenant révolue puisque des travaux récents montrent que l'abondance de l'espèce chute fortement à une centaine de kilomètre des côtes. Ceci est dû en majeure partie à la diminution de l'accessibilité des bassins par l'implantation de barrages de toute sorte.

Jusqu'en 1983, aucune passe à anguilles n'existait en France. La première a été construite en 1984 sur le barrage des Enfreneaux à l'embouchure de la Sèvre Niortaise. En février 1992, un peu plus de 10 passes à anguilles existaient mais le rythme de construction des dispositifs reste très faible. En 1998, il n'existait aucune passe sur beaucoup des grands fleuves (Rhône, Adour, Garonne, Dordogne) (Elie, 1998).

En France, la quasi-totalité des surfaces est appropriée à la colonisation des anguilles, mais 50 % des lacs et 10 % des rivières sont inaccessibles (Moriarty et Dekker, 1997). C'est le cas notamment au niveau du bassin versant du Frémur en Bretagne Nord, où on note une accumulation d'anguilles en aval de nombreux aménagements hydrauliques et de très faibles abondances en amont de ces derniers (Feunteun *et al.*, 1998). Ces résultats suggèrent que le potentiel d'accueil du bassin versant n'est sans doute pas atteint et que les biomasses moyennes pourraient augmenter avec l'amélioration des conditions de migration.

De même, le barrage d'Arzal sur la Vilaine, construit en 1970, représente un obstacle infranchissable pour les civelles. Une passe à anguilles et civelles a été construite en 1995 mais la réalisation de cet ouvrage n'a pas suffi à régler le problème du barrage, du fait de la présence d'une pêcherie importante au pied de celui-ci (Briand, 1998). L'analyse biologique des civelles et l'analyse des données de la pêcherie a montré que cette dernière était très efficace et qu'il n'y avait vraisemblablement pas d'échappement durant la saison de pêche (Briand *et al.*, 2001).

Au niveau de la communauté européenne, la Suède est le pays qui possède la plus grande étendue d'habitats d'eau douce pour l'anguille, 39 639 km², dont 48 % sont des zones disponibles (tableau 1). Les zones indisponibles le sont pour des raisons naturelles dont principalement les basses températures (Moriarty et Dekker, 1997).

	Surface en eau douce	Zones appropriées à la colonisation des anguilles	Zones inaccessibles pour raisons anthropiques
Danemark	440 km ² de lacs et 150 km ² de rivières	Toutes	10 %
Pays-Bas	3 400 km ²	Toutes	/
Allemagne	3 000 km ²	Toutes	25 % (barrages)
Irlande	2 071 km ² de lacs et 73 km ² de rivières	Toutes	5 %
Grande-Bretagne	1 924 km ² de lacs et 500 km ² de rivières	Toutes	Pas d'obstruction
Portugal	266 km ² de lacs et 6 km ² de rivières		99 % des lacs et 70 % des rivières (barrages)
Espagne	720 km ²	90 % (10% sont des lacs d'altitude)	93 % pour raisons de pollution ou de barrages
Italie	2 360 km ² de lacs ou bassins artificiels et 108 km ² de rivières	La plupart du réseau	50 % des rivières et 60 % des lacs
France	1 696 km ² de lacs ou bassins artificiels et 840 km ² de rivières et canaux	La plus grande partie du réseau	50 % des lacs et 10 % des rivières (accès difficile dans la plupart des rivières)

Tableau 1 : Surfaces d'eau douce appropriées et accessibles aux anguilles en Europe (Moriarty *et al.*, 1997).

En Europe, 40 % des habitats d'eau douce sont inaccessibles ou inappropriés, en partie à cause de contraintes naturelles (hautes altitudes), mais principalement pour des raisons anthropiques dont la plus importante est l'obstruction physique des bassins versants (tableau 1). Au Portugal, en Espagne, en Italie et en France, beaucoup de barrages possèdent des passes à poissons inadaptées à l'anguille (cf. § 5.2.2).

En outre, l'anguille est un poisson migrateur amphihalien : sa capacité de déplacement au sein du bassin versant (pour coloniser ou retourner en mer) est un paramètre déterminant de la durée du cycle biologique. L'isolement de fractions estuariennes et fluviales au sein d'une population d'anguilles est donc à même de conditionner l'efficacité de la colonisation des zones amont du bassin et d'engendrer des caractéristiques biologiques différentes et un déséquilibre du sexe ratio (Mounaix *et al.*, 1994).

5.2.2. Franchissement des obstacles

La notion d'obstacle est étroitement associée aux capacités de franchissement de chacune des espèces migratrices. Un obstacle pour l'anguille peut permettre le transit d'autres espèces piscicoles car leurs capacités de franchissement sont différentes. Il est donc essentiel de définir les possibilités de franchissement de cette espèce.

Selon Legault (1993), la nage et la reptation correspondent aux deux modes de franchissement de l'anguille.

- La nage : comme de nombreux poissons, la nage de l'anguille est de type ondulatoire. Les performances natatoires de cette espèce sont étroitement associées à la morphologie particulière de son corps qui se caractérise par son homogénéité et par une bonne flexibilité vertébrale.

Un obstacle peut être défini par rapport aux vitesses de nage utilisées par l'anguille pour son franchissement. On peut considérer que l'espèce sera confrontée à un obstacle lorsqu'elle fera appel à la vitesse de pointe ou de nage soutenue.

La vitesse de pointe va évoluer avec la taille des anguilles. Pour les civelles, ces vitesses maximales atteignent 0,50 m par seconde alors que pour des anguilles d'une quarantaine de centimètres, elles sont de l'ordre de 1,5 m/s. Les vitesses maximales sont donc réduites comparées à celles des autres espèces piscicoles.

En outre, lorsque les vitesses de courant sont inférieures aux vitesses de pointes, la configuration de l'obstacle peut tout de même le rendre infranchissable. En effet, la distance à franchir peut être supérieure aux capacités d'endurance de l'anguille.

- La reptation : représente une possibilité de franchissement spécifique de l'anguille. Sa morphologie serpentiforme, sa grande flexibilité vertébrale ainsi que la possibilité de respiration aérienne lui permettent de sortir de l'eau pour contourner un obstacle. Toutefois, les zones de déplacement doivent obligatoirement être humides puisque l'anguille ne peut transiter par des zones sèches (Legault, 1993).

De nombreux obstacles potentiels peuvent présenter des zones de reptation mais ils ne sont pas tous franchissables. Les parois verticales par exemple ne peuvent être franchies que par les anguilles de petites tailles, mais restent infranchissables pour des anguilles de plus de 10 centimètres.

Certains obstacles, même de petites tailles, interdisent tout franchissement. C'est le cas d'un seuil fixe constitué d'une chute d'une quinzaine de centimètres par exemple ou des barrages équipés de vannes. Lorsque la vanne est levée, les vitesses de courant sont trop fortes (supérieures à 2m/s) et lorsqu'elle est abaissée, seules subsistent des portions verticales pour tenter le franchissement par reptation. De même, les buses, très fréquentes sur les chevelus des bassins versants, sont souvent infranchissables puisque soit elles nécessitent des capacités de saut pour y entrer, soit la distance à franchir par nage est trop longue et ne présente pas de zones de repos (photos 1 et 2).



Photo 1 : Vue d'un débouché aval d'une buse illustrant les problèmes posés à la migration du poisson : chute à l'aval, vitesse élevée et tirant d'eau insuffisant dans l'ouvrage (Larinier, 1992b).



Photo 2 : Seuil ne permettant pas le franchissement des anguillettes (Larinier, 1992b).

Le franchissement des obstacles peut également dépendre de la saison puisque au cours de l'année ils permettent le franchissement de quelques individus en raison de leur gestion hydraulique ou d'une sélectivité partielle. Seules quelques anguilles peuvent alors poursuivre leur progression vers l'amont.

5.2.3. Restauration du franchissement

Différents types d'aménagement ou de gestion des barrages peuvent être envisagés afin de réduire les problèmes de migration anadrome de l'anguille. Les diverses solutions doivent être adaptées à la situation du barrage sur les voies de migration, à la configuration de l'ouvrage et à sa gestion hydraulique mais aussi aux caractéristiques hydrologiques du cours d'eau.

Deux grandes catégories d'intervention peuvent être distinguées selon les phases de migration de l'anguille : les manœuvres d'ouvrage et les dispositifs de franchissement (Legault, 1993).

- les manœuvres d'ouvrage : elles peuvent être envisagées sur les barrages estuariens soumis aux marées, où le niveau d'eau à haute mer est supérieur au niveau d'eau en amont de l'ouvrage. Les ouvrages estuariens représentent les premiers obstacles à la colonisation du domaine continental, les civelles s'accumulent alors en aval de ces obstacles.

Pour réduire leur impact, la disparition totale du barrage apparaît comme la solution la plus radicale. Toutefois, ces ouvrages répondent à des objectifs de gestion hydraulique, et limitent la submersion des terrains par les eaux saumâtres. Les manœuvres d'ouvrage peuvent être des solutions transitoires qui gomment temporairement et de façon modulée les effets des barrages estuariens.

Ce type d'intervention devrait être envisagé au niveau des barrages estuariens grâce à la manœuvre partielle des vannes ou des vantelles lors de la marée haute. Cela permet le transit des civelles en amont. Sur l'Atlantique, la gestion particulière des ouvrages s'effectue entre les mois de janvier et de mai, principalement à l'occasion des marées de vives eaux.

- Les dispositifs de franchissement : le principe général des dispositifs de franchissement consiste à attirer les migrateurs en un point déterminé du cours d'eau à l'aval de l'obstacle et à les inciter, voire à les obliger à passer en amont en leur ouvrant une voie d'eau (passes à poissons *stricto sensu*) ou en les piégeant dans une cuve et en déversant celle-ci en amont (ascenseurs et systèmes de piégeage et de transport).

Les passes permettent de restaurer les possibilités de franchissement des obstacles par l'anguille en utilisant la capacité de reptation de l'espèce (figure 2 et photo 3). Deux facteurs sont importants pour l'efficacité d'une passe : le substrat et l'inclinaison des rampes (Legault, 1992).

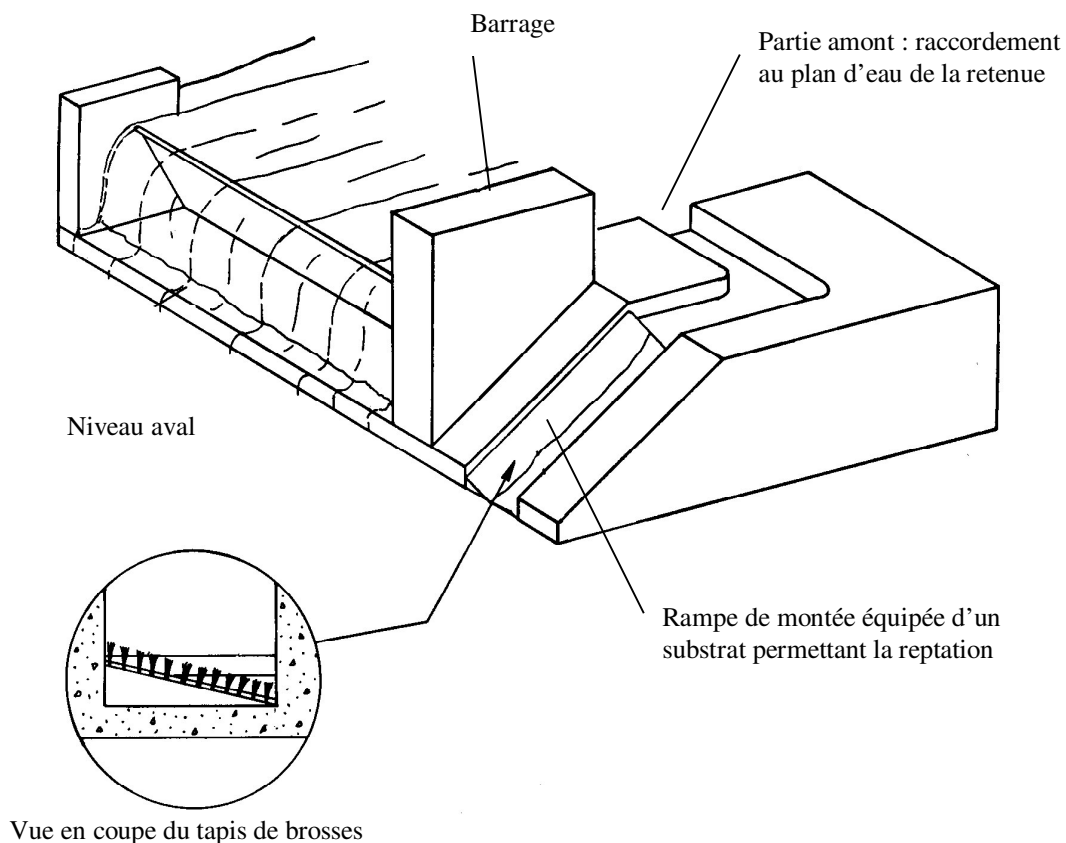


Figure 2 : Schéma de principe d'une passe migratoire à civelles et anguillettes (Porcher, 1992).



Photo 3 : Rampe équipée d'un substrat de type brosse (Porcher, 1992).

Des passes pour tous les stades migratoires de l'anguille ont été imaginées, réalisées et ont montré leur bon fonctionnement, bien que probablement à l'avenir, de nouvelles améliorations interviendront (voir Porchet, 1992 ; Larinier, 1992a ; Legault, 1993 ; Briand, 1998).

Les ascenseurs sont généralement utilisés pour les ouvrages de hauteur importante. Leur efficacité est fortement liée à la porosité des grilles. Leur utilisation est toutefois problématique pour les petites espèces comme les civelles ou anguillettes qui exigent des grilles à espacements très réduits, d'un entretien trop astreignant (l'écartement interbarreaux a été estimé à 0,5 cm pour l'anguillette par Travade *et al.*, 1992).

Les passes à anguilles semblent être la seule solution viable à long terme (Crivelli, 1998), et nous donneraient une excellente opportunité pour suivre, sur une base annuelle, le recrutement d'anguilles dans un certain nombre de cours d'eau. Il faut pour cela installer sur ces passes un vivier de stockage, établir un plan de suivi, nommer un responsable, et en assurer le financement.

De nombreux axes migratoires sont d'ores et déjà restaurés et des suivis ont permis de montrer l'efficacité des dispositifs sur des cours d'eau de petite taille comme le Brivet (Loire Atlantique), l'Arguenon (Bretagne), le lac de Grand-Lieu (Loire Atlantique). Des résultats ont aussi été obtenus sur des rivières de grande taille comme la Garonne, la Vienne ou la Vilaine.

5.2.4. Réglementation au niveau des barrages et autres obstacles à la migration

Au niveau des barrages, les articles L.232-5 à L.232-8 du Code Rural²³ définissent les obligations des permissionnaires à l'égard de la circulation des migrateurs et répriment les infractions.

Les exploitants d'ouvrage sont tenus à une obligation de résultat et doivent assurer en permanence :

- la vie, la circulation et la reproduction des poissons dans le tronçon court-circuité. Les espèces concernées sont celles qui peuplent les eaux au moment de l'installation de l'ouvrage,
- le franchissement des ouvrages dans les cours d'eau ou parties de cours d'eau dont la liste est fixée par décret, et pour les espèces définies par arrêté,
- un débit minimal dans le lit des cours d'eau. Ce débit minimal ne doit pas être inférieur au dixième du module du cours d'eau au droit de l'ouvrage. Ce dernier correspondant au débit interannuel évalué à partir des informations disponibles portant sur une période d'au moins 5 ans. Toutefois, cette réglementation dépend de l'année de construction de l'ouvrage. En effet, les pisciculteurs propriétaires de barrages construits avant 1789 ont des « droits fondés en titre » et ont la possibilité de prendre la totalité de l'eau du cours d'eau.

L'Administration doit imposer, lors de la mise en place de nouveaux ouvrages, la réalisation de dispositifs de franchissement qui s'avèrent nécessaires aux espèces migratrices présentes ou en cours de réintroduction, y compris sur les cours d'eau non classés, au titre de l'article L. 232-6 de Code Rural.

²³ Titre troisième – Pêche en eau douce et gestion des ressources piscicoles/chapitre II – Présentation des milieux aquatiques et protection du patrimoine piscicole / Section III – Obligations relatives aux ouvrages.

5.3. QUALITE DES EAUX

Aux nombreuses menaces naturelles imposées aux anguilles s'ajoutent de nombreux risques induits par les activités humaines qui sont responsables de perturbations environnementales d'ordre physique, chimique et biologique.

La qualité de l'eau, aujourd'hui très dégradée dans de nombreux pays européens, se traduit par une augmentation des risques de mortalité chez l'anguille et constitue bien souvent un obstacle chimique à la migration.

5.3.1. Enrichissement en nutriments

De façon naturelle, tous les plans d'eau évoluent en passant d'un état oligotrophe (peu nourri) à l'état eutrophe (bien nourri) par comblement progressif de la cuvette lacustre. Cette eutrophisation naturelle, qui correspond à un enrichissement des eaux, est un phénomène très lent.

Depuis les années soixante, suite au développement industriel et agricole et à une augmentation de la démographie (qui engendre des effluents domestiques), tous les cours d'eau, et plus encore les lacs et autres lagunes, ont dû faire face à un apport grandissant de nutriments (principalement le phosphore et l'azote) provenant de leurs bassins versants respectifs.

En effet, les rejets urbains (ou les rejets domestiques) sont composés d'azote et de phosphore mais également de matières organiques fermentescibles (glucides, lipides, protides) qui sont de grosses consommatrices d'oxygène qu'elles utilisent pour leur biodégradation. Cette biodégradation conduit à une anoxie²⁴ de l'eau aux conséquences catastrophiques pour la faune aquatique. Ces rejets urbains sont également composés de matières en suspension responsables notamment d'une augmentation de la turbidité des eaux, et de milliards de germes fécaux.

Avec le temps, cet apport croissant de nutriments et leur accumulation dans les sédiments ont provoqué une modification de la qualité de l'eau et des peuplements de bactéries, de phytoplancton, de zooplancton, de macroinvertébrés et de poissons. Parallèlement à ces modifications, on observe le plus souvent une anoxie du fond, permanente ou temporaire, et une disparition des herbiers de plantes submergées au profit du phytoplancton et/ou des macroalgues.

Cet enrichissement anthropique porte le nom d'eutrophication²⁵ ou dystrophisation ou encore d'hypertrophisation.

Dans les eaux eutrophes (riches en éléments nutritifs), la production de plancton peut être extrêmement abondante. Le développement intense d'algues entraîne les mêmes effets qu'une eau polluée par des matières organiques : une grande partie de l'oxygène contenu dans l'eau est consommée lorsque ces masses de plancton meurent, sédimentent puis se décomposent. Le déficit en oxygène peut éliminer les animaux benthiques (comme l'anguille) et, dans certains cas, les poissons. Si l'oxygène disparaît totalement des zones benthiques, on observe alors la formation d'hydrogène sulfuré, composé toxique pour toute forme de vie.

En outre, lors de ces eutrophisations, les produits toxiques adsorbés dans les sédiments se trouvent remis en dilution et provoquent des mortalités piscicoles notamment d'anguilles.

²⁴ Diminution du taux d'oxygène.

²⁵ Enrichissement artificiel d'une eau en matières nutritives qui perturbe l'équilibre biologique des eaux, par opposition à l'eutrophisation qui est un phénomène naturel (le terme eutrophisation est souvent employé dans les deux sens).

5.3.2. Blooms algaux

Quelques cas de mortalités d'anguilles ont été signalés à l'occasion de blooms considérés « accidentels » (probablement liés à des déséquilibres environnementaux dont l'origine anthropique est seulement soupçonnée...).

Un certain nombre de proliférations algales de Dinoflagellés producteurs de toxines ont été jugées responsables de mortalités massives d'anguilles en Angleterre, en Espagne ou encore en Norvège (Bruslé, 1994). Si les données de la littérature se limitent à quelques cas en Europe, il est à craindre que l'extension des blooms (tant en fréquence qu'en intensité) qui se manifestent ces dernières années ne provoque un accroissement des cas de létalité (Bruslé, 1998).

5.3.3. Bouchons vaseux

Soumis aux marées, l'estuaire est l'interface entre le milieu marin et le milieu fluvial, et de nombreuses matières amenées de la mer et des fleuves entrent et sortent de cet estuaire. Les mouvements résiduels de l'eau et la salinité provoquent le piégeage des sédiments fluviaux et une concentration de sédiments en suspension. Lorsque l'apport en matières en suspension est supérieur à l'évacuation vers la mer (débit fluvial faible), il s'ensuit une sédimentation des particules fines et la remontée des sédiments marins de l'embouchure vers l'amont.

Ce phénomène naturel, mais fortement lié aux activités humaines, conduit à la constitution du bouchon vaseux. La décantation de ce bouchon vaseux engendre la formation de couches de vases très fluides : la « crème de vase ». Le bouchon vaseux est particulièrement important lors des marées de vives eaux et lors des étiages.

La richesse des vases en matière organique et en bactéries, le brassage de l'eau favorisent l'activité bactérienne. La consommation d'oxygène qui en résulte conduit à une anoxie complète de l'eau, surtout si celle-ci est relativement chaude comme à la fin de l'été.

L'accentuation de la salinité, le manque d'eau douce, la turbidité des eaux et l'anoxie du milieu, qui peuvent être engendrés par le bouchon vaseux et son extension, constituent des atteintes pour les poissons. Ces derniers peuvent se trouver piégés dans le bouchon vaseux ou bloqués en aval ou en amont du bouchon.

Dans la Loire, des mortalités importantes de poissons migrateurs, comme les mullets, sont observées lors des grandes marées d'automne. Les adultes descendant le fleuve pour frayer en mer sont obligés de traverser le bouchon vaseux et y meurent asphyxiés.

5.3.4. Pollutions industrielles et agricoles

La pollution industrielle inclut les métaux lourds, les organochlorés (PCB), les hydrocarbures, les pesticides et autres produits phytosanitaires, *etc.*

Les anguilles, *Anguilla sp.*, sont souvent exposées à divers polluants en milieu maritime, saumâtre ou d'eau douce, à tous les stades de leur développement (civelle, anguillette, anguille jaune, anguille argentée). C'est l'exposition à long terme, le cycle de l'anguille en eau douce étant très long, qui peut avoir des impacts sur le devenir de l'espèce.

Certains de ces polluants (métaux lourds, phénol, ...) sont connus pour être toxiques, même à de faibles concentrations.

En outre, de nombreux polluants sont susceptibles de se concentrer (bioaccumulation) chez les végétaux et les animaux à des niveaux parfois considérablement plus élevés que celui auquel ils sont

présents dans l'eau. Pour certains polluants comme le mercure, on a montré qu'il y avait non seulement bioaccumulation mais aussi biomagnification²⁶ (Amiard *et al.*, 1982).

5.3.4.1. Métaux lourds

Ces micropolluants minéraux (Cd, Cr, Pb, Hg...) sont connus pour leur toxicité, décelée dans les milieux naturels à l'occasion de mortalité consécutive à des crises de pollution et démontrées expérimentalement par des contaminations contrôlées en laboratoire (Bruslé, 1994).

➤ Contamination en milieux naturels

La pollution accidentelle des milieux naturels de Sandoz (Bâle) en novembre 1986, a montré la vulnérabilité de l'anguille. Au cours de la nuit, un incendie a ravagé un hangar des établissements Sandoz qui contenait 1 250 tonnes de produits entrant dans la composition de pesticides et de divers produits chimiques. Une grande quantité de ces substances a été emportée vers le Rhin par les eaux utilisées pour éteindre l'incendie et a provoqué une pollution sans précédent des eaux du fleuve.

Une des conséquences les plus visibles a été la mortalité brutale et massive des anguilles : 400 tonnes sont venues s'amonceler sur les grilles des usines hydroélectriques (Clauss et Meunier, 1998).

L'anguille est apparue plus sensible que les autres espèces de poissons, cette vulnérabilité semblant trouver son origine dans le fait que c'est une espèce à grande capacité respiratoire par voie cutanée et qui se repose dans les sédiments. En outre, les anguilles commençaient à entrer en léthargie hivernale et leur réflexe de fuite était probablement amoindri (Clauss et Meunier, 1998).

Suite à cet accident, les experts ont été d'accord pour estimer que plus de 90 % des anguilles du Rhin étaient mortes.

Plus récemment, à la mi-novembre 1999, de très forts orages provoquaient la montée des eaux dans la vallée de la Berre. Situé dans le département de l'Aude, l'étang de Bages-Digean s'étend du nord au sud de Narbonne à Port-la-Nouvelle et représente un complexe lagunaire majeur du Languedoc-Roussillon couvrant environ 5 600 hectares. Le lessivage important provoqué par ces précipitations soudaines et intenses a engendré une inondation de l'étang ce qui a fait craindre que les apports en contaminants dissous et particulaires aient une action durable sur la qualité du milieu.

Les premiers prélèvements réalisés par l'Ifremer et le Syndicat Mixte du Parc National Régional de la Narbonnaise, ont révélé une contamination des organismes vivants, et notamment de l'arsenic en quantité importante dans les anguilles (Blanchard, 2001).

Dans l'estuaire de la Gironde, des concentrations importantes en cadmium proviennent d'une ancienne mine située sur le Lot (près de Decazeville à 300 km en amont) et dont les terrils d'extraction, riches en divers éléments métalliques et en particulier en cadmium, ont été laissés à proximité d'un ruisseau (le Riou Mort). Par lessivage, les métaux ont été entraînés dans le système hydrologique.

Selon les sites dans l'estuaire de la Gironde, les teneurs en cadmium mesurées dans les huîtres varient de 22,48 mg/kg de poids sec à 129,1 mg/kg de poids sec entre 1979 et 1994, la moyenne nationale (hors estuaire de la Gironde) étant de 2,25 mg/kg de poids sec (Cantin, 1996). Chaque année, les teneurs décroissent, mais elles restent largement supérieures aux recommandations de l'arrêté du 21 juillet 1995²⁷ et entraînent un classement de l'estuaire en zone D (Cantin, 1996).

Des contaminations ont également été mises en évidence dans plusieurs pays européens. A proximité d'un complexe industriel proche de Bristol (Grande Bretagne), les anguilles de la Severn montrent des foies fortement chargés en cadmium selon Romeril et Davis (Bruslé, 1994). A l'Est de

²⁶ Augmentation de la concentration dans les prédateurs par rapport à leurs proies.

²⁷ Arrêté relatif au classement de salubrité et à la surveillance des zones de production et des zones de reparcage des coquillages vivants.

l'Angleterre, les concentrations en mercure des foies des anguilles échantillonnées dans 11 rivières dépassent les seuils tolérés pour la consommation humaine. Une vingtaine de publications font état des diverses concentrations en métaux relevées sur des anguilles sauvages (soit *in toto* soit dans leur chair et dans leur foie) en France (Loire, Vilaine, Gironde, Camargue), Grande-Bretagne, Allemagne, Italie et Turquie (Bruslé, 1990).

Au Canada, dans le lac Ontario, plusieurs espèces de poissons benthiques ont développé des tumeurs cutanées et hépatiques associées à l'exposition à des produits chimiques (Mac *et al*, 1993).

Les concentrations en métaux des différentes espèces de poissons ont été mesurées dans de nombreux sites naturels (Bruslé, 1990). Il semblerait que les anguilles accumulent des concentrations élevées de polluants du fait de leur longue vie. Les anguilles les plus vieilles peuvent être considérées comme dangereuses pour la consommation. Une étude sur 405 anguilles américaines provenant de rivières canadiennes, a montré que 76 % d'entre elles (307) possédaient des concentrations en mercure plus hautes que le niveau de sécurité (0.5 µg/g), ce qui a entraîné l'interdiction de la pêche commerciale d'anguilles (Bruslé, 1990). De même la plupart des anguilles australiennes des rivières et lacs de Victoria avaient des concentrations en mercure bien au-dessus du niveau permis. Chez l'anguille européenne, alors que le niveau de cadmium est généralement bas et ne semble pas constituer un danger pour l'homme, 42 % des anguilles de l'Elbe²⁸ atteignent la limite recommandée de 1 µg/g de mercure.

Des traces de métaux²⁹ comme le cuivre, le cobalt et le nickel, ont été trouvées dans la mer des Sargasses et dans les eaux du Gulf Stream à des niveaux élevés (Bruslé, 1990 ; Bressa *et al*, 1997). Ces métaux peuvent avoir des effets nuisibles sur les œufs et les larves leptocéphales et peuvent induire des développements anormaux et affecter la migration des larves (Bruslé, 1990).

Cependant, le problème du taux d'accumulation de métaux dans l'organisme est complexe puisqu'il faut tenir compte de la forme chimique du métal. En outre, un effet de synergie ou d'antagonisme est possible entre métaux, comme celui du Cadmium sur la bio-accumulation du cuivre (Andersen, 1984) ou celui du zinc sur la bio-accumulation du cadmium (Pally et Foulquier, 1976). Des études réalisées sur le Rhin, lourdement pollué au-dessous de Bâle par des usines chimiques et des mines de chlorures, ont révélé des effets synergiques de micropolluants divers, parmi lesquels les métaux lourds (particulièrement le mercure) potentiellement responsables de la mort de poissons dont les anguilles (Bruslé, 1990).

➤ Tests en laboratoire

Trois voies de contamination des anguilles (et des poissons en général) ont pu être identifiées : contamination par voie trophique, par contact avec le sédiment ou directement à partir de l'eau.

Lors d'une exposition courte au HgCl₂³⁰, directement à partir de l'eau, le mercure inorganique est principalement accumulé au niveau des branchies (Bruslé, 1990).

Au niveau des sédiments, la concentration d'un métal chez l'anguille semble dépendre de la disponibilité de ce métal dans les sédiments de fond. Le sédiment est une zone de dépôt et les concentrations en métaux lourds peuvent être élevées. Les espèces benthiques comme l'anguille sont alors plus exposées à cette forme de contamination. La relation entre les concentrations de mercure dans le sédiment et dans les organismes a été obtenue par des expériences de Cottiglia *et al*. (1984) où les concentrations de mercure étaient sensiblement plus élevées chez l'anguille que chez d'autres espèces de poissons et de crustacés.

²⁸ Fleuve de la République Tchèque et d'Allemagne.

²⁹ Ainsi que des pesticides (DDT, DDD, lindane, *etc.*).

³⁰ Chlorure de mercure.

Des concentrations élevées dans les chairs de poissons ont été associées au niveau trophique des prédateurs ou des espèces de fond comme les anguilles qui sont considérées comme un indicateur de pollution par Uysal (1980).

➤ Conséquences de la pollution par métaux lourds sur le métabolisme des anguilles

Le cadmium est un polluant très étudié du fait de sa toxicité élevée. Il induit d'importantes perturbations dans les processus et la chronologie de la pigmentation des civelles. Lors d'expériences en laboratoire, Biagianti *et al.* (1987), ont montré qu'à court terme (dès le premier jour d'expérience utilisant des concentrations de cadmium tout à fait comparables à celles détectées dans les milieux naturels margino-littoraux fréquentés par les civelles lors de leur migration anadrome), des altérations graves sont décelables au niveau de plusieurs organes vitaux des civelles : au niveau des branchies, il y a présence d'œdèmes, de congestions, d'hémorragies et de nécroses de l'épithélium respiratoire et hépatique.

Les perturbations structurales et fonctionnelles au niveau des branchies sont précoces et graves, mais ces lésions restent réversibles. En revanche, le foie, du fait de l'accumulation du métal dans les tissus hépatiques, présente des altérations structurales plus tardives mais irréversibles (Gony-Lemaire, 1990).

Il semble que les métaux lourds soient plus toxiques pour les espèces estuariennes qui doivent supporter les problèmes d'osmorégulation. Ceci est particulièrement vrai lors des migrations anadromes et catadromes. En effet, les branchies endommagées par la pollution provoqueraient la perte d'ions ce qui entraînerait l'échec de l'osmorégulation (Bruslé, 1990).

C'est le cas pour une pollution au mercure qui est principalement accumulé dans les branchies. Il y a alors modification de la perméabilité, blessure cellulaire et perturbation au niveau d'enzyme et donc altération des deux fonctions essentielles : respiration et osmorégulation.

Chez l'anguille, la présence dans le milieu de métaux lourds (ou de pesticides) peut également occasionner des déformations du squelette et des malformations chez les jeunes individus (Girard, 1998).

5.3.4.2. Pesticides

Toutes les molécules de synthèses (xénobiotiques) utilisées comme herbicides, fongicides, insecticides, rodenticides, se révèlent toxiques pour les poissons en général et pour l'anguille en particulier.

Des effluents riches en aldrine et dieldrine (deux insecticides) dans deux rivières anglaises ont induit une accumulation de ces deux pesticides dans les anguilles vivant en aval des rejets, les concentrations dans celles-ci étant supérieures à celle des truites et saumons du même site (Hamilton, 1985). De même, le niveau des pesticides et polychlorobiphényles (PCB) des anguilles du Rhin a été estimé supérieur à celui autorisé d'où leur caractère dangereux pour la consommation humaine.

Lors de prélèvements d'anguilles effectués par le Réseau Hydrologique et Piscicole³¹ Charente à Saint-Simeux, des analyses ont décelé des concentrations importantes de PCB de 8,7 mg/kg en 1996 et 3 mg/kg en 1997, alors que la norme établie par le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche considère qu''au-dessus de 2 mg/kg les anguilles sont impropres à la consommation (Luneau, 1998b).

Les PCB³² apparaissent comme des produits lipophiles³³ rémanents, particulièrement abondants dans les sédiments. Les anguilles vivant en étroite contact avec ceux-ci seraient donc particulièrement

³¹ Le RHP a été mis en place en 1990 par le CSP avec l'appui des Agences de l'eau.

³² Micro-polluants organiques qui n'existent pas naturellement.

³³ Molécules qui possèdent une affinité pour des molécules lipidiques.

exposées. En effet, en mer du Nord et en Baltique, les anguilles présentent des taux de DDT, DDD et lindane supérieurs à ceux relevés sur les autres espèces marines comme la morue et le hareng.

Aubert *et al.* (1977) ont montré que les concentrations en DDT et HCH³⁴ des anguilles bretonnes étaient plus élevées au stade anguille jaune qu'au stade civelle, en fonction des teneurs en graisses tissulaires.

Les effets chroniques des pesticides, à des doses sublétales, ont été testés sur l'anguille. Des perturbations structurales de la branchie (congestion) et de la peau (lésions hémorragiques) ont été observées dans des anguilles jaunes de Camargue après un traitement anti-moustique au lindane (Schachter *et al.*, 1969).

Les doses létales (CL50, 24h)³⁵ relatives au lindane (0,35 mg/l) sont inférieures chez l'anguille à celles relevées pour les tilapias et les carpes, ce qui révèle leur plus grande sensibilité (Bruslé, 1991).

Les sites d'actions de ces divers pesticides sont le système nerveux central, sous forme d'altération de fonctionnement des pompes ioniques des cellules excitables d'où leur effet neurotoxique qui se traduit par une nage erratique, des convulsions et une perte d'équilibre.

5.3.4.3. Hydrocarbures

L'accumulation des hydrocarbures liposolubles chez l'anguille qui est un poisson « gras », est supérieure à celle de poissons « maigres » tels que le bar *Dicentrarchus labrax* selon Awad (1979).

Suite à l'échouage de l'Amoco Cadiz sur les côtes bretonnes, les concentrations en hydrocarbures les plus élevées ont été détectées dans les tissus riches en lipides que sont les ovaires, et la détoxification est apparue lente. Les branchies des anguilles présentaient des lésions graves (hypertrophie³⁶ et hyperplasie³⁷ des cellules à chlore, hypersécrétion de mucus, lyse des globules rouges) témoignant de troubles de la respiration et de l'osmorégulation (Lopez *et al.*, 1981). De plus, les ovaires montraient des dégénérescences folliculaires et une nécrose de nombreux ovocytes (ovaires non fonctionnels).

En outre, des interactions ont été mises en évidence entre les hydrocarbures et les métaux lourds. L'intoxication par le benzo(a)pyrène (hydrocarbure aromatique polycyclique³⁸) d'anguilles préalablement contaminées par le cadmium a engendré une action toxique synergique de ces deux polluants, tant du point de vue altération structurale (foie, intestin) que des perturbations métaboliques (Gony-Lemaire, 1990).

5.3.4.4. Produits chimiques

La concentration des produits chimiques dans le milieu marin ne cesse d'augmenter et constitue un véritable danger (Anonyme, 2001). Parmi ces produits chimiques, on trouve la dioxine appartenant à un groupe dit dangereux et connu pour rassembler des polluants organiques persistants.

³⁴ Hexaclorocyclohexanes : composés chlorés de synthèse utilisés dans la fabrication d'herbicides, d'insecticides...

³⁵ Concentration de lindane nécessaire pour tuer 50 % de la population en 24 heures.

³⁶ Augmentation du volume d'un tissu due à un développement excessif de la taille de ces constituants.

³⁷ Développement excessif d'un tissu par multiplication de ces cellules.

³⁸ Les HAP sont formés par la combustion incomplète de matières organiques (installations pétrochimiques, lessivage des zones urbaines...).

Les sédiments constituent un puits naturel pour les dioxines qui ne sont pas solubles dans l'eau ni biodégradables, mais très solubles dans les graisses. Elles seront alors absorbées par les tissus adipeux humains et animaux où elles s'accumulent (source Commission Européenne).

Une fois les dioxines introduites dans l'environnement ou l'organisme, elles y restent en raison de leur capacité inquiétante à se dissoudre dans les graisses et de leur stabilité chimique incomparable.

Les dioxines sont essentiellement des sous-produits des procédés industriels (fonderie, blanchiment de la pâte à papier et fabrication de certains herbicides et insecticides) mais peuvent également résulter d'événements naturels comme les éruptions volcaniques et les feux de forêt.

Du fait qu'il s'agit d'un poisson gras souvent en contact avec le sédiment, l'anguille est particulièrement exposée à la dioxine. C'est le cas en mer Baltique contaminée pendant des décennies par les rejets d'usines de pâtes à papier, et où les poissons sont si chargés en dioxine que les Suédois recommandent aux femmes en âge d'avoir des enfants d'éviter de manger du poisson plus d'une fois par semaine (Anonyme, 2001).

5.3.4.5. Détergents

Du fait de la rapide dégradation des détergents par les bactéries, leur action sur les anguilles a été jugée limitée en milieu naturel (Bruslé, 1994).

5.3.4.6. Phénols

Selon Grauby *et al.* (1973), de fortes concentrations en phénols (7 à 19 mg/l) relevées dans les effluents des raffineries et usines chimiques seraient responsables de la mort des anguilles sauvages dont la forte teneur en graisses tissulaires favorise une concentration élevée dans le muscle, ce qui les rend impropre à la consommation humaine.

5.3.4.7. Synthèse

L'anguille a souvent été considérée comme un excellent bioindicateur de la pollution des eaux puisqu'elle ne se reproduit qu'une fois dans sa vie et qu'elle accumule donc tout au long de sa vie, notamment dans ses graisses, tous les polluants rencontrés (Bruslé, 1990 ; Moriarty *et al.*, 1997 ; Crivelli, 1998). En outre, l'anguille traverse plusieurs types de milieux (mer, estuaire, cours d'eau), ce qui augmente ses risques d'être en contact avec les contaminants.

Certaines populations d'anguilles sont affectées par des dégradations générales de la qualité des eaux telles que l'acidification (pH 5,5) et l'eutrophisation, responsables de stress d'osmorégulation et de dysfonctionnements des échanges gazeux respiratoires.

Pour Girard (1998) les pollutions organiques et minérales sont souvent impliquées, directement ou indirectement, dans l'apparition des processus pathologiques. Par exemple, la présence d'hydrocarbures dans le milieu favorise l'action de virus entraînant des pathologies de types nécroses, herpès, tumeurs. De même, la sensibilité accrue des anguilles exposées à des métaux lourds et des organismes pathogènes a été démontrée expérimentalement par Bruslé (1990).

Outre l'impact direct sur les anguilles, la pollution des estuaires semble jouer un rôle de répulsion pour les civelles. En effet, il semblerait qu'en Chine, les civelles absentes depuis plusieurs années, recoloniseraient les estuaires suite à des années de crues importantes qui aurait permis un relargage de toxine en mer et une diminution de la pollution en estuaire.

La diminution des captures par les professionnels pourrait donc provenir également d'une diminution des flux entrant de civelles en estuaire, les civelles effectuant alors leur croissance en bordure du plateau continental.

5.3.5. Réglementations et mesures de gestion

« Il ne suffit pas de permettre aux géniteurs de retourner en mer, il faut également qu'ils soient en mesure de se reproduire une fois arrivés sur les sites de pontes » (Feunteun, 1998).

5.3.5.1. Réglementation des rejets urbains

Toutes les eaux usées domestiques ainsi que les eaux pluviales doivent normalement être épurées par traitement avant leur retour en milieu naturel.

Selon le type d'habitat et le choix de la collectivité, on distingue deux types d'assainissement :

- l'assainissement non collectif (autonome ou individuel) dont les travaux de mise en œuvre relèvent des particuliers mais avec contrôle communal. Le traitement se fait par fosse septique, qui permet de décanter les particules solides et les graisses, puis par infiltration des eaux dans le sol où la pollution restante est éliminée par l'action des micro-organismes qui y sont présents de façon naturelle.

- l'assainissement collectif, présent en zone urbaine ou d'habitats regroupés, qui permet la collecte des eaux usées dans un réseau d'assainissement pour un traitement en station d'épuration. Ce service d'assainissement est encadré par plusieurs textes réglementaires dont notamment la Directive Européenne du 21 mai 1991 et la Loi sur l'eau du 3 janvier 1992 avec ses décrets et arrêtés d'application. Ces textes prévoient notamment que les communes ou par substitution les établissements publics de coopération intercommunale soient responsables de l'assainissement de leurs eaux usées et que le service soit payé par l'usager. De la même façon, les performances épuratoires à atteindre par une station d'épuration sont encadrées par des textes communautaires et précisées localement par un arrêté préfectoral d'autorisation de rejet, propre à chaque installation, qui reprend les caractéristiques des eaux à traiter, les conditions de fonctionnement et de surveillance de la station d'épuration et du réseau d'assainissement, et les objectifs de qualité assignés à la rivière dans laquelle sont déversées les eaux traitées.

L'assainissement autonome concerne environ 13 millions de Français. Ce type d'assainissement se rencontre essentiellement en zone rurale (environ 30 % de la population rurale en 1999).

En zone d'assainissement collectif, 90 % de la population est raccordée à un réseau d'égout. Toutefois, la proportion de la pollution brute effectivement amenée jusqu'à une station d'épuration (taux de collecte réel) n'est que de 68 % en raison notamment de la vétusté de certains réseaux. Le reste de la pollution est rejeté directement en milieu aquatique sans traitement. A cela, doit être rajoutées les pollutions non traitées du fait de l'incapacité des stations à recevoir la totalité des rejets. La France possède environ 12 000 stations d'épuration en 1999 dont la majorité sont des stations de petites tailles : c'est une caractéristique de la situation française. La taille moyenne des stations allemandes est quatre fois supérieure à la taille moyenne des stations françaises.

A l'horizon 2005, l'objectif fixé par les pouvoirs publics est d'élever le taux de dépollution à seulement 65 %.

5.3.5.2. Réglementation applicable aux installations industrielles

Depuis 1950, les espaces côtiers sont devenus des lieux privilégiés de l'essor industriel. La très forte croissance des transports de matières premières, le faible coût des transports par mer, l'existence de vastes terrains bon marché en bord de mer (marais transformés en polders³⁹) ont créé les conditions d'un déplacement d'une grande partie de l'industrie lourde des sites continentaux vers les rivages. Ce processus est illustré notamment par la création de vastes ensembles regroupant sur des milliers d'hectares des activités portuaires et industrielles.

En France, la quasi-totalité de la sidérurgie est ainsi concentrée sur quelques sites portuaires (Dunkerque, Fos-sur-Mer, Caen), de même que la pétrochimie (Fos et le pourtour de l'étang de Berre, Le Havre et la baie de Seine).

Divers polluants sont retrouvés dans les rejets industriels selon les types d'activité, d'où la difficulté de traiter ce type de rejets.

A la différence des particuliers, il n'existe pas d'obligation de raccordement pour les industriels. En revanche, « *tout déversement d'eaux usées, autres que domestiques, dans les égouts publics doit être préalablement autorisé par la collectivité à laquelle appartiennent les ouvrages* » (article L35-8 du code de la santé publique). Il est à noter que cet article vise tous les rejets non domestiques, qu'ils proviennent d'un industriel, d'un commerçant ou d'un artisan.

L'autorisation de raccordement est soumise à des conditions relatives notamment :

- aux caractéristiques des effluents au point de rejet dans le réseau. De nombreuses stations d'épuration ne sont pas aptes à traiter ce type d'effluents ce qui peut rendre nécessaire un pré-traitement à la charge de l'industriel,
- au financement des éventuelles modifications apportées au réseau et/ou à la station d'épuration pour permettre le déversement et le traitement satisfaisant de ces eaux usées dans les installations publiques.

Le problème qui se pose aujourd'hui est l'absence fréquente de pré-traitement dans les industries. Les polluants sont soit rejetés dans le réseau, bien qu'ils ne puissent être traités par les stations, soit rejetés directement en milieu naturel. Dans les deux cas, cette pollution souvent toxique viendra accentuer la dégradation de la qualité des eaux et la diminution de l'abondance des espèces aquatiques.

5.3.5.3. Réglementation applicable aux rejets de piscicultures

Les rejets des piscicultures sont de deux ordres, substances dissoutes ou matières en suspension, et sont constitués soit par les substances issues du métabolisme des poissons (excrétion), soit par les restes des aliments non ingérés, soit encore par du mucus ou des écailles arrachées. On obtient ainsi approximativement par tonne de poisson produite : 400 à 700 kg de rejets solides divers et 45 à 75 kg de rejets dissous avec 60 % d'azote et 15 % de phosphore (Mayer, 1992).

D'une manière générale les déversements et rejets susceptibles d'altérer la qualité des eaux superficielles et souterraines sont soumis à autorisation⁴⁰.

Parmi les nombreux paramètres prévus par les grilles de classement, deux des critères les plus fréquemment retenus sont la concentration en matières en suspension (MES) et la concentration en ammonium.

Les normes de qualité des différents paramètres sont imposées dans les arrêtés préfectoraux.

³⁹ Terres gagnées sur la mer, endiguées, drainées et mises en valeur.

⁴⁰ Se traduit par le respect de normes de qualité d'eau en sortie de pisciculture par référence à des grilles de classement qui découlent de la Loi sur l'eau et de l'application en droit français des directives communautaires.

Depuis 1997, l'activité piscicole en eau douce est intégrée dans le système de taxation pour pollution comme les autres activités agricoles et industrielles. Toutefois, l'intégration des piscicultures sera progressivement réalisée sur 5 ans. L'application du système a eu lieu en 1999 avec pour première année de référence 1998.

5.3.5.4. Réglementation applicable aux exploitations agricoles

La majorité de la pollution d'origine agricole est liée à l'emploi excessif d'engrais et de pesticides, qui se retrouvent dans les eaux de ruissellement puis dans les fleuves. Depuis plusieurs années, divers programmes visent à limiter l'utilisation de ces produits chimiques dans un but de préserver l'environnement.

En 1990, l'Association Nationale pour le Développement Agricole (ANDA), à la demande des organisations professionnelles agricoles et avec la participation des Agences de l'eau, a développé les opérations « FERTI-MIEUX » avec pour objectif principal la protection de la qualité de l'eau. Elles consistent en un label décerné à des groupes d'agriculteurs d'une région s'engageant dans une action volontaire de protection de la ressource en eau. Ainsi, les actions de conseil répondent à un cahier des charges exigeant. Les exploitations sont souvent situées dans des zones de captage d'eau destinée à la consommation humaine.

Ces opérations correspondent à une volonté d'intégration de l'agriculture dans la politique locale de l'eau, mais le programme est encore très peu développé.

Concrètement, en adoptant le label FERTI-MIEUX, les agriculteurs s'engagent à modifier leurs pratiques en matière de fertilisation. Ils apprennent à apporter la dose adaptée aux besoins de la culture, à fractionner cette dose en l'apportant au moment où la plante en a vraiment besoin, et à implanter un couvert végétal permettant de limiter le lessivage hivernal.

Une meilleure gestion des engrais dans les champs signifie réduire les apports de nitrates dans les rivières.

En 2001, seulement 27 000 agriculteurs répartis dans 39 départements sont concernés par ce programme (à noter qu'en 2000, la France comptait environ 764 000 chefs d'exploitation dont 418 000 à temps plein, *source Ministère de l'Agriculture et de la Pêche*).

D'autres exploitants ont choisi l'agriculture biologique dont les principes reposent sur une fertilisation par engrais organiques, une couverture du sol pour la protection contre le dessèchement, une lutte anti-parasitaire biologique, des engrais minéraux naturels, *etc.* Bien que les principes de l'agriculture biologique aient été introduits en France après la seconde guerre mondiale, il faut attendre 1991 pour les productions végétales, et 1999 pour les productions animales, pour que le terme « agriculture biologique » apparaisse dans un règlement européen.

En 1997, face à l'augmentation de la demande en produits biologiques en France, le Ministre de l'Agriculture Louis Le Pen met en place un plan pluriannuel de développement de l'agriculture biologique (1997 – 2005) dans le but de favoriser les conversions d'exploitations vers l'agriculture biologique. Le seuil à atteindre en 2005 a été fixé à 25 000 producteurs (en 1999, l'agriculture biologique est pratiquée par seulement 8 140 producteurs, *source Ministère de l'Agriculture et de la Pêche*).

5.3.5.5. Restauration de la qualité des eaux

La restauration de la qualité des eaux passe en premier lieu par la mise aux normes de toutes les stations d'épuration souvent trop petites pour traiter la totalité des effluents urbains. L'objectif d'un taux de dépollution à 65 % à l'horizon 2005 reste encore faible devant le nombre croissant de rivières classées en qualité médiocre⁴¹ ou mauvaise selon les grilles de l'Agence de l'eau.

En effet, considérons les deux grands bassins de la façade atlantique où arrivent les civelles : dans le bassin Loire-Bretagne, la qualité des cours d'eau de 1971 à 1999 s'est altérée suite à l'augmentation des matières organiques, des nitrates, des matières phosphorées, *etc.*, dans les effluents. Dans le bassin Adour-Garonne, la qualité des rivières varie selon les bassins hydrographiques et reste médiocre dans les bassins du Tarn et de la Garonne.

Au niveau agricole, des programmes pour l'utilisation raisonnée des engrais vont permettre d'améliorer la qualité des effluents, mais l'adhésion à ce type de programme est volontaire et localisée. Une réduction rapide des fertilisants et autres pesticides d'origine agricole est indispensable aujourd'hui pour permettre la sauvegarde de nombreuses espèces aquatiques dont l'anguille. Le programme FERTI-MIEUX devrait être généralisé à toute la profession agricole.

Enfin, en ce qui concerne les pollutions industrielles, il est impératif d'imposer des systèmes de pré-traitement pour les effluents contenant des substances qui ne peuvent être traitées par les stations d'épuration.

5.4. QUALITE DES MILIEUX

L'anguille est une espèce benthique très inféodée au substrat des divers plans d'eau de son aire d'extension continentale. Tous les travaux touchant à la qualité de ces substrats (dragages, extraction de granulats, remodelage des lits des rivières, drainage des zones humides...) sont susceptibles de perturber les populations naturelles d'anguilles.

5.4.1. Dragages portuaires et extraction de granulats

Le maintien des activités portuaires nécessite le dragage permanent ou occasionnel de quantités très importantes de sédiments.

Lors de la contamination de zones aquatiques (exemple, contamination de l'estuaire de la Gironde par le cadmium), une partie des sédiments pollués se dépose au fond des fleuves et de l'estuaire. Le dragage ou l'extraction de granulats engendre une réactivation de la pollution par remise en suspension des sédiments de fond. Les métaux sont alors remis en mouvement et deviennent plus facilement assimilables par les organismes.

En outre, ces extractions peuvent se faire aux dépens des zones humides, zones importantes pour l'anguille (cf. p 5.4.3), et affectent l'écoulement de la nappe phréatique (risque d'assèchement des marais riverains).

⁴¹ Eaux qui peuvent poser des problèmes quant à la survie des poissons. Elles sont seulement utilisables pour des usages industriels peu exigeants (source Agence de l'eau).

5.4.2. Entretien des marais / entretien des fossés (curage)

Les milieux aquatiques permanents et temporaires des marais littoraux atlantiques (canaux, fossés, plan d'eau, prairies humides) sont disséminés dans un territoire d'environ 250 000 ha (Masse *et al.*) pour l'essentiel entre le bassin d'Arcachon et l'estuaire de la Vilaine (le marais breton en fait partie).

Ces marais sont sillonnés par un réseau de fossés (20 000 km environ) évoluant rapidement et destinés à établir les communications indispensables pour une bonne répartition de l'eau et pour la circulation des espèces piscicoles, en particuliers pour l'accès des géniteurs aux frayères et la colonisation du milieu par les juvéniles.

Une étude réalisée dans le marais de Bourgneuf - Machecoul (Feunteun *et al.*, 1999 ; Rigaud *et al.*, 2000) a montré que les anguilles se trouvent préférentiellement dans des zones envasées, encombrées par la végétation aquatique et de faible profondeur, surtout au stade juvénile (longueur inférieure à 250 mm). Il s'agit essentiellement des fossés peu entretenus, voire abandonnés. En revanche, les zones les plus profondes et les mieux curées, c'est-à-dire les canaux principaux, sont celles qui abritent la plus grande diversité et constituent de ce fait le réservoir d'espèces de l'ensemble du marais. L'entretien de ces fossés est donc indispensable, mais les opérations de curage ne doivent pas intervenir sur la totalité d'un réseau de façon à préserver une diversité des habitats nécessaire aux cycles biologiques des différentes espèces piscicoles. Il semble également nécessaire de concevoir et de mettre en œuvre des techniques d'intervention au niveau des canaux qui préservent la stabilité des berges, la végétation rivulaire, zones importantes d'abri et/ou de reproduction pour de nombreuses espèces.

5.4.3. Zones humides

Une zone humide peut être définie comme une région où l'eau est le principal facteur qui contrôle le milieu naturel et les vies animales et végétales associées. Elle apparaît là où la nappe phréatique arrive près de la surface ou affleure, ou encore, là où des eaux peu profondes recouvrent les terres.

Actuellement, les principales zones humides françaises métropolitaines représentent environ 1,5 millions d'hectares soit 3 % du territoire. On distingue deux types de zones humides (source Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement) :

- zones humides marines et côtières constituées des zones estuariennes, des marais et lagunes côtières (principalement sur la côte méditerranéenne ; 50 000 ha), des deltas (le delta du Rhône constitue la plus vaste zone humide méditerranéenne d'Europe de l'ouest avec 145 000 ha), les marais agricoles aménagés et les marais saumâtres aménagés (100 000 ha).
- zones humides continentales regroupant les zones humides alluviales (700 000 ha situés en fond de vallée des fleuves et des rivières, les habitats fluviaux...), les régions d'étangs, les plans d'eau ponctuels, les bordures des lacs (550 000 ha), les prairies humides (1 000 000 ha), les mares permanentes et temporaires...

5.4.3.1. Fonctions des zones humides

Les zones humides, littorales notamment, constituent des milieux particulièrement riches. Elles représentent non seulement des habitats privilégiés pour les anguilles, mais elles permettent également de retenir l'eau momentanément et de la restituer lors des étiages et constituent des zones tampon entre le milieu terrestre et le milieu aquatique fonctionnant comme un filtre dépolluant vis à vis des pollutions agricoles.

Les fonctions hydrologiques contribuent également à la prévention contre les inondations (ce sont des zones d'expansion de crue à intégrer dans les Plans de Préservation aux Risques d'Inondation). Ainsi, en période de crue, les zones humides des plaines inondables jouent le rôle de réservoir naturel.

Au Nord-Est des Etats Unis, il a été estimé que le maintien d'une zone d'expansion au début des années 1970 représentait une économie de 17 millions de dollars chaque année compte tenu des dommages qui seraient occasionnés si cette zone n'avait pas été maintenue.

Enfin, elles jouent un rôle dans la stabilisation et la protection des sols. La végétation des zones humides adaptée à ce type de milieu fixe les berges, les rivages et participe ainsi à la protection des terres contre l'érosion.

5.4.3.2. Destruction des zones humides

Réalisée à des fins de production salicole ou agricole sur la côte Atlantique, la conquête par endiguement de plus de 230 000 ha de marais a transformé des zones humides naturelles en des territoires dont les caractéristiques physiques, hydrologiques, et biologiques sont en très grande partie sous la dépendance d'interventions humaines.

Ces habitats font l'objet depuis toujours d'aménagement intensifs conduisant progressivement à leur assèchement massif. Cela pose des problèmes de dysfonctionnements majeurs qui menacent l'équilibre de nombreux hydrosystèmes côtiers et continentaux. Dans tous les paysages agricoles européens, on constate une disparition ou une dégradation des habitats aquatiques liée à celle de la qualité de l'eau. Il s'agit dans la plupart des cas de milieux apparemment mineurs tels le chevelu des ruisseaux ou les douves des réseaux hydrologiques des marais endigués ou encore les ceintures végétales des lacs et des étangs, les bras morts des cours d'eau, *etc.* Or ces milieux représentent des habitats de premier ordre pour les anguilles qui sont souvent les seuls poissons à les exploiter de façon permanente.

Les pollutions agricoles et industrielles ont également un impact négatif sur les zones humides. Les intrants agricoles (nitrates, phosphates) et les pesticides sont véhiculés après lessivage vers les zones humides et seront responsables de pollutions et de phénomènes d'eutrophisation. Les pollutions industrielles concernent les rejets d'hydrocarbures, de produits chimiques, *etc.*

Depuis cent ans, environ 2,5 millions d'hectares de zones humides ont disparu en France. Globalement, les phénomènes de destruction et de dégradation des zones humides se sont accélérés ces dix dernières années et il semble que cette tendance soit difficile à inverser (source Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement).

5.4.3.3. Mesures de gestion

Comme nous avons vu précédemment, les zones humides, littorales notamment, représentent des habitats privilégiés pour les anguilles qui sont souvent les seuls poissons à les exploiter de façon permanente. La restauration de ces zones est donc indispensable et permettrait probablement d'augmenter la taille de la population d'anguilles.

En France, de rares restaurations d'habitats aquatiques ont été réalisées, notamment au niveau des zones humides littorales atlantiques (Masse *et al.* ; Rigaud *et al.*, 2000).

La notion de mosaïque d'habitats est essentielle. Il est important de préserver la diversité des habitats nécessaire aux cycles biologiques des différentes espèces. Les différents sites doivent être accessibles pour les poissons au moment voulu (écophase). Ils doivent donc être reliés par voie hydraulique et répartis dans l'espace en respectant des motifs de proximité. Les poissons peuvent par exemple coloniser des zones trophiques riches mais pauvres en oxygène, à condition de disposer d'abris de bonne qualité à proximité. Ceci implique des actions étalées dans le temps et réparties dans l'espace (Masse *et al.*). A noter que l'amélioration urgente de la colonisation des milieux littoraux par les anguilles relève de cette amélioration de la « connectivité piscicole ».

En outre, la conception et la mise en œuvre de techniques d'intervention au niveau des canaux sont nécessaires pour préserver la stabilité des berges, la végétation rivulaire ainsi que les milieux aquatiques temporaires, zones importantes d'abri et/ou de reproduction pour de nombreuses espèces.

De tels objectifs impliquent la définition et la mise en place d'outils spécifiques de suivi et d'échanges (cartes, indicateurs) ainsi qu'un travail de sensibilisation des divers acteurs locaux avec une présence effective sur le terrain d'agents chargés de la programmation des travaux et du suivi de la qualité de ces milieux.

5.4.4. Etiages

5.4.4.1. Origines et conséquences de ces étiages

L'étiage représente le niveau le plus bas d'un cours d'eau qui peut être marqué par un zéro (point de départ pour mesurer la hauteur d'eau).

Les étiages peuvent être dus à des sécheresses prolongées aggravées par des températures élevées. Les cours d'eau, en l'absence de pluie, étant alimentés par les eaux souterraines, un appauvrissement des nappes au cours des années ou des saisons précédentes contribue à la faiblesse des débits.

Le développement du maïs et des cultures sous contrat a également entraîné un accroissement considérable de l'irrigation. Dans le bassin de l'Adour, le développement du maïs et des cultures sous contrat a entraîné un accroissement considérable de l'irrigation depuis 20 ans, en passant de 50 000 ha irrigués en 1980 à 150 000 ha en 2000 (Regnacq, 2001). Ainsi, l'irrigation représente 70 % des prélèvements en période estivale (source Institution Adour).

Ces prélèvements d'eau ont donc pour conséquence d'accroître les étiages ce qui entraîne une diminution de l'appel d'eau douce qui stimule la migration des civelles. Des phénomènes d'étiage sont également observés en saisons hivernales sèches au cours desquelles le débit des rivières est régulé par les barrages, ce qui entraîne un manque d'eau parfois important.

Enfin, les étiages d'été et d'hiver induisent une concentration des polluants (et du bouchon vaseux) ce qui risque d'accroître les impacts de la pollution.

5.4.4.2. Mesure de gestion pour lutter contre les étiages sévères en périodes estivales

L'irrigation pour l'agriculture est une des causes principales des étiages sévères en période estivale. La préservation des milieux aquatiques passe donc par une conduite raisonnée de l'irrigation.

Lancé par le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche et le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement avec l'Association Nationale pour le Développement Agricole (ANDA), le programme IRRIMIEUX se réalise sur des projets locaux se caractérisant par :

- l'adhésion des partenaires pour promouvoir une gestion globale et équilibrée de la ressource en eau,
- la prise en compte de l'ensemble des acteurs locaux (irrigants, associations de pêche ou d'environnement, collectivités locales, élus, administrations, chercheurs, etc.),
- la dimension collective et concertée des actions mises en œuvre,
- la prise en compte des contraintes des agriculteurs au niveau de l'exploitation.

Sur les 14 opérations IRRIMIEUX développées en France, 3 sont situées dans le bassin de l'Adour et concernent 20 % des surfaces irriguées du bassin. C'est dans ce bassin qu'ont été développées des actions permettant un contrôle de l'irrigation, notamment par l'allocation de quotas d'eau selon la

ressource disponible (l'utilisation de l'eau est suivie par des compteurs volumétriques) et l'instauration d'une tarification progressive liée au débit souscrit. Le système protège ainsi la ressource par incitation d'ordre économique (Regnacq, 2001). La modernisation du matériel d'irrigation a également permis une meilleure répartition de l'eau.

Les actions développées dans le bassin de l'Adour devraient être généralisées à l'ensemble des exploitations agricoles.

Des réservoirs de soutien d'étiages ont également été mis en place dans le bassin de l'Adour (figure 3). Il s'agit de réserves d'eau créées sur l'initiative de l'Institution Adour et d'associations syndicales autorisées et qui ont permis le stockage de 67 Mm³ d'eau qui sont utilisés pour réalimenter les rivières en période d'étiage.

**23 réservoirs
67 Mm³ stockés**

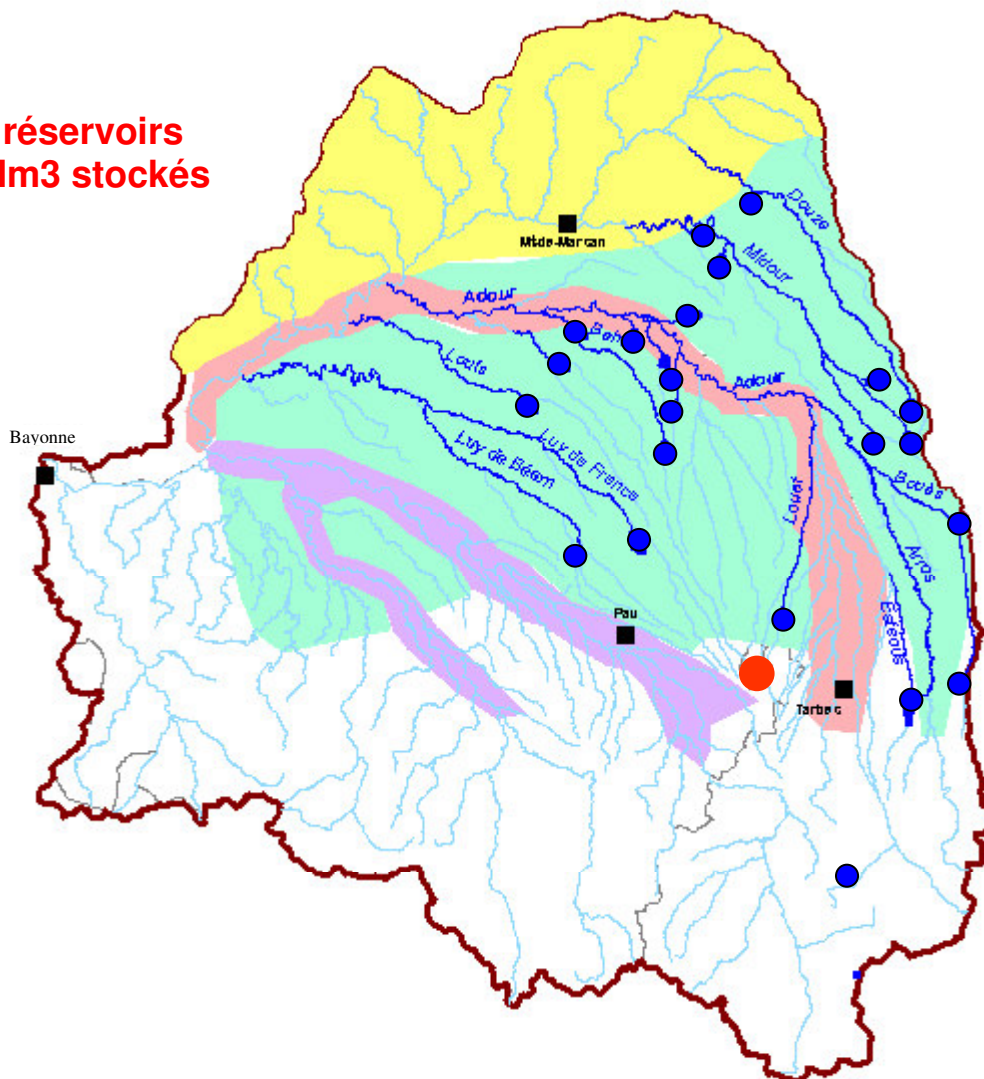


Figure 3 : Réservoirs de soutien d'étiage dans le bassin de l'Adour (source Observatoire de l'eau des Pays de l'Adour).

En outre, selon la mesure C3⁴² du SDAGE⁴³, l'Adour est considéré comme très déficitaire et la reconstitution des Débits d'Objectifs d'Etiage⁴⁴ (DOE) sont prioritaires. Dans ce but, l'Institution

⁴² Le thème C du SDAGE concerne la gestion quantitative de la ressource, et la partir C3 repose sur la reconstitution et le respect des DOE sur les rivières les plus déficitaires.

⁴³ Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux.

⁴⁴ Valeur de débit fixée par les SDAGE au dessus de laquelle sont assurés la coexistence normale de tous les usagers et le bon fonctionnement du milieu aquatique, et qui doit donc être garantie pendant l'étiage.

Adour, l'Etat, l'Agence de l'eau Adour Garonne, les Chambres d'agriculture des 4 départements du bassin et les Chambres de Commerce et d'Industrie de Tarbes et de Pau ont mis en place un Plan de Gestion d'Étiage (PGE) permettant de déterminer la répartition des ressources en eau en période d'étiage. Ce PGE, le seul en France à ce jour, a été validé par le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.

5.5. CONCLUSION

La plupart de ces facteurs abiotiques sont d'origine anthropique, et si certains, comme la pollution, n'induisent pas une mortalité directe des individus, ils peuvent avoir des effets insidieux comme l'altération des capacités d'osmorégulation lors des changements de milieu ou la diminution des capacités reproductrices de l'anguille et donc avoir un impact sur le stock.

La diminution des zones humides et la dégradation générale des milieux dues à des aménagements intensifs, entraînent un déséquilibre des écosystèmes avec une diminution qualitative et quantitative des ressources trophiques pour l'anguille.

Aujourd'hui, les effets de la pollution et de la diminution des zones humides sur les populations d'anguilles sont reconnus par la communauté scientifique et des études se mettent en place pour évaluer l'impact réel de ces facteurs. Un programme est notamment en cours sur l'Adour, réalisé par l'Ifremer et l'INRA de St Pée sur Nivelle ainsi que par l'Université de Pau et des Pays de l'Adour.

6. ANALYSE DES FACTEURS BIOTIQUES SUSCEPTIBLES D'EXPLIQUER L'ETAT DE LA RESSOURCE

6.1. ASPECT SANITAIRE

L'anguille offre la particularité d'héberger un grand nombre de parasites et ceci quel que soit le pays. Ainsi, 46 espèces de parasites ont été identifiées dans les anguilles d'un lac danois (Koie, 1988). En Italie, les anguilles du lac de Sabaudie sont infestées par des protozoaires⁴⁵, trématodes et nématodes⁴⁶, avec un taux d'infestation assez élevé (Paggi *et al.*, 1988). Toutefois, malgré l'impact de certains de ces parasites sur l'anguille, les parasitoses ne sont pas responsables d'épizooties graves dans les milieux naturels, leurs effets négatifs se manifestant surtout dans des conditions d'élevage (Bruslé, 1994).

Les anguilles peuvent également être infestées de bactéries, dont les plus rencontrées appartiennent aux familles des *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Edwardsiella*, *Vibrio* (Bruslé, 1994 ; Bellet *et al.*, 1998). Ces bactéries sont responsables de maladies touchant le tégument, les nageoires, les branchies, les muscles et les principaux viscères tels que le foie, le rein et la rate. *Pseudomonas*, par exemple, provoque une infection appelée « peste rouge ». Au plan général, les anguilles présentent une apathie qui s'accompagne d'anorexie, pouvant atteindre la mort.

Divers virus ont également été identifiés sans que leurs effets pathogènes aient été clairement compris.

Outre ces infections naturelles sans conséquence importante, on trouve également des parasites allochtones⁴⁷, importés par l'homme lors de transferts intercontinentaux d'anguilles, en général à des fins d'élevage. Les anguilles importées en Europe peuvent être porteuses de parasites qui trouvent en *Anguilla anguilla* un nouvel hôte, vierge de tout passé de défense immunitaire. Il en résulte des risques graves d'épizooties.

Le parasite le plus étudié actuellement est *Anguillicola crassus*, nématode originaire du Sud-Est asiatique et endémique de l'anguille japonaise *Anguilla japonica*. Il a été introduit en Europe dans les années 1980 avec des civelles destinées à l'élevage.

Le premier cas d'anguillicolose décrit en Italie (lac de Bracciano, proche de Rome) en février 1982 par Paggi *et al.* (1982) était, en fait, dû à *Anguillicola australiensis* introduit avec *Anguilla australiensis* importées d'Australie (Bruslé, 1994). La première description d'*Anguillicola crassus* en Europe a donc eu lieu chez des anguilles de l'Ems et de la Weser (Suède), par Neumann (1985). Ce parasite est connu depuis 60 ans en Asie et Australie. Son introduction en Europe correspondrait à une importation en Allemagne d'anguilles de Taiwan et de Nouvelle-Zélande.

La France a été déclarée infestée depuis les observations de Dupont et Petter (1988) en Camargue. Aujourd'hui, l'aire d'extension géographique de ce nématode recouvre celle de l'anguille européenne.

⁴⁵ Etres vivants unicellulaires.

⁴⁶ Les nématodes et les trématodes sont des vers cylindriques.

⁴⁷ Parasites qui ne sont pas originaires de la région où ils vivent (souvent apportés par l'homme).

Les actions pathogènes de ces parasites sont multiples et se situent à différents niveaux (Blanc *et al.*, 1990).

- action mécanique et irritative : les larves migrent du tube digestif de l'anguille dans la lumière de la vessie gazeuse où elles effectuent leur mue imaginale⁴⁸. Les adultes immatures détruisent l'épithélium de la vessie, ponctionnent les capillaires sous-jacents pour terminer leur croissance et leur maturation. Il en résulte une inflammation importante qui peut s'étendre aux organes voisins.

La vessie subit alors une réduction de sa lumière et une perte de gaz ; elle peut être hémorragique avec infiltration de cellules immunitaires (lymphocytes, histiocytes, granulocytes, macrophages) (Bruslé, 1994). Toutes ces perturbations pourraient provoquer un dysfonctionnement de cet organe. Par ailleurs, le foie est pâle, l'intestin altéré et les érythrocytes apparaissent plus fragiles aux variations osmotiques (Boon *et al.*, 1989).

- action toxique : le parasite sécréterait une substance qui modifie la composition membranaire des globules rouges, les rendant plus fragiles à ingérer et à digérer. La perte du caractère fonctionnel de la vessie gazeuse et la fragilisation érythrocytaire sont susceptibles, à défaut d'être dangereuses au cours de la vie continentale de l'anguille, de compromettre gravement son aptitude à la migration transatlantique lors du retour vers l'aire de ponte sargassienne (Bruslé, 1994).

- action spoliatrice : elle est due à l'activité hématophage des parasites. L'influence de l'environnement, l'existence de pathologies concomitantes et la variabilité des réponses individuelles n'ont pas permis d'établir de liaison univoque entre une diminution du volume globulaire et l'anguillicolose.

- action favorisante des affections secondaires : plusieurs auteurs confirment que les anguilles parasitées par *Anguillicola crassus* sont plus réceptives aux pathologies classiques qu'elles soient d'origine bactérienne, mycosique ou virale.

- action sur la mortalité en élevage et pendant les transports : plusieurs auteurs ont mentionné, chez les anguilles parasitées, une perte d'appétit, une diminution de la vitalité et un amaigrissement. Ceci résulterait du stress causé par le parasite et pose le problème de leur résistance pendant le transport.

Vis-à-vis du consommateur, l'impact est indéniable : si ces parasites sont certainement inoffensifs pour l'homme, la vente d'anguilles parasitées paraît difficile pour motif de répugnance. Leur commercialisation n'est donc possible qu'après éviscération et lavage soigneux de la cavité abdominale car le parasite n'a jamais été retrouvé hors des viscères.

Autres parasites allochtones, les Acanthocéphales, qui provoquent une anémie et un amaigrissement chez les anguilles infestées et les monogènes qui, lors d'infestation massive, provoque une détresse respiratoire du poisson qui devient apathique.

La présence de parasites chez l'anguille, surtout les parasites allochtones, peuvent donc entraîner la mort de l'individu, mais à cela s'ajoutent des cas de pathologies multifactorielles. Une synergie entre pollution et parasitose a été observée dans les sites les plus pollués de la Weser dans lesquels les taux de prévalence des infestations par Acanthocéphales et des nématodes sont les plus élevés (Halsband *et al.*, 1985 in Bruslé, 1994).

⁴⁸ Dernière mue de l'individu qui arrive à son complet développement et devient apte à se reproduire.

6.2. PREDATIONS

L'anguille a une position significative dans l'écosystème aquatique comme prédateur, mais représente également une proie pour d'autres espèces à tous ses stades biologiques (Moriarty et Dekker, 1997).

Les larves leptocephales ont été observées dans l'estomac de poissons marins comme les thons, les églefins, les congres et les morues (Bruslé, 1994). Au stade civelle, il semble que les prédateurs soient le bar (*Dicentrarchus labrax*) en milieu saumâtre et les poissons blancs en eau douce.

Les anguilles sub-adultes sont des proies communes des oiseaux piscivores. Les populations de hérons, de grèbes et de cormorans, mangent les anguilles à des degrés divers et à des tailles différentes. En milieu naturel, peu de travaux existent montrant l'impact des oiseaux sur les anguilles. Pour Adam (1997), les hérons cendrés et les cormorans sont des prédateurs importants pour l'anguille du lac de Grand-Lieu. Ils prélèveraient 19 tonnes d'anguilles par an soit près de 540 000 individus. En comparaison, la pêche professionnelle a capturé en 1995 27 tonnes d'anguilles soit environ 213 360 individus. Les oiseaux prélevant des anguilles plus jeunes et plus petites que les pêcheurs, cela représente en nombre d'individus 209 % des prises des pêcheurs.

Feunteun et Marion (1994) estiment qu'une population de hérons cendrés se nourrissant sur le marais de Bourgneuf capture lors de la saison de reproduction 3,1 % de la biomasse en place d'anguilles. Lekuona et Campo (1997) montrent dans le nord de l'Espagne que pour des cormorans hivernant se nourrissant en estuaire et dans la rivière Bidasoa, les anguilles représentent 20 % de leur régime alimentaire.

La prédation par les oiseaux piscivores peut certainement avoir un impact sur les populations d'anguilles, et l'étude d'Adam (1997) montre bien qu'en milieu naturel les oiseaux peuvent exercer une prédation telle qu'elle réduirait significativement les populations d'anguilles.

La loutre semble être aussi un prédateur important pour l'anguille notamment dans le Marais Poitevin où elle n'exerce aucune sélection quant à la taille des anguilles jaunes et argentées qui constituent une ressource de premier ordre, exploitée avec la même intensité au cours de l'année.

Au cours de leur migration transatlantique, les anguilles argentées subissent également les effets négatifs exercés par des prédateurs, mais il est difficile d'en estimer l'ampleur.

La prédation s'exerce donc sur tous les stades du cycle biologique de l'anguille. Les effets négatifs sur la dynamique des populations sont difficiles à chiffrer mais peuvent être non négligeables dans certains sites fluviaux, lacustres et lagunaires (Bruslé, 1994).

7. PRELEVEMENTS ANTHROPIQUES

7.1. PECHEs PROFESSIONNELLES

L'anguille européenne est exploitée sur toute son aire de distribution, en eau douce, dans les milieux saumâtres et en zone côtière, et à toutes les phases juvéniles de son cycle biologique (civelle, anguille jaune, anguille argentée) avec des restrictions selon les sites. Les captures annuelles dans toute l'Europe étaient estimées entre 20 000 tonnes et 30 000 tonnes en 1993 et 1994 (dont 4 % des captures pour le stade civelle). Le revenu annuel tiré de cette exploitation a été estimé à 1,2 milliards de francs (Moriarty, 1996 ; Moriarty et Dekker, 1997). En 1997, 25 000 personnes en Europe, surtout en zone rurale, tiraient un revenu de l'exploitation de l'anguille.

7.1.1. Exploitation de l'anguille par les différents pays européens

7.1.1.1. Activité de pêche

Dans sa synthèse sur les captures d'anguilles en Europe, Moriarty (1996) conclut que les données fiables sont extrêmement rares et les statistiques annuelles publiées par la FAO⁴⁹ sous-estiment énormément les captures.

Une distinction peut être faite entre les pêcheries du nord et du sud de l'Europe qui ne ciblent pas les mêmes stades biologiques et ne possèdent pas les mêmes traditions de pêche (tableau 2).

	Civelle		Anguille jaune et argentée	
	<i>Densité de l'activité</i>	<i>Observations</i>	<i>Densité de l'activité</i>	<i>Observations</i>
Suède	X	Pêche pour alevinage.	XXX	Captures commerciales en chutes importantes entre 1940 et 1993 (1 700 t. / 632 t.).
Danemark	-	Pêche arrêtée depuis 1990 Alevinage avec des civelles de 2 à 5 g.	XXX	Pêche commerciale importante au début du XX ^{ème} (800-900 t.) et déclin important au milieu des années 1950 (10 t. en 1994).
Pays-Bas	-	Captures interdites sauf pour alevinage (quota).	XXX	Chute de l'activité : 500 navires sur le Rhin autrefois, 10 aujourd'hui (causée par la réduction des secteurs accessibles à l'anguille).
Allemagne	X	Captures nécessitant une permission spéciale.	X	Importante diminution des populations d'anguilles depuis les années 1980.
Irlande du Nord	X	Pêche dans le Bann seulement jusqu'à la limite de la marée.	XXX	Tendance au déclin des captures d'anguilles jaunes.
République d'Irlande	-	Captures ou possession interdite.	X	Diminution importante des captures en 1979. Aujourd'hui population stable grâce à l'alevinage.
Grande-Bretagne	XXX	Pêche commerciale depuis 1970 environ.	?	Pas de données disponibles mais diminution des pêcheries.

⁴⁹ Food and Agriculture Organisation of the United Nation (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture).

Portugal	X	Captures autorisées seulement dans la zone sous influence de la marée.	?	Pas de données disponibles mais la population d'anguilles semble de moins en moins importante pour des raisons de pollution et d'obstacle à la migration.
Espagne	XXXX	Pêche développée sur la façade Atlantique et Méditerranéenne.	?	Pas de données disponibles mais la population d'anguilles semble de moins en moins importante pour des raisons de pollution et d'obstacle à la migration.
Italie	X	Pêche interdite sauf par certains pêcheurs qui ont obtenu une dérogation.	XXX	Population en régression due à la présence de barrages. Production en chute dans les lagunes côtières entre 1975 et 1995.
France	XXXX	Exploitation importante sauf en Méditerranée où la pêche est interdite.	XX	Déclin des populations d'anguilles dans les lagunes côtières.

Tableau 2 : Estimation des densités de captures dans les pays européens (réalisé d'après Moriarty *et al*, 1997).

Les différents stades exploités par la pêche correspondent à des stades juvéniles de l'espèce. L'anguille argentée, qui prépare sa migration transocéanique, commence juste sa maturation et peut être qualifiée de pré-mature. Toutes les pêcheries qui exploitent cette espèce vont donc avoir une influence sur le stock de reproducteurs.

L'anguille argentée domine les captures dans les pays du nord de l'Europe, avec une tradition de pêche pour la consommation d'anguilles jaunes et argentées, alors que les pays du sud ciblent principalement la civelle (Moriarty *et al.*, 1997). Les pêcheries de civelles sont présentes dans 90 estuaires européens, mais leurs caractéristiques peuvent être très différentes dans un même pays et entre pays. La France et l'Italie ont une attitude intermédiaire puisque les deux catégories de pêche (civelle et anguille sub-adultes) sont pratiquées.

Les pêcheries en Europe ne sont pas efficaces à 100 %, excepté en Italie où les lagunes ont été aménagées pour retenir toutes les anguilles argentées (aquaculture extensive) et dans certains petits estuaires comme celui de la Vilaine en France, obstrué par un barrage.

A noter qu'une partie importante des civelles capturées, notamment dans les pays du sud de l'Europe, est exportée vers l'Asie pour l'aquaculture. Ce sont essentiellement les Chinois qui achètent les petites anguilles européennes pour les faire grossir et les revendre au stade adulte au Japon. La pêche des civelles de l'anguille japonaise *Anguilla japonica* était traditionnelle en Asie, mais étant devenue très difficile pour des raisons de diminution de la ressource, les prix ont rapidement augmenté. Ainsi, en 1996, le kilo d'*Anguilla japonica* valait 60 000 F soit 12 F la civelle (Luneau, 1998a). Le prix moyen de la civelle d'*Anguilla anguilla* est bien moins élevé, en partie pour des raisons de mortalité en élevage, quatre fois plus élevée que chez l'anguille japonaise.

7.1.1.2. Impact sur la population d'anguilles

La pression de pêche étant variable selon les pays et la saison, il est très difficile d'estimer le taux d'échappement moyen d'anguilles argentées en Europe. En outre, il faut rajouter à ce taux les reproducteurs venant de zones inexploitées par la pêche et donc très peu suivies.

Quel que soit ce taux d'échappement, on ne peut en déduire le stock de reproducteurs, et il est très difficile, voire impossible aujourd'hui, d'estimer le taux d'échappement minimum nécessaire au maintien de la population.

7.1.2. Exploitation de l'anguille européenne en France

7.1.2.1. Pratique de la pêche par les pêcheurs professionnels

L'anguille au stade civelle est pêchée dans les estuaires de la façade atlantique, alors que l'anguille au stade sub-adulte est pêchée principalement dans les lagunes méditerranéennes.

La pêche de la civelle se pratique en France depuis les années 1920 (Castelnaud *et al.*, 1994). Au cours des années, l'évolution des techniques de pêche et des réglementations a entraîné une augmentation du nombre de pratiquants qui a été amplifiée, à la fin des années 1960, par les prix d'achat de la civelle offerts par les négociants espagnols, en liaison avec une demande importante de civelles vivantes sur le marché international (Castelnaud *et al.*, 1994). Les premières civelles d'*Anguilla anguilla* ont été exportées vers la Chine⁵⁰ en 1989. Ces exportations se sont accélérées ces dernières années en passant de 30 tonnes en 1994 à 240 tonnes en 1997 (Nielsen, 1998).

Les rendements par unité de surface en eau pour la pêche de l'anguille montrent des rendements plus élevés en Corse et à Berre, suivi par la Camargue, l'Aude et Thau. Il semble toutefois impossible de disposer de statistiques officielles annuelles fiables pour les captures d'anguilles des systèmes lagunaires de la Méditerranée française (Crivelli, 1998). En eau douce, l'anguille est une espèce particulièrement recherchée par certains professionnels et constitue 5 % des tonnages déclarés par les pêcheurs professionnels (en Corse, il n'y a pas de pêche professionnelle ou amateur dans les cours d'eau, ceux-ci étant classés en 1^{ère} catégorie) (Crivelli, 1998).

Selon Brana (1997), sur la Méditerranée, les masses d'anguilles capturées par jour de pêche ne régressent pas significativement de 1988 à 1995.

7.1.2.2. Impact de la pêche professionnelle sur le stock

Une étude pluriannuelle (1999 – 2002) est actuellement en cours dans l'estuaire de l'Adour. Placée sous maîtrise d'ouvrage de l'Institution Adour, l'établissement public territorial du bassin, cette étude est menée dans une approche multidisciplinaire⁵¹ avec un large partenariat⁵². L'objectif est d'arriver à estimer la biomasse de civelle rentrant dans l'estuaire à partir de données de pêche des marins pêcheurs et d'échantillonnages scientifiques.

Cette étude devrait ainsi déboucher sur l'estimation du taux d'exploitation de la civelle par la pêche professionnelle en zone maritime de l'estuaire.

Chaque bassin étant spécifique, avec des caractéristiques environnementales et climatiques particulières, une telle étude devrait être reprise et adaptée à chaque estuaire afin d'estimer l'impact des pêcheries en France et en Europe.

⁵⁰ Gros producteur d'anguille d'élevage pour la consommation.

⁵¹ Biologie, physiologie, hydrodynamique, mathématiques et statistiques.

⁵² Ifremer, Université de Pau et des Pays de l'Adour, Université de Grenoble, Université de Montpellier, Institut national des sciences appliquées (INSA) de Toulouse.

7.2. REGLEMENTATION DE LA PECHE PROFESSIONNELLE

7.2.1. Réglementation en France

La pêche dans les estuaires se pratique dans des milieux fragiles et remarquables dont il paraît logique de réserver l'accès aux seuls petits métiers traditionnels (Guernaec, 2001).

7.2.1.1. Estuaire : limites et réglementations

L'exercice de la pêche dans les estuaires (zone comprise entre la limite transversale de la mer et la limite de salure des eaux, figure 4) et de la pêche des poissons migrateurs est soumis aux réglementations applicables aux zones maritimes.

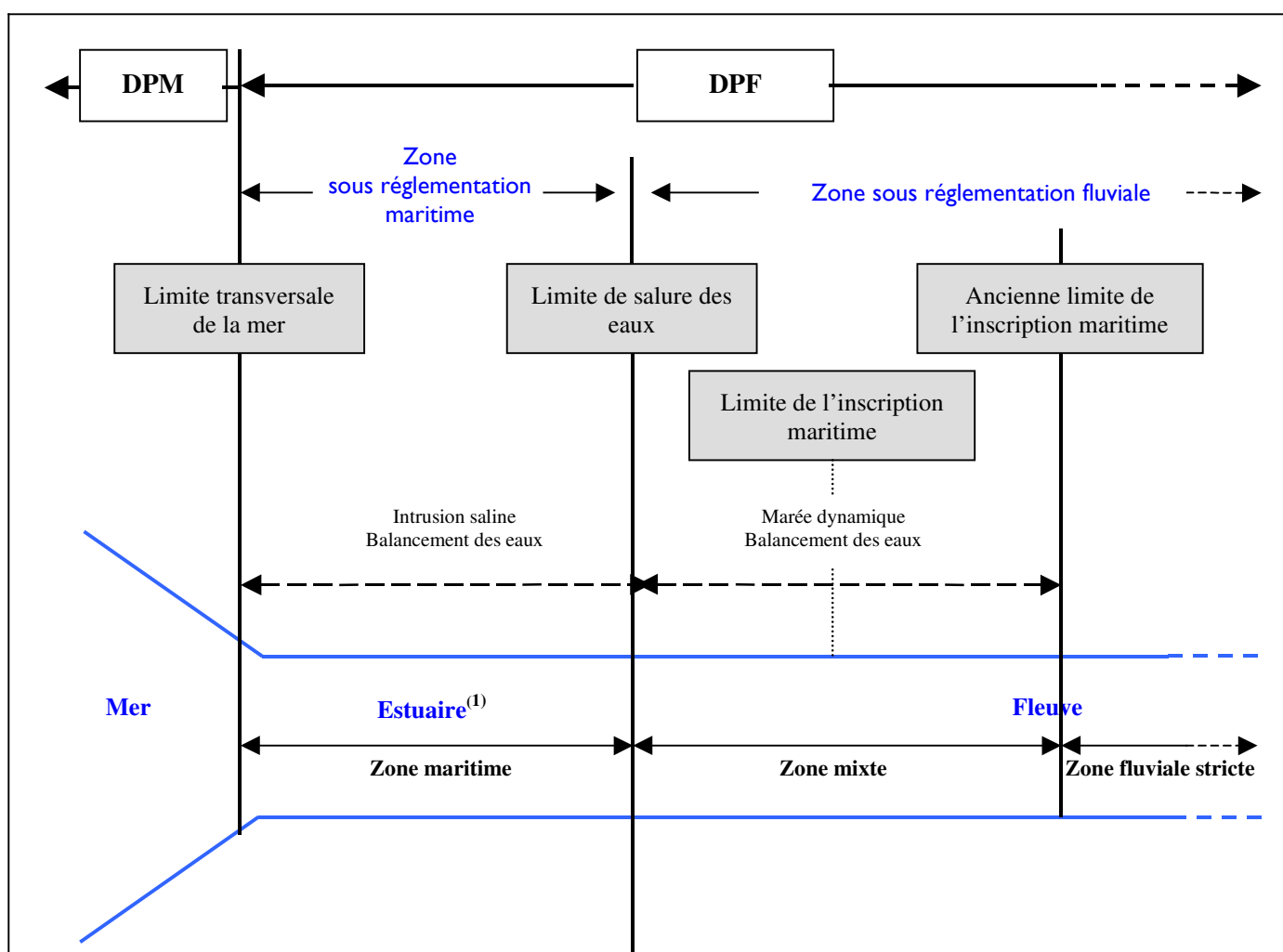


Figure 4 : Limites administratives et réglementaires d'un estuaire

DPM : Domaine public maritime – DPF : Domaine public fluvial –

⁽¹⁾ : selon définition administrative

Les organisations professionnelles nationales (CNPMM⁵³) régionales (CRPMM⁵⁴) et locales (CLPMM⁵⁵) sont associées aux processus d'élaboration des règles d'exercice de l'activité de pêche. Au niveau national, cette réglementation est placée sous l'autorité du Ministère chargé de la mer (Ministère de l'Agriculture et de la Pêche) ; au plan régional et local elle relève de la tutelle des Affaires Maritimes.

A l'amont de la limite de salure des eaux, la pêche est sous réglementation fluviale. La réglementation au niveau national est sous l'autorité du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. L'application de la réglementation au niveau local est placée sous le contrôle du Préfet du département et des Directions Départementales de l'Agriculture et de la Forêt ou des Services Maritimes de Navigation ou encore de la Direction Départementale de l'Équipement.

7.2.1.2. Exploitants

Selon la zone de pêche, l'anguille est exploitée par deux catégories de pêcheurs : les marins pêcheurs et les pêcheurs professionnels en eau douce.

Les marins pêcheurs exercent leurs activités en mer et dans les 3 zones de l'estuaire⁵⁶. En amont de la limite de salure des eaux, ils sont considérés comme des pêcheurs professionnels en eau douce.

Les pêcheurs professionnels en eau douce exercent leur activité en amont de la limite de salure des eaux.

7.2.1.3. Droit d'accès à la pêche

➤ Marins pêcheurs

En 1978, dans un souci de préserver la ressource dans les estuaires et de répertorier les marins pêcheurs d'estuaire, Il a été créé un Comité interprofessionnel des poissons migrateurs et des estuaires (CIPE) au sein du CCPM⁵⁷. Dès 1979, ce comité, en liaison avec son ministère de tutelle, a procédé à la mise en place d'un système spécifique d'encadrement national de leurs activités de pêche sous la forme d'un régime contraignant de licences⁵⁸ dit système de « licence CIPE » (Guernalec, 2001). D'abord limité à la seule pêche de l'anguille au stade civelle, le système des licences s'est ensuite étendu à toutes les espèces de poissons amphihalins (anguilles, aloses, lamproies, truites, saumons, etc.) capturés par les marins pêcheurs dans les estuaires et les zones maritimes côtières de la façade Atlantique et de la Manche – mer du Nord. Progressivement, ce système a été complété par des mesures de conservation additionnelles, adaptables selon les bassins d'exploitation, touchant aux dates d'ouverture et de fermeture de la pêche ainsi qu'aux caractéristiques des engins de captures (Guernalec, 1992 ; Guernalec, 2001).

Aujourd'hui, l'ensemble de la réglementation professionnelle applicable aux marins pêcheurs en estuaire s'articule donc autour de la « licence CIPE » qui ouvre, pour ses titulaires, le droit à l'exercice de la pêche des poissons migrateurs et à la pêche dans les estuaires en zone maritime. Elle impose la déclaration des résultats de pêche sur une fiche mensuelle pour chaque espèce de poissons⁵⁹ (arrêté du 18 juillet 1990).

Pour les estuaires, la licence CIPE n'est accordée qu'en fonction de critères très stricts : seuls les patrons propriétaires embarqués, titulaires d'un rôle d'équipage à la pêche maritime peuvent prétendre

⁵³ Comité National des Pêches Maritimes et des Elevages Marins.

⁵⁴ Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins.

⁵⁵ Comité Local des Pêches Maritimes et des Elevages Marins.

⁵⁶ Maritime, mixte et fluviale stricte.

⁵⁷ Comité Central des Pêches Maritimes.

⁵⁸ Décision n° 1/79 du CIPE le 8 février 1979.

⁵⁹ Y compris pour les marins pêcheurs exerçant leur activité en zone fluviale.

à l'obtention de la licence. De plus le demandeur doit à la fois justifier d'un temps de navigation de 36 mois à la pêche et avoir pratiqué la pêche professionnelle 9 mois dans l'année ; utiliser un navire n'excédant pas 12 mètres de longueur et dont la puissance motrice embarquée n'excède pas 150 CV (puissance réduite à 100 CV pour la pêche des poissons migrateurs).

La licence est accordée uniquement pour un an ; elle est renouvelable, mais ne peut être ni cédée ni vendue⁶⁰ (Guernalec, 2001).

Le CNPMEM, sur proposition de la CIPE, fixe chaque année les contingents de licences susceptibles d'être attribuées par les CRPMEM, ainsi que la répartition de ces contingents entre les différents CLPMEM d'une même région. Il est important de souligner que le contingent national de licence demeure inchangé depuis 1995 (Guernalec, 2001).

L'ensemble de ces dispositifs juridiques fait l'objet d'un arrêté ministériel annuel d'approbation, conjoint au ministère en charge de l'économie et des finances et au ministère en charge de l'agriculture et de la pêche.

L'activité économique de la pêche en estuaire est également soumise à des contraintes qui tiennent au respect des réglementations générales concernant la préservation de certaines espèces dans l'espace et dans le temps. Il s'agit de la gestion de la ressource halieutique qui s'inscrit dans le cadre juridique européen, national et local.

Au niveau européen a été mis en place un Plan d'Orientation Pluriannuel (POP) depuis décembre 1987, afin d'assurer le suivi et la régulation de la capacité des flottilles de pêche. Concrètement, le POP induit une limitation du renouvellement et de la modernisation des navires.

Au niveau national, la mise en application du « règlement POP » a conduit à la création d'une autorisation préalable à l'armement d'un navire de pêche. Il s'agit du Permis de Mise en Exploitation (PME), en vigueur depuis septembre 1988.

Au niveau local, la réglementation est susceptible d'être plus restrictive.

➤ Pêcheurs professionnels en eau douce

Pour avoir accès au droit de pêche de l'Etat en eau douce, le pêcheur doit présenter un dossier de candidature (où ils doivent notamment s'engager à consacrer un minimum de 600 heures annuelles d'activité de pêche, articles R 234-35 à R 234-37 du Code rural) qui sera examiné par la Commission des structures de la pêche professionnelle (article R 235-13-1 du Code rural). Dans le domaine privé, l'obtention d'un droit de pêche passe, quant à elle, par un accord direct entre propriétaire et demandeur.

Une fois obtenu ce droit de pêche, le pêcheur doit s'acquitter d'un timbre piscicole grande pêche (qui permet de pêcher toutes les espèces autorisées hormis la civelle), parfois s'acquitter d'un timbre supplémentaire pour la pêche à la civelle et adhérer à l'AADPPED⁶¹ (ou l'AAIPPED) locale (articles L. 234-6, R 234-36 à R 234-43 du Code rural). Un pêcheur ne peut y adhérer s'il ne dispose pas déjà d'un droit de pêche (Champion *et al*, 1999).

⁶⁰ Le principe de non-patrimonialisation des droits de pêche en mer est traditionnel aux pêches maritimes ; il est rappelé par la loi d'orientation « sur la pêche maritime et les cultures marines » du 18 novembre 1997 qui énonce le caractère de bien collectif des ressources halieutiques (article 4) (J.O.R.F du 19 novembre 1997 p. 16723).

⁶¹ Association agréée départementale (interdépartementale) des pêcheurs professionnels en eau douce.

7.2.1.4. Déclarations statistiques permettant un suivi de la profession

➤ Marins pêcheurs en estuaire

Les marins pêcheurs des estuaires sont soumis à l'obligation de déclaration statistique. Trois niveaux d'obligation s'imposent :

- l'arrêté du 18 juillet 1990 imposant la déclaration statistique en matière de produit de la pêche maritime avec l'obligation de déclaration des quantités et valeurs des espèces débarquées pour tous les navires,
- la délibération de la CIPE/CNPMEM dans le cadre de la procédure de renouvellement de la licence,
- le décret du 16 février 1994 relatif à la pêche des poissons migrateurs impose que « tout pêcheur professionnel, amateur ou de loisir, doit tenir à jour un carnet de pêche selon les modalités fixées par les COGEPOMI⁶² ».

La Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture (DPMA), avec le concours de l'Ifremer, a développé un système national des statistiques de pêche dont le but est de suivre l'activité des flottilles et d'aider à la gestion des pêcheries nationales dans le contexte communautaire et international. Ce système est placé sous la tutelle de cette Direction (Anonyme, 1994).

Les tâches de collecte, traitement, validation, exploitation, diffusion et archivage sont assurées à trois niveaux :

- au niveau local, où s'effectue la collecte des informations par des enquêteurs locaux de l'Ifremer mis à disposition de la DPMA. Ils ont pour tâche la collecte des fiches de pêche et la saisie des données. Les informations saisies sont ensuite transmises à l'Ifremer qui, dans le nouveau système statistique mis en place par la DPMA depuis le 1^{er} janvier 1999, et dans le cadre d'une convention avec celle-ci, assure aujourd'hui le suivi de la flottille des moins de 10 mètres soumise à la restitution des fiches de pêche.
- au niveau régional, où les Centres Régionaux du Traitement des Statistiques des pêches (CRTS), (La Rochelle, Lorient, Saint-Malo, Boulogne), recueillent les fiches de pêche collectées par les enquêteurs halieutiques. Les navires débarquant leur production « hors criée », le suivi est donc basé sur les seules déclarations des pêcheurs professionnels. Après contrôle, les données sont transmises au Centre Administratif des Affaires Maritimes (CAAM) de St Malo.
- au niveau national, où le CAAM centralise et archive les données.

Pour les marins pêcheurs de l'estuaire, les déclarations se font aujourd'hui sur la fiche de pêche CRTS ou « fiche CRTS », que la pêche se pratique en zone maritime ou en eau douce.

➤ Pêcheurs professionnels en eau douce

En zone mixte et fluviale, deux catégories de pêcheurs professionnels coexistent : les pêcheurs professionnels en eau douce et les marins pêcheurs disposant d'un droit de pêche en eau douce. Ils exploitent la même ressource dans la même zone de pêche mais sont intégrés dans deux systèmes différents de suivis statistiques des pêches mis en place par deux structures différentes : la DPMA et le CSP.

⁶² Les Comités de Gestion des Poissons Migrateurs (COGEPOMI) ont été institués par le décret du 16 février 1994 relatif à la pêche des poissons appartenant aux espèces vivant alternativement dans les eaux douces et eaux salées. Les COGEPOMI ont pour missions d'harmoniser la législation sur les poissons migrateurs amphihalins entre la zone sous réglementation fluviale et celle sous réglementation maritime, et sont chargés d'émettre un avis sur la protection, la gestion et l'exploitation des poissons migrateurs amphihalins.

- le suivi statistique de la DPMA : lorsqu'ils exercent leurs activités en zone fluviale, les marins pêcheurs sont des professionnels en eau douce. Ils devraient donc remplir les fiches du CSP mais, par un accord national et par souci de simplification, il a été adopté que les marins pêcheurs pêchant en eau douce ne rempliraient que les fiches CRTS, y compris pour leur activité pratiquée en eau douce⁶³.

- le Suivi National de la Pêche aux Engins (SNPE) : depuis 1999, à l'échelle nationale, les pêcheurs professionnels fluviaux et les pêcheurs amateurs qui pêchent aux engins et filets sur le Domaine Public Fluvial, où la pêche est sous réglementation fluviale (en amont de la limite de salure des eaux), sont intégrés au SNPE⁶⁴, mis en œuvre par le CSP. Ce suivi ne prend pas en compte les pêcheurs aux lignes du domaine public, ni tous les pêcheurs (aux lignes, aux engins et aux filets) du domaine privé.

Le SNPE, qui ne prévoit pas de présence d'enquêteurs de terrain, est basé sur un système de fiches de pêche mensuelles qui doivent être renvoyées, à l'aide d'enveloppes pré-affranchies, au service technique du CSP à Paris où les données sont saisies. Ce circuit est rendu obligatoire par l'Arrêté du 23 février 1998 fixant pour une période de 5 ans (1999-2003) le modèle de cahier des charges pour l'exploitation du droit de pêche de l'Etat.

7.2.1.5. Zones et engins de pêche

En France, l'anguille européenne est exploitée à tous les stades continentaux avec des restrictions selon les sites.

➤ Pêche à la civelle

L'exploitation de la civelle se concentre principalement sur la façade atlantique au niveau des embouchures et des estuaires. Du nord au sud, le secteur Loire-Vilaine, la Vendée, la Charente et la Seudre, la Gironde, l'Adour et les fleuves côtiers des Landes sont les zones où les productions sont les plus importantes.

Dans une moindre mesure, la pêche est pratiquée dans les cours d'eau affluents à la mer et certaines zones adjacentes de la Manche.

En Méditerranée, la pêche de la civelle est interdite.

La pêche à la civelle dans les estuaires maritimes est pratiquée selon diverses techniques de pêche, mais toutes sont basées sur l'utilisation d'un tamis dont les dimensions sont fixées par l'Arrêté du 17 février 1965. Les pêcheurs professionnels sont autorisés à utiliser un tamis dont la grande dimension transversale ne doit pas excéder 1,20 m. Il y a deux techniques principales de pêche avec ce type de tamis :

- le tamis peut être emmanché et manié à la main, de la berge ou à partir d'un bateau. La technique consiste à écrémer les civelles à la surface de l'eau lorsqu'elles s'approchent des rives directrices.

- deux tamis peuvent être montés sur des cadres métalliques sur chaque côté d'un bateau et poussés. C'est la technique du drossage qui s'est amorcée dans les années 1950. Elle consiste à filtrer la masse d'eau en positionnant les tamis face au courant tout en profitant de la puissance motrice. Le drossage a été autorisé dans la partie maritime de tous les estuaires exploités : Adour, Vilaine, etc., mais aussi dans la partie fluviale de la Loire et de la Gironde⁶⁵, à la suite de la modification de l'hydrologie des rivières (les civelles ne montant plus en cordon⁶⁶).

⁶³ Cet accord est rendu possible dans le cahier des charges pour l'exploitation du droit de pêche de l'Etat. Le CRTS est donc l'unique organisme statistique des marins pêcheurs, mais le CRTS doit laisser au CSP l'accès aux déclarations portant sur le Domaine Public Fluvial où la pêche est sous réglementation fluviale.

⁶⁴ Le cahier des charges (objectif et protocole) de ce suivi est présenté dans un document du CSP du 22 mai 1998.

⁶⁵ Autorisé en Gironde dans le cadre d'un Arrêté préfectoral annuel, reconduit chaque année depuis 1996.

⁶⁶ Autrefois, les civelles formaient des cordons dans certains zones propices des fleuves, pour réaliser leur colonisation.

Dans la partie maritime des estuaires de la Charente, de la Seudre et de la Gironde, le pibalour constitue une adaptation locale de la technique du drossage, là où la civelle est dispersée et où les tamis conventionnels sont jugés trop peu performants. Cette pêche fait l'objet d'une réglementation particulière définie par l'Arrêté du 23 décembre 1975. La surface de chacun des deux filets ne doit pas dépasser 7 m², le tonnage du bateau doit être égal ou inférieur à 10 tonnes et la puissance du moteur doit être égale ou inférieure à 60 CV.

Par conséquent, la pêche de la civelle dans les estuaires de la Charente, de la Seudre et de la Gironde requiert, en plus de la possession d'une licence CIPE, la délivrance d'une autorisation pibalour, individuelle et annuelle.

➤ Pêche de l'anguille jaune et argentée

L'anguille jaune est exploitée dans les fleuves de la façade atlantique, mais l'exploitation majeure a lieu en Méditerranée, notamment dans les grands étangs côtiers. Beaucoup d'autorisations sont également accordées aux pêcheurs de loisir mais elles sont difficiles à recenser (problème juridique du contrôle dans les propriétés privées comme les moulins).

La pêche à l'anguille s'effectue généralement avec des engins de type passif, c'est-à-dire que le poisson doit être présent sur l'aire de pêche et doit se déplacer pour pouvoir être capturé. Selon les régions, on trouve par exemple des nasses à anguilles sur la façade atlantique et des capéchades palavasiennes en Méditerranée. Une réglementation particulière s'applique aux différents engins, fixant les mailles des filets, le nombre d'engins par licence, *etc.*

Dans les lagunes méditerranéennes, des organisations professionnelles appelée Prud'homies, défendent les intérêts des pêcheurs professionnels mais ont également été dotées par l'autorité publique de pouvoir spéciaux de réglementation, de police et de juridiction (Crivelli, 1998). Elles ont donc un rôle de gestionnaire de la pêche lagunaire en limitant le nombre de postes de pêche, le nombre de filets par pêcheur, le maillage et en imposant un calendrier de pêche et des zones interdites à la pêche.

7.2.1.6. Conclusion

En France, la réglementation qui entoure la fonction de pêcheur professionnel est complexe et fortement structurée, avec pour objectif de limiter les quantités capturées en limitant l'effort de pêche. Les contingents de licences, les limitations d'engins de pêche autorisés, de la puissance motrice des navires, de la durée limitée de la saison de pêche et l'existence de relèves hebdomadaires⁶⁷ en zone fluviale et décadaire⁶⁸ en zone maritime sont autant de restrictions qui permettent une pêche raisonnée de l'anguille à tous les stades.

Si l'on rajoute à cela la limite physique des pêcheurs qui ne peuvent pêcher 24h/24, et les limites naturelles, la migration des civelles étant dépendante de la température de l'eau, des marées, des débits, *etc.*, l'augmentation des cours de la civelle en Europe et particulièrement en France ne peut engendrer une augmentation inconsidérée de l'effort de pêche. Sur la Loire par exemple, le temps légal de pêche est officiellement de 150 jours (soit 300 marées), mais les conditions climatiques ne permettent de pêcher quasiment que 70 marées dans l'année (Vilaine, 1998) voire beaucoup moins (Rabic, comm. personnelle).

Une présence plus importante sur le terrain des contrôleurs et des enquêteurs permettrait un meilleur contrôle des flottilles et une meilleure sensibilisation des pêcheurs à la nécessité des déclarations d'activités, qui rappellent le, fournissent une base de données unique et indispensable au

⁶⁷ Interdit la pose des engins et des filets à partir du samedi 18 heures jusqu'au lundi 6 heures, soit trente-six heures par semaine. Elle ne s'applique pas aux bosselles à anguilles, nasses, verveux et lignes de fond.

⁶⁸ Interdit la pêche aux engins et filets pendant une période de 24 heures tous les dix jours en moyenne.

suivi des populations de poissons. En effet, le déclin de la population d'anguilles européennes n'a pu être mise en évidence que grâce aux statistiques de pêche issues de ces déclarations.

7.2.2. Réglementation en Europe

En matière de pêche, les années 1980 ont été marquées par la mise en place en 1983, dans les 12 pays membres de la C.E.E., d'une Politique Commune des Pêches.

Les Etats membres sont tenus par la Communauté européenne d'appliquer, depuis le 1^{er} janvier 1995, des régimes nationaux de licences de pêche afin de mieux contrôler les efforts de pêche. Toutefois cette obligation ne vise nullement les navires exerçant leurs activités dans les eaux territoriales⁶⁹ et donc ne concerne pas les zones estuariennes. La réglementation communautaire laisse donc les Etats membres mettre en œuvre leurs propres règles d'organisation du secteur et de gestion des activités (Guernalec, 1996).

La France reste un des pays qui encadre le mieux cette profession. Comme nous avons vu précédemment, elle dispose d'une réglementation complexe permettant de contrôler et de limiter la pêche à l'anguille à tous les stades. Il semble que la plupart des pays européens aient également mis en place des mesures de gestion (tableau 3).

	Pêcheries de civelles et d'anguillettes					Pêcheries d'anguilles jaunes et argentées						
	Vente interdite	Passes	Système de contrôle	Périodes de fermeture	Licences contingentées	Contrôle de la maille	Autres systèmes de contrôle	Périodes de fermeture	Licences contingentées	Taille limite	Echappement au niveau des petits barrages	Quotas
Suède	*	*					*	*		*	*	
Danemark	*	*				*	*	*		*	*	
Allemagne	*						*		*			
Irlande du Nord	*					*	*	*	*	*	*	*
République d'Irlande	*	*				*	*	*	*	*	*	
Grande Bretagne		*	*		*	*	*		*			
Pays Bas	*	*				*	*	*	*	*		
France	Méditerranée	*(peu)	*	*	*	*	*	*	*			
Portugal			*	*	*		*	*				
Espagne			*	*	*		*	*				
Italie					*	*	*		*	*		

Tableau 3 : Mesures de conservation de l'anguille dans les pays européens (d'après Moriarty et Dekker, 1997).

De façon générale, les mesures prises dans chaque pays correspondent aux conditions de pêche et aux traditions locales, mais ne sont pas spécifiques à la protection de l'anguille. D'après Moriarty et Dekker (1997), il y a un manque de cohérence entre les pays.

Les pays européens ont une obligation de résultats pour optimiser l'échappement de géniteurs et non une obligation de moyens ; ainsi la multiplication des dispositions réglementaires n'est pas en soi une garantie de saine gestion de la ressource.

⁶⁹ Dans les 12 miles.

7.3. PECHE NON PROFESSIONNELLE

La pêche amateur à la civelle est très importante en France et les effectifs peuvent être similaires aux effectifs de pêcheurs professionnels dans certaines régions. Sur l'Adour, en 1996, les captures réalisées par les pêcheurs à pied (pêche non professionnelle) dépassaient celle des marins pêcheurs et des professionnels fluviaux réunis⁷⁰ (Prouzet, 1998). La vente des produits de cette pêche est interdite.

On distingue deux catégories de pêcheurs :

- les pêcheurs aux engins et aux filets (ou pêcheurs amateurs) qui sont regroupés dans chaque département au sein d'une Association Départementale de Pêche Amateur aux Engins et aux Filets (ADPAEF, articles L. 234-3 et R 234-22 du Code rural). Ils doivent posséder une licence de pêche et acquérir également une taxe piscicole spéciale pour pêcher la civelle (le timbre civelle). L'autorisation de la pêche de la civelle n'est pas renouvelée en cas de décès. En revanche, elle est réattribuée après un an de gel en cas d'infraction. L'activité de pêche est autorisée sur le Domaine Public Fluvial. Dans les rivières de deuxième catégorie, ces amateurs sont autorisés à pêcher avec trois nasses, six bosselles à anguilles, un tamis à civelles d'un diamètre et d'une profondeur inférieure à 0,50 mètre, dix lignes de fond munies pour l'ensemble d'un maximum de 18 hameçons, d'engins de type braie ou nasse pour la pêche à l'anguille d'avalaison.

Toutes les ADPAEF sont regroupées au sein de la Fédération Nationale des ADPAEF.

- les pêcheurs de loisir aux lignes, regroupés localement en Association Agréée de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique (AAPPMA, article L.234-3 du Code rural). En s'acquittant d'un supplément civelle, les membres d'une AAPPMA sont autorisés à pêcher dans le domaine privé (si autorisé dans le département concerné par l'arrêté permanent de la police de la pêche), avec un tamis de moins de 50 centimètres. Ils peuvent également pêcher l'anguille aux lignes, à la vermée ou aux fagots. Ces pêcheurs ne sont pas contingentés et échappent à toute possibilité de contrôle et de sanction administrative.

Toutes les AAPPMA mais également les ADPAEF sont rassemblées au sein d'une Fédération Départementale des Associations de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique (articles L.234-3, L. 234-4 et R 234-26 du Code rural), lesquelles sont regroupées par l'Union Nationale des Fédérations Départementales des Associations de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique.

7.4. AUTRES PRELEVEMENTS

7.4.1. Braconnage

7.4.1.1. Prélèvements

Une autre source de prélèvement majeure est le braconnage. Bien que difficilement quantifiable, les captures réalisées sont importantes, les braconniers étant de mieux en mieux équipés et organisés. Sur la Gironde, de nombreux braconniers possèdent des embarcations à moteur et des téléphones portables pour pouvoir être prévenus en cas de contrôle.

Le braconnage n'est pas limité à la France et chaque état devrait être sensibilisé à la nécessité de lutter contre ce fléau qui déstabilise les pêcheurs professionnels et dont les captures représentent un taux de mortalité des civelles non négligeable.

⁷⁰ 11 150 kg de civelles capturés par les pêcheurs à pied et 6 530 kg par les pêcheurs professionnels.

7.4.1.2. Réglementation

Selon l'article L. 236-13 du code rural, « *les professionnels exerçant à temps plein ou partiel sont seuls autorisés à vendre le produit de leur pêche* ».

En 1996, l'amplification du déclin des captures de la civelle japonaise a précipité l'augmentation des importations asiatiques de la civelle européenne et entraînée une hausse des cours. Cette montée des prix a vraisemblablement eu un effet sur l'expansion du braconnage, mais son niveau était déjà très élevé auparavant.

Le braconnage est organisé et structuré, et représente non seulement une fraude fiscale, mais également une concurrence commerciale illégale qui fragilise les entreprises de pêche professionnelle.

L'évaluation des captures réalisées par braconnage nécessiterait de mettre en place un protocole de contrôle et de déployer des moyens en rapport avec l'ampleur du phénomène.

En Méditerranée, la pêche de la civelle est interdite mais elle ferait l'objet de prélèvements illicites. Jusqu'en 1996, cette pêche était perçue comme un phénomène marginal, à finalité purement domestique, pour la consommation personnelle ou pour une utilisation sous forme d'appâts. Depuis 1996, des procédés de captures élaborés ont été mis en œuvre en vue de fournir en civelles des filières clandestines.

Le travail de répression effectué avec une grande détermination par les gardes-pêche s'est avéré inefficace à enrayer le phénomène pendant de nombreuses années. Il semblerait que les peines encourues par les braconniers ne soient pas assez dissuasives. En effet, sur la Loire par exemple, un braconnier, verbalisé à cinq reprises au cours de la saison 1998, l'avait été pour la première fois vingt ans auparavant et toutes les années qui ont suivi.

En outre, les agressions d'agents verbalisateurs ont augmenté proportionnellement à l'inflation des cours de la civelle.

Il est donc nécessaire et urgent de modifier le système de contrôle en agissant sur le transport et la vente des civelles et non uniquement sur les pêcheurs. De même, la mise en place de points de vente agréés et obligatoires permettrait de juguler ce braconnage et de sauvegarder cette espèce en difficulté.

Depuis peu, on peut noter en France que, sous l'action des professionnels et du CNPMM, le Gouvernement français et les tribunaux ont pris conscience de l'importance de certains réseaux de commercialisation occulte de la civelle qui tirent profit d'une ressource naturelle sans la moindre contrepartie pour la collectivité.

7.4.2. Turbines hydroélectriques

Les anguilles parvenues en amont des ouvrages (barrages) souffrent également de ces entraves lors de leur migration d'avalaison, au stade anguille argentée.

7.4.2.1. Conséquences du passage dans les turbines

Le transit par une turbine se traduit par une augmentation importante de la vitesse d'écoulement, une augmentation de la pression suivie d'une décompression brutale en sortie de roue, ainsi que pour le migrateur, par une probabilité de choc avec une partie fixe ou mobile de la turbine (aube ou pale). L'anguille, compte tenu de sa taille, y est beaucoup plus exposée que les juvéniles de salmonidés, et les dommages résultent le plus souvent d'un choc mécanique entraînant une entaille, une fracture de la colonne vertébrale, une perforation de la vessie gazeuse, une lacération, une hémorragie de différents organes, voire un sectionnement complet.

Les mortalités induites par le passage dans des turbines ont été soulignées par plusieurs auteurs (Hadderingh, 1982 ; Berg, 1987 ; Dekker, 1987 et Hadderingh *et al.*, 1992). Les taux de mortalité sont variables, estimés à 100 % par Legault et à 5-25 % par Hadderingh, et dépendent du diamètre de la roue et de la vitesse à laquelle tournent les turbines (Larinier, 1998). Les mortalités augmentent très rapidement dès que le diamètre de la roue diminue et que sa vitesse augmente.

Lorsque le poisson peut passer par des ouvrages évacuateurs, tels que les vannes ou les déversoirs de crue, les dommages sont généralement plus faibles, en particuliers dans le cas de chutes modérées, inférieures à une dizaine de mètres. Pour Larinier (1998), ces ouvrages constituent en France la meilleure solution, à condition que la réception des poissons à l'aval se fasse dans de bonnes conditions, c'est-à-dire notamment que la profondeur d'eau en pied de chute soit suffisante et qu'il n'y ait pas de dispositifs de dissipation d'énergie, tels que des dents, des blocs de béton ou des enrochements.

D'autres types d'obstacles peuvent engendrer une mortalité non négligeable des anguilles d'avalaison. Le suivi d'une conduite de débit réservé sur un barrage d'eau potable dans la région de Dinard a montré que la mortalité pouvait être très importante voire totale en raison de la configuration et du mode de gestion des conduites de restitution de débit réservé. Des aménagements de la conduite ont permis de réduire cette mortalité qui s'élève tout de même à 11 % lors du passage des anguilles, liée essentiellement à l'abrasion contre les parois (Legault *et al.*, 2001).

Il faut également signaler que si la mortalité due à certains barrages reste faible, l'accumulation des obstacles au cours de la dévalaison peut entraîner une forte perte d'effectifs.

7.4.2.2. Procédure d'aide au passage des anguilles

Plusieurs types de barrières comportementales ont été testés. Il s'agit de dispositifs induisant le déplacement des poissons dans une direction donnée grâce à divers stimuli agissant sur leur comportement. Ils se matérialisent par des écrans sonores, lumineux, électriques, hydrodynamiques, à bulles ou à chaînes fixes et mobiles.

Devant la difficulté à résoudre le problème, d'autres alternatives sont de plus en plus fréquemment évoquées. Il s'agit soit de capturer les anguilles en amont des ouvrages hydroélectriques et de les transporter en aval, soit de procéder à des manœuvres d'usines (réduction ou arrêt des turbines, ouverture des vannes,...) pendant le pic de dévalaison, à condition bien sûr de connaître ce moment précis (Larinier, 1998 ; Travade *et al.* 2001).

7.5. CONCLUSION

Les sources de mortalité directe par prélèvement sont nombreuses, mais là encore, nous ne pouvons réellement quantifier leurs impacts sur la population d'anguilles.

Actuellement, aucune donnée ne permet d'affirmer que la pêche professionnelle est la cause principale de la diminution du recrutement. Moriarty et Dekker dans leur rapport sur l'anguille européenne (1997), recommandent le maintien de la pêche avec un renforcement des procédures de gestion. De nouvelles restrictions ne doivent être imposées à moins que des études sur la mortalité naturelle ne montrent que la pêche a un effet significatif sur la production des frayants.

En outre, il faut également considérer le fait que, dans le cas d'une fermeture de la pêche à la civelle, les pêcheurs vont se tourner vers la pêche maritime. Deux problèmes se posent alors : les

navires normalement utilisés en estuaire seront-ils capable d'affronter la mer en cette période et quelles espèces pourront supporter une augmentation importante de l'effort de pêche ?

L'arrêt de la pêche à l'anguille ne semble pas utile et particulièrement l'arrêt de la pêche à la civelle qui serait dramatique pour les pêcheurs estuariens et qui pourrait entraîner ce que Moriarty et Dekker appellent une rupture sociale injustifiée.

8. IMPORTANCE SOCIO-ECONOMIQUE DE CETTE RESSOURCE : EXEMPLE DES MARINS PECHEURS ESTUARIENS

Les informations socio-économiques présentées ici résultent d'une enquête réalisée sur les ports de la façade atlantique, à l'initiative des professionnels. Elles ne représentent qu'une photographie de l'activité des marins pêcheurs en estuaire et ne relatent qu'une activité à un moment précis. Les données recueillies ne doivent pas être généralisées mais permettent toutefois de montrer la part importante de l'anguille dans le revenu des pêcheurs.

8.1. UNE SPECIALITE DE LA FAÇADE AGLIA

Le dénombrement de la population maritime estuarienne (Perraudeau, 2000) permet d'appréhender la population potentielle concernée : stable depuis 1996, le nombre de licences disponibles au plan national (1 137) permet à environ 1 000 marins pêcheurs artisans d'exercer une activité estuarienne, dont environ trois quart sur la façade AGLIA (35 % en Pays de la Loire, 20 % respectivement en Poitou-Charentes et Aquitaine), et 15 % en Bretagne sud (Champion *et al*, 2000).

	Effectifs	CA total de la civelle (KF) ⁷¹	CA total des autres espèces capturées en estuaire (KF)	CA total dégagé en estuaire (KF)
Manche	89	6 623	4 270	10 893
Sud-Bretagne	174	13 207	2 661	15 868
Sud-Bret/Loire	11	1 325	640	1 965
Loire	200	33 018	5 996	39 014
Loire/Vendée	15	2 348	510	2 858
Vendée	183	27 089	504	27 593
Charente	125	16 232	3 332	19 564
Charente/Gironde	20	2 630	2 429	5 059
Gironde	84	11 186	10 526	21 712
Arcachon	40	1 469	6 334	7 803
Adour	67	5 495	1 160	6 655
Total	1 008	120 622	38 362	158 984

Source : calculé d'après l'enquête nationale du LEN-CORRAIL – 1999

Tableau 4 : Effectifs concernés et estimation du chiffre d'affaires total dégagé en estuaire en 1998

Plus de 750 navires de moins de 12 m exploitent la civelle sur la façade AGLIA dans les estuaires et les cours d'eau affluant à la mer. Les principaux quartiers maritimes d'origine des navires ciblant la civelle sur la façade AGLIA sont, du nord au sud : Saint-Nazaire, Nantes, Noirmoutier, Les Sables d'Olonne, Marennes-Oléron, Bordeaux et Bayonne.

⁷¹ Un simple calcul de chiffre d'affaires individuel est dénué de sens compte tenu des écarts importants d'activité selon les pêcheurs et compte tenu du chiffre des " effectifs " proposé ici qui est un chiffre potentiel, or le nombre réel d'exploitants à temps plein est à la fois très variable en proportion du total et toujours inférieur à ce chiffre potentiel.

Deux tiers des captures sur la façade AGLIA et principalement dans trois bassins

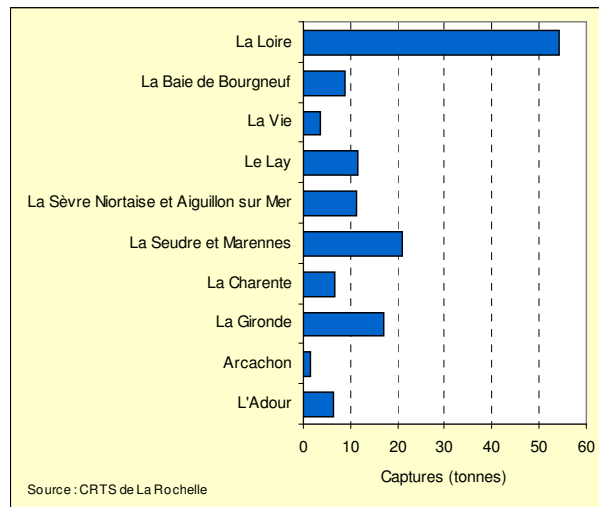


Tableau 5 : Captures dans les bassins de la façade AGLIA en 1998

En 1999, les captures déclarées d'anguilles au stade civille se sont élevées à 143 t, en hausse de plus de 70 % par rapport à 1998. Deux tiers de ces captures sont réalisées dans les bassins de la Loire (38 %), de la Seudre et de Marennes (15 %) et de la Gironde (12 %).

8.2. UNE GESTION DE L'EFFORT DE PECHE TRES ENCADREE

Le suivi de l'activité de pêche estuarienne mis en place, notamment par la CIPE/CNPMEM, fournit aujourd'hui les seuls indicateurs sur l'état de cette ressource qui semble diminuer depuis quelques années. L'exploitation de l'espèce n'est pas soumise à TAC et quotas de la part de la Commission européenne

Les pêcheries estuariennes sont encadrées, comme le sont les pêches maritimes : exception faite du système de quota qui ne convient pas à cette activité compte tenu de ses particularismes, licences, timbres-bassins, carnets de pêche, limitation de l'effort de pêche (vis-à-vis des navires, des engins de pêche, des périodes,...) témoignent de cet encadrement et de cette gestion " responsable " de cette activité dans ce milieu fragile.

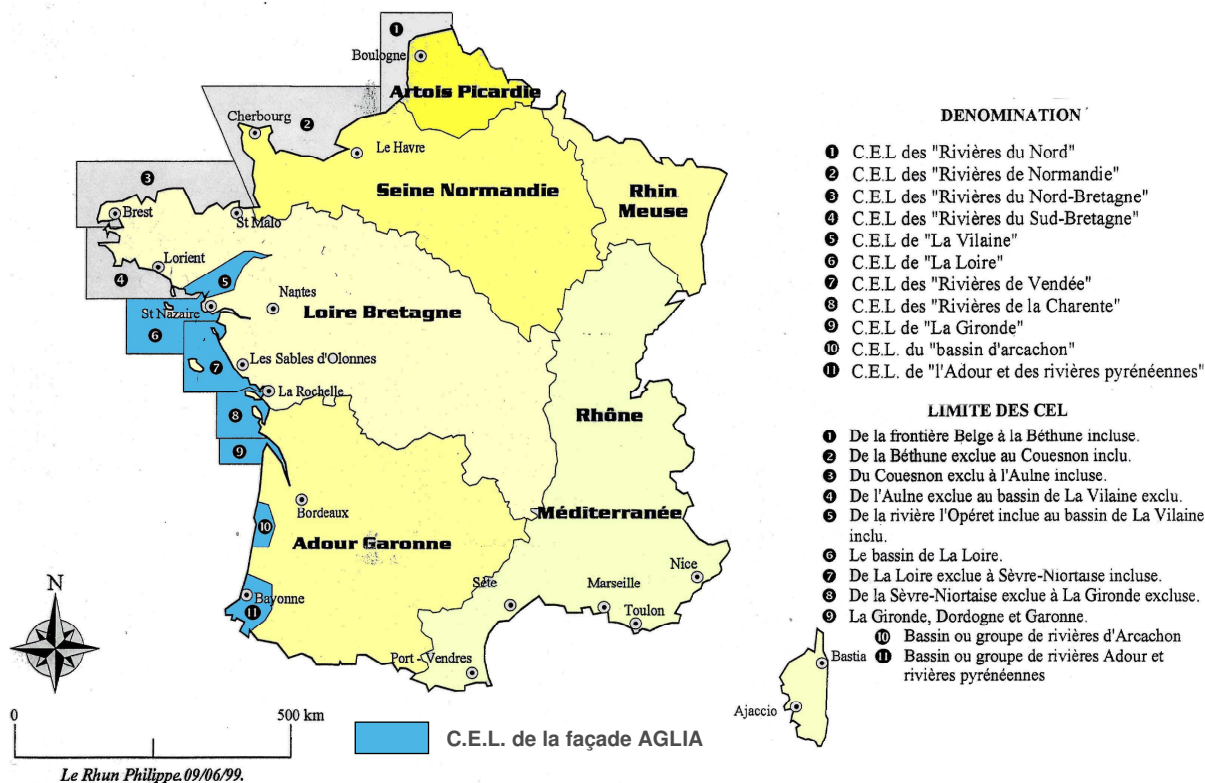


Figure 5 : Circonscription géographique des C.E.L. CIPE

8.3. UNE ACTIVITÉ QUI REPOSE SUR L'ANGUILLE AU STADE CIVELLE

Une analyse des éléments économiques et comptables de l'activité de pêche estuarienne confirme le rôle clef de l'espèce "anguille-civelle" : selon l'enquête nationale menée en 1998-99 la quantité moyenne française des captures par marin pêcheur estuarien est de plus de 150 kg de civelle pour la saison 1997-98 (plus de 215 kg pour la saison 1996-97 jugée exceptionnelle par tous les observateurs), conduisant à un C.A. pour la saison 1997-98 estimé à partir des tonnages déclarés lors de l'enquête nationale⁷² à 120 MF auxquels il faut y ajouter 40 MF pour les autres espèces estuariennes. Cependant, une approche d'ordre microéconomique, basée sur l'analyse des comptes d'exploitation des entreprises de pêche suggère une sous-estimation de l'enquête de 12-13 %, conduisant alors à un CA estuarien total de 180 MF (dont 130-140 MF pour la civelle) pour la saison 1997-98.

Par ailleurs, la diversité des types de pêche pratiqués en dehors de la saison de civelle explique largement les disparités de résultats selon les types d'entreprises. De même, selon les bassins, l'importance plus ou moins marquée de l'activité civelle dans la pêche estuarienne conduit aussi à des résultats contrastés par bassin.

⁷² LEN-CORRAIL, année 1999

	Part moyenne de la civelle dans le CA total de l'armement		Part moyenne des espèces capturées en estuaire dans le CA total de l'armement		Temps moyen Consacré en estuaire
	Saison 1996/97	Saison 1997/98	1997	1998	
Manche	26%	18%	44%	35%	32%
Sud-Bretagne	42%	37%	48%	44%	29%
Loire	62%	48%	69%	57%	39%
Vendée	61%	41%	63%	42%	35%
Charente	52%	36%	55%	41%	37%
Gironde	55%	39%	82%	81%	78%
Arcachon	10%	4%	35%	52%	66%
Adour	62%	61%	73%	73%	67%

Source : calculé d'après l'enquête nationale du LEN-CORRAIL – 1999

Tableau 6 : Estimation de la part de l'activité civelle en estuaire

La commercialisation est encore mal appréhendée, malgré la participation de certains mareyeurs. Dans le cas de la civelle, elle varie d'un bassin à un autre et, au niveau français, elle est assurée globalement par les mareyeurs, et dans une moindre mesure par des ramasseurs. Quelques marins commercialisent eux-mêmes leur production. L'enquête réalisée en 1998-1999 suggère que la commercialisation des autres espèces pêchées en estuaire s'opère à moins de 50 % par les mareyeurs ou les ramasseurs, à moins de 25 % en vente directe, et à hauteur respective de 10 % par des poissonniers, des restaurateurs et sur les marchés. Les débouchés sont largement tournés pour la civelle vers l'exportation, Espagne principalement en Europe, vers l'Asie par ailleurs. Cette dernière destination favorise une production future d'anguilles qui vient parfois, selon les dires des professionnels, concurrencer les aquaculteurs de l'Europe du Nord et explique peut-être les points de vue différents qui existent entre la France (exportatrice de civelles non productrice d'anguilles) et certains autres producteurs européens d'anguilles. Si le domaine de la production s'éclaircit, celui de la commercialisation reste "flou", or, la prise en compte de l'activité commerciale (et son implicite transparence) sont fondamentales pour appréhender les enjeux actuels de la pêche estuarienne française.

8.4. UN ROLE MOTEUR ET STRUCTURANT DE LA VIE SOCIALE LOCALE

A partir de l'enquête nationale menée sur la pêche maritime en 1998-99 la "carte d'identité" du pêcheur maritime estuarien type peut être dressée : avec un âge moyen de 39 ans, le marin estuarien est jeune (avec cependant des différences notables selon les bassins) ; une nuptialité élevée (80 %) suggère le rôle fondamental de la femme dans cette activité artisanale ainsi que le rôle de la famille, en particulier dans le phénomène de succession où le processus de "père en fils" est marqué ; muni d'un certificat de capacité, le marin pêcheur estuarien opère souvent en petite pêche, pêche côtière ou en conchyliculture, soulignant ainsi le lien marqué avec le monde maritime. Vis-à-vis de l'activité maritime globale des marins pêcheurs intervenant en estuaire, l'activité estuarienne représente 50 à 60 % du CA total (mer et estuaire), et environ plus de 40 à 60 % du temps selon les bassins.

La pêche estuarienne revêt un intérêt culturel en maintenant des traditions halieutiques et professionnelles : les estuaires participent au "tourisme bleu" et à l'attrait des littoraux et des fleuves qui font partie des lieux de haute "touricité". Conscients de la fragilité de l'estuaire, les pêcheurs estuariens participent aussi à des actions environnementales : entretiens des estuaires, "veille biologique", voire "veille écologiste" à l'égard des cours d'eau soumis à d'autres activités perturbatrices des équilibres estuariens.

La mesure des emplois concernés par l'exploitation d'une pêcherie peut être décomposée en deux étapes. La première étape vise les emplois des marins pêcheurs opérant en mer et les emplois directement reliés à cette activité dans la sphère portuaire. Aussi, dans un premier temps, l'analyse porte sur le nombre d'emplois en mer concernés par une pêcherie et en particulier sur l'évaluation des emplois en équivalent temps plein (ETP) recensés dans les entreprises de pêche exploitant une pêcherie. Dans un second temps, l'ensemble des activités à terre directement concernées par cette espèce ou permettant de soutenir cette activité sont prises en compte ; la méthode retenue à ce stade s'appuie largement sur les documents comptables⁷³ des entreprises de pêche et des entreprises liées à l'exploitation de cette pêcherie. Dans la deuxième étape, l'objectif fixé est d'évaluer les emplois induits dans les " bassins d'emplois littoraux " concernés. Le but *in fine* est de montrer le rôle structurant des activités maritimes dans le tissu économique des pays de la frange littorale. L'approche retenue ici est la méthode de la base, avec quelques adaptations inhérentes au domaine étudié.

Le calcul des emplois « directs » dans le monde portuaire proche a conduit à proposer pour les bassins allant de l'Adour à La Loire environ 250 à 300 emplois équivalent temps plein directement liés à l'activité civelle, auxquels il faut ajouter les 400 à 450 emplois de plein temps en mer, soit au total environ 700 emplois de plein temps pour l'ensemble du monde maritime. Enfin, à travers leur comportement de consommation, ces 700 emplois du secteur maritime induisent environ 500 emplois à plein temps sur l'ensemble de l'économie de proximité.

Au total, sur la façade AGLIA, ce sont donc globalement 1200 emplois à plein temps qui sont directement ou indirectement concernés par l'exploitation des pêcheries de civelles.

⁷³ L'analyse comptable des activités étudiées a été possible grâce aux informations transmises par les groupements de gestion ou les sociétés concernées. Un travail d'enquête a aussi permis d'évaluer certains emplois sans lien marchand avec cette pêcherie mais jugés comme directement liés à cette activité par espèce.

9. PRINCIPES DE GESTION

9.1. IMPORTANCE DES DIVERS CONTRAINTES POUR L'ANGUILLE EUROPEENNE

L'ensemble des connaissances montre que l'anguille n'est pas aussi résistante qu'il est généralement admis. L'ensemble des facteurs défavorables semble contribuer à la réduction du stock européen (figure 6), mais il n'est pas possible aujourd'hui de quantifier réellement l'impact de chacun de ces facteurs.

Toutes les menaces naturelles (prédation, agents pathogènes, ...) se trouvent amplifiées, parfois exacerbées, en raison de leur synergie avec les nombreuses menaces d'origine anthropique (pollutions, parasites allochtones, ...) avec lesquelles elles interfèrent grandement, au point que leur distinction se révèle assez théorique. Ainsi, la conjonction d'une parasitose à *Echinorhynchus* et d'une bactériose à *Pseudomonas* est amplifiée par un échauffement des eaux, de même que certaines viroses et bactérioses sont associées à diverses pollutions (Bruslé, 1994).

Couillard *et al.* (1997) ont montré que, pour les anguilles américaines du St Laurent, la prévalence des lésions pathologiques et des parasites était associée au niveau de contamination chimique des anguilles. Il semble également que les facteurs de stress induits par divers polluants, soient responsables d'un accroissement des accidents infectieux par suite d'une sensibilisation accrue des anguilles, affectées alors par divers agents pathogènes (Bruslé, 1994).

Pour Bruslé (1994), le déficit hydrique assez général des cours d'eau et des lagunes constaté au cours des années 1980-81-82, couplé à des niveaux élevés de contamination chimique entraînant une dégradation de la qualité des eaux, pourrait expliquer, du moins en partie, le déclin général des recrutements lors de la période 1980-1990.

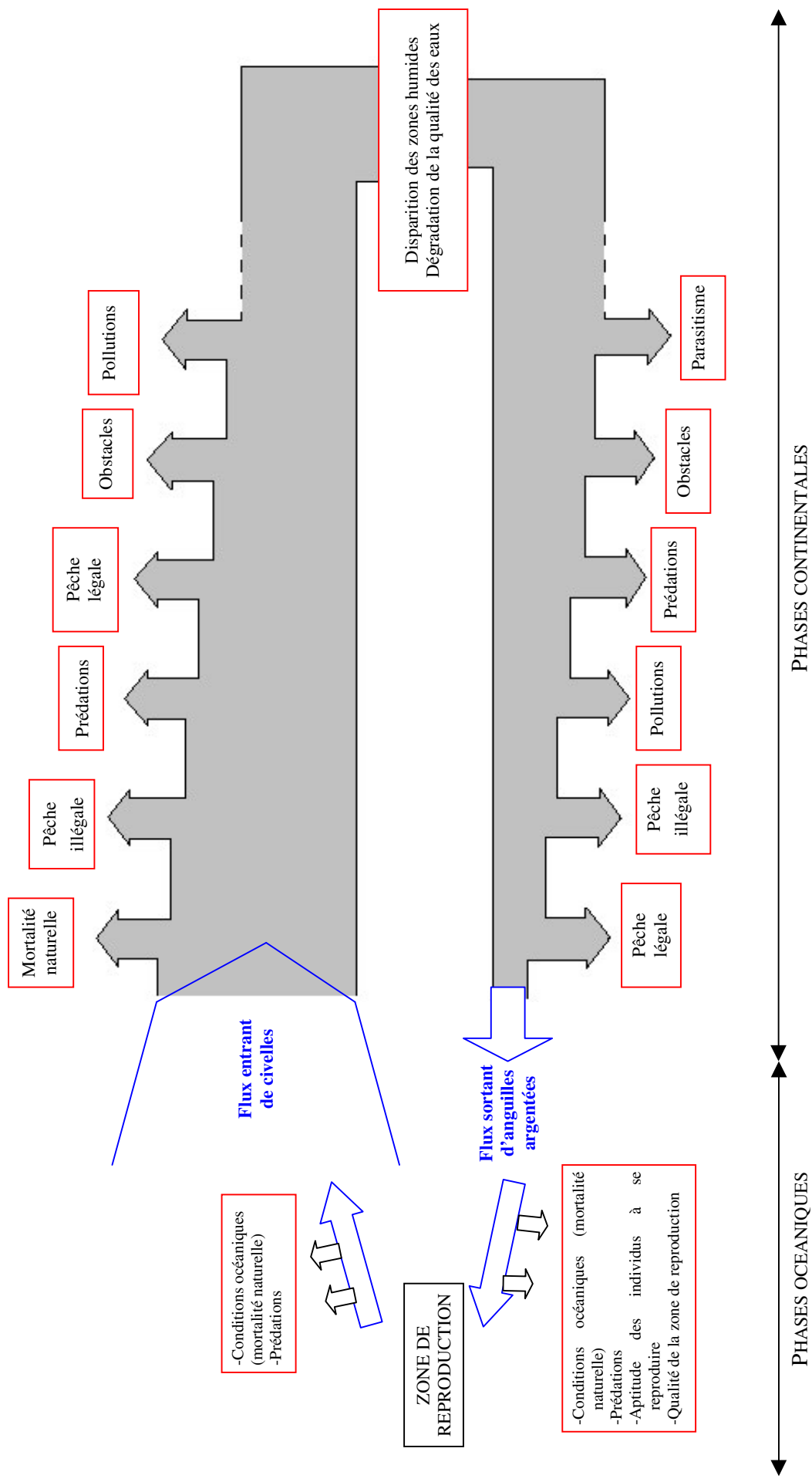


Figure 6 : Schématisation des principaux facteurs défavorables pouvant contribuer à la diminution du stock

9.2. RESTAURATION DU STOCK D'ANGUILLES EUROPEENNES

L'objectif à atteindre est une recolonisation des cours d'eau conforme aux potentialités des milieux. De nombreux facteurs naturels inéluctables vont conditionner la survie des larves lors de la traversée transocéanique (modifications des courants marins, disponibilité des ressources trophiques, prédation, *etc.*). En revanche, il est nécessaire de mettre en œuvre des mesures de gestion pour limiter les facteurs anthropiques sur le domaine littoral et continental. Il faut non seulement permettre aux civelles et anguillettes d'accomplir leur migration anadrome, mais également permettre aux anguilles d'effectuer leur croissance dans de bonnes conditions avant d'entreprendre leur migration catadrome.

Au vu des nombreuses zones d'ombre qui persistent concernant la biologie de cette espèce et l'impact réel des différents facteurs anthropiques et naturels sur le stock, le GNA propose, en 1984, le concept du « principe de précaution » qui, en terme de gestion des populations piscicoles, se définit comme toute mesure susceptible d'assurer la pérennité d'une espèce. Toute contrainte est jugée nuisible tant que son innocuité n'est pas démontrée. L'objectif principal est de faciliter le départ des anguilles argentées afin d'augmenter le potentiel reproducteur du stock, bien que le seuil minimal de conservation de l'espèce soit inconnu (Lambert *et al.*, 1998).

Aujourd'hui, certains organismes professionnels de la pêche ont déjà appliqué ce principe de précaution puisque depuis 1995, le contingent de licences disponible par bassin versant a été gelé afin de limiter l'effort de pêche.

Toutefois, bien que ce concept de précaution implique des actions permettant une amélioration des habitats, il est souvent interprété de façon subjective et s'est traduit essentiellement par le gel ou la restriction de l'effort de pêche qui sont des solutions faciles et rapides à mettre en œuvre. Comme cela a déjà été dit, les statistiques de pêche sont les seuls indicateurs de l'état de la ressource et il serait préférable de s'attacher à améliorer la fiabilité des suivis halieutiques plutôt que de faire disparaître une profession présentant un grand intérêt qu'il soit direct ou indirect : intérêt culturel (maintien des traditions halieutiques et gastronomiques), économique (ressources liées à la pêche importantes), social (concerne plusieurs familles de pêcheurs), biologique (les données recueillies sont des outils performants pour le suivi de l'abondance des stocks) et de veille écologique (le pêcheur par sa présence permanente sur le terrain joue un rôle de révélateur pour des problèmes concernant la qualité du milieu).

Permettre aux civelles et anguilles de rejoindre les zones de croissances continentales, c'est certes contrôler et limiter l'effort de pêche à l'entrée des estuaires, principe déjà en place depuis plusieurs années, mais c'est également restaurer la libre circulation des individus au niveau des multiples barrages présents sur les cours d'eau français et européens. De même, pour obtenir un taux d'échappement maximum des anguilles argentées, il faut là encore rétablir la libre circulation des anguilles de dévalaison, mais il faut au préalable permettre aux anguilles jaunes de réaliser leur croissance dans des eaux de bonnes qualités. En effet, toutes les anguilles qui atteignent les eaux salées ne seront pas aptes à réaliser leur migration transocéanique et leur reproduction, contaminées par divers pollutions et/ou affaiblies par des infestations parasitaires.

9.3. ALEVINAGE ET TRANSFERT DE CIVELLES : UN MOYEN DE GESTION ?

9.3.1. Pourquoi l'alevinage ?

L'alevinage est une technique couramment utilisée dans de nombreux pays européens dans le but de pallier le déclin du recrutement de civelles, et il semble efficace pour pérenniser les pêcheries professionnelles.

Selon Moriarty et Dekker (1997), l'alevinage peut être un moyen rentable de rétablissement ou du maintien des rendements de pêche et donc de conservation biologique. Il apparaît essentiel dans des zones isolées par des barrages sans passe à anguilles efficace.

Deux types d'alevinage peuvent être réalisés qui répondent à des objectifs différents. En premier lieu, il peut s'agir de permettre aux civelles ou anguillettes de remonter vers l'amont lorsque le cours d'eau est obstrué par un barrage ou tout autre obstacle. Les individus sont alors simplement déplacés et ne quittent pas le bassin versant. Un deuxième type d'alevinage consiste à prélever des civelles ou anguillettes d'un bassin versant où elles sont en abondance (souvent en France et Grande Bretagne où le recrutement est considéré comme excédentaire compte tenu de leur position privilégiée vis-à-vis du Gulf Stream) pour les transporter dans une zone où le recrutement est faible pour des raisons naturelles ou anthropiques.

L'alevinage inter bassin a notamment été utilisé à la suite de la pollution du Rhin par les usines de Sandoz en 1986 qui avait provoqué la mort de 90 % des anguilles présentes. La restauration de la population d'anguilles est apparue comme une priorité et des alevinages de civelles ont été programmés (Clauss *et al.*, 1998).

En mars 1989, 500 kg de civelles (1 250 000 à 1 500 000 individus) originaires de la Loire ont été marqués par balnéation au chlorhydrate de tétracycline afin d'évaluer le rendement de ces opérations de rempoissonnement par rapport au processus de recolonisation naturelle. Des prélèvements annuels, de 1990 à 1998, ont montré que la proportion d'anguilles marquées représente, pour chaque échantillonnage annuel, une faible part de l'échantillon, la population issue du recrutement naturel étant très largement majoritaire. En revanche, rapportée à la seule cohorte « civelle 1989 », cette proportion représente environ 50 % avec des différences importantes selon les sites. L'impact de l'alevinage a été très inégal d'un site à l'autre (Meunier *et al.*, 2001).

Il faut tout de même noter que, outre le fait que le repeuplement inter-bassin est souvent vecteur de pathologie, c'est la qualité du milieu qui fixe en général le niveau de peuplement. Pour Tendron (1998) : « *repeupler ne sert pas à grand chose si on ne restaure pas auparavant l'habitat* ».

9.3.2. Conséquences de l'alevinage à long terme

En considérant que toutes les anguilles européennes forment une seule et même population issue d'une zone de ponte commune et dont les larves sont disséminées sur toute la façade atlantique européenne et nord africaine, les opérations d'alevinage inter-bassin ne pouvaient provoquer de pollution génétique. Cependant, des travaux ont montré que l'on peut distinguer au moins deux populations au niveau de l'aire de distribution (Feunteun, 1998). Des différences génétiques significatives ont été mises en évidence entre les anguilles de l'ouest marocain (façade atlantique) et les autres anguilles. Une telle découverte remet en cause le bien fondé des opérations de transfert vers des régions éloignées des bassins versants de provenances des civelles. Il existe un risque de fragilisation de certaines populations par perte de ses caractéristiques propres et donc baisse de la biodiversité.

En outre, des études ont montré que des anguilles argentées issues d'alevinages effectués à partir de civelles importées de cours d'eau français ou anglais ont eu du mal à sortir de la Baltique pour rejoindre les lieux de ponte, contrairement à celles arrivées naturellement (Crivelli, 1998). Y aurait-il des phénomènes de « homing⁷⁴ » chez l'anguille ? Un transport brutal d'une zone géographique à une autre pourrait compromettre toute chance de retour ultérieur vers les zones de reproduction.

L'alevinage intra-bassin ne pose pas de problème de biodiversité et permet la colonisation de zones inaccessibles lors de l'obstruction du fleuve par un ouvrage.

Lors de la dévalaison des anguilles argentées, dans le cas de petits barrages du type clapet à marée ou bief de moulin, la migration aval ne sera pas perturbée. Pour les obstacles plus importants seules des manœuvres d'ouvrage (cf. § 5.2.3) pourraient permettre aux anguilles argentées de poursuivre leur dévalaison.

Ainsi, compte tenu de ces arguments, si les effets à long terme des transferts de civelles hors de leur bassin versant d'origine restent incertains voire néfastes pour la conservation de l'espèce du fait que ces pratiques pourraient conduire à la perte de tout ou partie des anguilles alevinées pour la reproduction, les opérations d'alevinage intra-bassin peuvent permettre la restauration des pêcheries professionnelles et une bonne colonisation des bassins versants.

⁷⁴ Le homing (retour à la maison) est ce qui permet aux poissons amphihalins comme le saumon de mémoriser leur rivière d'origine. Dans le cas de l'anguille ce « homing » serait la mémorisation du trajet permettant le retour vers le lieu de ponte, la mer des Sargasses.

10. CONCLUSION – DISCUSSION

De nombreux indicateurs, mis en valeur dans la présente étude, alimentent l'inquiétude des scientifiques, des gestionnaires et des professionnels de la pêche quant à l'évolution de la population d'anguilles en Europe. Toutefois, au vu des nombreuses zones d'ombre concernant la biologie de cette espèce, il convient de relativiser cette évolution et de montrer les limites des observations faites.

En effet, aujourd'hui, des pans entiers de la biologie de cette espèce sont encore mal connus, principalement pour les phases marines, mais également pour les phases continentales. Par conséquent, les causes du déclin de cette espèce sont mal identifiées et controversées, et la relation stock-recrutement est encore discutée.

Pour un certain nombre d'observateurs, ce poisson n'est plus une espèce commune et abondante dans les milieux continentaux. La diminution du stock d'anguilles en Europe a été révélée par les données de captures transmises par les professionnels de la pêche, seule source d'information disponible permettant le suivi de la ressource, bien que ces données ne représentent qu'une image du stock, excluant les autres prélèvements.

Toutefois, il existe une grande hétérogénéité des systèmes de gestion selon les pays, voire selon les zones étudiées. Cette hétérogénéité va de la quasi-absence de gestion des pêcheries estuariennes et fluviales à des dispositifs élaborés des pêcheries avec réglementation de l'effort de pêche (puissance des navires, engins de pêche, temps de pêche, campagne de pêche...). Il paraît évidemment impossible de ne pas prendre en compte ces fortes disparités des systèmes de gestion existants, au nom d'une politique commune qui affecte si différemment les pays.

De même, les considérations socioéconomiques ne peuvent être ignorées, premièrement au titre de l'activité réalisée dans chaque bassin qui génère revenus et emplois locaux, deuxièmement au titre des enjeux plus « macroéconomiques » avec des stratégies commerciales nationales qui sont évidemment présentes en filigrane derrière des considérations souvent présentées comme toute autre.

Les nuisances inventoriées s'exercent sur toutes les espèces piscicoles qui passent tout ou partie de leur cycle biologique en eau douce. Toutefois, chez l'anguille, ces nuisances sont probablement amplifiées du fait qu'il s'agit d'un poisson gras (accumulation des polluants) dont le cycle biologique présente des caractéristiques spatio-temporelles tout à fait particulières : plusieurs changements de milieu (marin, estuarien, continental), long développement larvaire, maturation sexuelle tardive, *etc.*

La présence de l'anguille dans nos fleuves, rivières ou marais dépend essentiellement de la restauration de la qualité des eaux et des habitats, de l'amplification des contrôles et des répressions du braconnage et de la restauration de la libre circulation des grands migrants, en adaptant à l'anguille les dispositifs de franchissement des obstacles.

La hiérarchisation de tous ces facteurs n'est pas réalisable sur l'ensemble de l'aire de répartition de l'espèce, du fait de la spécificité de chaque pays (position géographique, types d'industries, aménagement des cours d'eau plus ou moins important, pratique de la pêche...). En revanche, il serait intéressant d'envisager ce travail au niveau de chaque bassin versant, ce qui permettrait de cibler les actions à entreprendre.

Il semble également nécessaire d'accroître les connaissances sur la migration des anguilles argentées, la reproduction et la biologie des leptocéphales afin de vérifier la part des conditions océaniques sur la diminution du recrutement.

De même, les travaux menés sur la compréhension des flux entrant de civelles en estuaires et sur l'évaluation des mortalités continentales (mortalité par pêche, mortalité liées aux parasitismes, mortalités dans les turbines de centrales hydroélectriques, *etc.*) devraient être repris à grande échelle afin de quantifier réellement l'impact des différents facteurs. Nous ne pouvons envisager une gestion efficace des divers facteurs si l'impact de chacun reste approximatif et non quantifié.

Le rétablissement du stock d'anguilles ne pourra se faire sans une gestion concertée, imposant certes un dialogue entre les pays mais également entre les différents acteurs qu'ils soient gestionnaires, scientifiques, industriels, pêcheurs professionnels ou amateurs, et une gestion de l'ensemble des facteurs influant sur l'espèce. Que ce soit dans le cadre de décisions internationales ou locales, différents facteurs interagissent entre eux et doivent donc être pris en compte pour une gestion durable de l'espèce.

BIBLIOGRAPHIE

ADAM G., 1997. L'anguille européenne (*Anguilla anguilla* L. 1758) : dynamique de la sous-population du lac de Grand-Lieu en relation avec les facteurs environnementaux et anthropiques. *Cemagref, Thèse 3^e cycle Université Paul Sabatier Toulouse III*. 353 p.

ADAM G., ELIE P., 1994. Mise en évidence des déplacements d'anguilles sédentaires (*Anguilla anguilla* L.) en relation avec le cycle lunaire dans le lac de Grand-Lieu (Loire Atlantique). *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 335 : 123-132.

ANDERSEN A.C., 1984. Contribution à l'étude immunohistologique de cellules endocrines chez les organismes marins. Recherche d'éventuelle perturbations hormonales induites par des polluants métalliques. *Thèse 3^e cycle, Paris VI, Océanogr. biol.* 173 p. In BRUSLE, 1990.

ANONYME, 1984. Rapport de synthèse et programme quinquennal. *Groupe national anguille*, 60 p. In LAMBERT *et al*, 1994.

ANONYME, 1994. Présentation de Centre Régional de Traitement des statistiques des pêches de La Rochelle. *Direction Départementale des Affaires Maritimes de la Charente Maritime*, 26 p.

ANONYME, 1998. Plan de gestion intégrée de la pêche de la civelle secteur de Scotia-Fundy, Région des Maritimes (Canada). *Fisheries and Oceans*, 22 p.

ANONYME, 2001. La qualité en eau troubles. *Que choisir*, 382 : 16-21.

AMIARD J.C., AMIARD-TRIQUET C., METAYER C., 1982. Distribution de quelques métaux (Cd, Pb, Cu, Zn) chez les organismes vivants de l'estuaire de la Loire et des zones côtières adjacentes. *Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest de la France*, tome 4, (4), 153-168.

AUBERT J., FLATAU G., PUEL D., BREITTMAYER V., CLEMENT R., 1977. Etude de la contamination des élevages marins. *Rev. Int. Oceanogr. Méd.*, 45 : 77-97.

AWAD H., 1979. Etude comparée de la contamination par les hydrocarbures de deux écosystèmes estuariens. *Thèse Univ. Provence, Marseille*, 224 p. In BRUSLE, 1994.

BELLET C., DANIEL P., 1998. Infestation de l'anguille européenne sur le bassin de l'Adour et sur certains cours d'eau côtiers des départements des Landes et des Pyrénées Atlantiques. *Doc. Migradour – G.D.S.A.A.*, 29 p.

BERG R., 1987. Fischereischäden durch Turbiden. Arbeit. *Deutsch. Fisch. Verband, Hambourg*, 41-47, In BRUSLE, 1994

BERTIN L., 1942. Les anguilles. *Ed. Payot, Paris*, 218 p. In De CASAMAJOR, 1997.

BIAGIANTI S., GONY S., LECOMTE R., 1987. Etude de l'action toxique du cadmium sur des civelles (*Anguilla anguilla*). *Rev. Int. Océanogr. Méd.*, Tomes LXXXV – LXXXVI.

BLANC G., MARCHAND A., GERARD J.P., 1990. L'anguillicolose : un nouveau risque pour la filière anguille. *Aqua Revue*, 28 : 27-32.

BLANCHARD D., 2001. Contaminants en tous genres. *Le pêcheur professionnel*, 35 : 2-6.

BOON J.H., LOKIN C.J.A., CEUSTERS R., OLLEVIER F., 1989. Some properties of the blood of European eel (*Anguilla anguilla*) and the possible relationship with *Anguillicola crassus* infestations. *Aquacult.*, 76 : 203-208.

BOETIUS J., HARDING E.F., 1985. A re-examination of Johannes Schimdt's Atlantic eel investigation. *Dana*, 4 : 129-162. In De CASAMAJOR, 1997.

BRANA J.Y., 1997. L'anguille dans le bassin Rhône-Méditerranée-Corse. Traitement et essais d'interprétation des données des pêcheries aux engins amateurs et professionnelles. *Travail de maîtrise. DIREN-Délégation de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse*. 53 pp.

BRESSA G., SISTI E., CIMA F., 1997. PCBs and organochlorinated pesticides in eel (*Anguilla anguilla* L.) from the Po Delta. *Marine Chemistry*, 58 : 261-266.

BRIAND C., 1998. Arzal sort de l'im« passe ». *Eaux Libres*, 24 : 38-43.

BRIAND C., FATIN D., FONTENELLE G., FEUNTEUN E., 2001. Recrutements estuariens et fluviaux de la civelle européenne en Vilaine. *Journées anguilles du GRISAM, Tour du Valat*. 9 p.

BRU N., DROUILHET R., 2000. Premières estimations de biomasse de civelles d'anguille dans l'estuaire de l'Adour à différentes dates de la période de migration 1998/1999. *8èmes journées du Pôle DRAES, Univ. Pau et Pays de l'Adour*, 45-50.

BRUSLE J., 1990. Effects of heavy metals on eel, *Anguilla* sp. *Aquat. Living Resour.*, 3 : 131-141.

BRUSLE J. 1991. The eel (*anguilla* sp.) and organic chemical pollutants. *Sci. Tot. Environ.*, 102 : 1-19.

BRUSLE J., 1994. L'anguille européenne *Anguilla anguilla*, un poisson sensible aux stress environnementaux et vulnérable à diverses atteintes pathogènes. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 335 : 237-260.

BRUSLE J., 1998. Menace sur l'anguille. *Eaux libres*, 24 : 48-49.

CANTIN Ch., 1996. Contamination du milieu marin par les micropolluants. Résultats du RNO de 1979 à 1994, l'estuaire de la Gironde. *Ifremer*, 46 p.

CASAMAJOR (de) M. N., 1997. Cycle biologique de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*). *Dixième rencontres interrégionales de l'AGLIA, Saint-Jean-de-Luz*, 37-45.

CASAMAJOR (de) M.N., PROUZET P., LECOMTE FINIGER R., 2000. Bilan des travaux réalisés sur le comportement migratoire de la civelle (*Anguilla anguilla* L.) dans l'estuaire de l'Adour. *Actes des 8èmes journée du pôle DRAES, Univ. Pau et Pays de l'Adour*. 36-45.

CASAMAJOR (de) M.N., LECOMTE-FINIGER R., PROUZET P., 2001. Détermination de l'état d'amaigrissement des civelles (*Anguilla anguilla*) en migration en zones côtière et estuarienne. *CR Acad. Sci. Paris*, 324 : 345-353.

CASTELNAUD G., GUERULT D., DESAUNAY Y., ELIE P., 1994. Production et abondance de la civelle en France au début des années 90. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 335 : 263-287.

CASTONGUAY M., HODSON P.V., COUILLARD C.M., ECKERSLEY M.J., DUTIL J.D., VERREAULT G., 1994. Why is recruitment of American eel, *Anguilla rostrata* declining in the St. Lawrence River and Gulf ? *Can. J. FISH. Aquat. Sci.*, 51 : 479-488. In ANONYME, 1998.

CAUVIN G., GALLET F., PAUTRIZEL F., 2001. Etat des lieux des suivis des ressources estuariennes et de leur exploitation dans les estuaires des régions de l'AGLIA. *Publication de l'Observatoire des pêches et des cultures marines du golfe de Gascogne – volet ressources vivantes. IMA Biarritz* : 71 p.

CHANCEREL F., 1994. La répartition de l'anguille en France – note technique. *Bull. Fr., Pêche Piscic.*, 335 : 289-294.

CHAMPION L., PERRAUDEAU Y., 1999. Etude socio-économique des pêches professionnelles continentales. *LEN CORRAIL, faculté des sciences économiques et de gestion, Université de Nantes*.

CHAMPION L., PERRAUDEAU Y., 2000. Etude socioéconomique des pêches maritimes estuariennes françaises (hors Méditerranée). *LEN CORRAIL, Faculté des sciences économiques et de gestion, Université de Nantes*.

CLAUSS T., MEUNIER F., 1998. L'alevinage de « Sandoz » en demi-teinte. *Eaux libres*, 24 : 34-35.

COTTIGLIA M., MASCIA C., PORCU M., SPANEDA L., TAGLIASACCHI MASALA M.L., 1984. Indagine sperimentali su trasferimento del mercurio dai sedimenti a reti trofiche lagunari. *Inquinamento*, 9 : 45-50. In BRUSLE, 1990.

COUILLARD C.M., HODSON P.V., CASTONGUAY M., 1997. Correlations between pathological changes and chemical contamination in American eels, *Anguilla rostrata*, from the St Lawrence River. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 54 : 1916-1927.

CRIVELLI A., 1998. L'anguille dans le bassin Rhone-Méditerranée-Corse. *COGEPOMI du bassin rhône-méditerranée-corse*. 83 p.

DEKKER W., 1987. Preliminary assessment of the Ilsselmer eel fishery based on length frequency samples. *ICES Council Meeting*, 14 p. In BRUSLE 1994

DEKKER W., 1998. La position Hollandaise. *Eaux Libres*, 24 : 58-59.

DESAUNAY Y., GUERULT D., 1997. Seasonal and long-term changes in biometrics of eel larvae : a possible relationship between recruitment variation and North Atlantic ecosystem productivity. *J. of Fish Biol.*, 51 (supplément A), 317-339.

DUFOUR S., MEUNIER F., ELIE P., VIDAL B., MARCHELIDON J., ADAM G., DURIF C., 2001. Répercussion des types d'hydrosystème sur la physiologie de la croissance et l'âge des futurs géniteurs de l'anguille européenne *Anguilla anguilla*. *Journée anguilles du GRISAM, Tour du Valat*, 30-31.

DUPONT F., PETTER A.J., 1988. Anguillicola, une épizootie plurispécifique en Europe. Apparition de *Anguillicola crassa* chez l'anguille européenne *Anguilla anguilla* en Camargue, sud de la France. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 308 : 38-41.

DURIF C., ELIE P., GOSSET C., TRAVADE F., RIVES J., GUIBERT A., 2001. Etude du comportement de l'anguille européenne par radio-pistage lors de sa migration d'avalaison sur le bassin versant de la Nive. *Journée anguilles du GRISAM, Tour du Valat*, p 27.

ELIE P., 1998. Vie d'anguille. *Eaux Libres*, 24 : 4-7.

ELIE P., LECOMTE-FINIGER R., CANTERELLE I., CHARLON N., 1982. Définition des limites des différents stades pigmentaires durant la phase civelle d'*Anguilla anguilla* L. (Poisson téléostéen anguilliforme). *Vie milieu*, 32 (3) : 149-157.

ELIE P., ROCHARD E., 1994. Migration des civelles d'anguille (*Anguilla anguilla* L.) dans les estuaires, modalités du phénomène et caractéristiques des individus. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 335 : 81-98.

FEUNTEUN E., 1998. La solution alevinage ? *Eaux Libres*, 24 : 36-37.

FEUNTEUN E., MARION L., 1994. Assessment of Grey heron predation on fish communities : the case of the largest European colony. *Hydrobiologia* 279/280 : 327-344. In CRIVELLI, 1998.

FEUNTEUN E., ACOU A., GUILLOUET J., LAFAILLE P., LEGAULT A., 1998. Spatial distribution of eel population (*Anguilla anguilla* L.) in a small coastal catchment of Northern Brittany (France). Consequences of hydraulic works. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 346 : 129-139.

FEUNTEUN E., RIGAUD C., ELIE P., LEFEUVRE J.C., 1999 Les peuplements piscicoles des marais littoraux endigués Atlantiques : un patrimoine à gérer ? Le cas du marais de Bourgneuf-Machecoul (Loire-Atlantique, France). *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 352 : 63-79.

FONTAINE M., 1976. Les mécanismes physiologiques des migrations des poissons. *Oceanis*, 2 (8), 343-363. In ELIE *et al*, 1994.

FONTAINE M., CALLAMAND O., 1941. Sur l'hydrotropisme des civelles. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*. 811 : 1-6. In ELIE *et al*, 1994.

GANGOLFI G., PESARO M., TONGIORGI P., 1984. Environmental factors affecting the ascent of elvers, *Anguilla anguilla* (L.) into the Arno river. *Oebalia*, Vol X, 17-35. In ELIE *et al*, 1994.

GIRARD P., 1998. Le poisson sentinelle des milieux aquatiques : pertinence et optimisation des indicateurs sanitaires. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 350-351 : 429-443.

GONY-LEMAIRE, 1990. Etude expérimentale de l'action du cadmium sur les juvéniles (civelles et anguillettes) de l'anguille européenne *Anguilla anguilla* : analyse structurale et fonctionnelle de certains organes-cibles. *These Univ. Paris 6*.

GRAUBY A., FOULQUIER D., DESCAMPS B., JAULENT Y., 1973. Résultats relatifs à la toxicité d'effluents industriels de la région de Fos et de l'étang de Berre sur les anguilles, les daphnies, les lousps et les muges. *CEA, Labo. Radio écologie continentales, contrat n° VEN-0368. Agence de Bassin Rhône Méditerranée-Corse*, 135 p. In BRUSLE, 1994.

GUERNALEC C., 1992. Les conséquences de la réforme du Comité Central des Pêches Maritimes (CCPM) sur les structures professionnelles : l'exemple du Comité Interprofessionnel des Poissons Migrateurs et des Estuaires (CIPE). *Les journées de la pêche professionnelle, Nantes du 3 au 5 novembre 1992*. 8 p.

GUERNALEC C., 1996. Les outils et les structures de gestion des hommes et de la ressource halieutique dans la zone maritime estuarienne. *Quatrièmes assises nationales de la pêche professionnelle continentale et estuarienne, Libourne, octobre 1996*. 58-64.

GUERNALEC C., 2001. Présentation de l'organisation de la pêche des poissons migrateurs et de la pêche dans les estuaires en France par les professionnels maritimes : le système des licences CIPE. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 357-360 : 469-479.

HADDERINGH R.H., 1982. Experimental reduction of fish impingement by artificial illumination at Bergum power station. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, 67 : 887-900. In BRUSLE 1994

HADDERINGH R.H., VAN DER STOEP J.W., HABRAKEN J.M.P.M., 1992. Deflecting eels from water inlets of power stations with light. *Irish. Fish. Invest.*, 36 : 78-86. In BRUSLE 1994

HAMILTON R.M., 1985. Discharges of pesticides to the rivers Mole and Taw, their accumulation in fish flesh and possible effects on fish stocks. *J. Fish. Biol.*, 27 : 139-149. In BRUSLE, 1994

JESSOP B.M. ; 1998. The management of, and fishery for, American eel elvers in the Maritime Provinces, Canada. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 349 : 103-116.

KOIE M., 1988. Parasites in European eel *Anguilla anguilla* (L.) from Danish freshwater, brackish and marine localities. *Ophelia*, 29 : 93-118. In BRUSLE, 1994.

LAMBERT P., FEUNTEUN E., RIGAUD C., 1994. Etude de l'anguille en marais d'eau douce. Première analyse des probabilités de capture observées lors des inventaires par pêches électriques. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 335 : 111-121.

LAMBERT P., FEUNTEUN E., 1998. Compte rendu des journées anguilles de Paimpont. *Rapport GRISAM*, 44 p.

LARINIER M., 1992a. Facteurs biologiques à prendre en compte dans la conception des ouvrages de franchissement, notion d'obstacles à la migration. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 326-327 : 20-29.

LARINIER M., 1992b. Le franchissement des buses, des seuils en enrochements et des ouvrages estuariens. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 326-327 : 111-124.

LARINIER M., 1998. Mortelles turbines. *Eaux Libres*, 24 : 46-47.

LECOMTE-FINIGER R., 1994. Contribution de l'otolithométrie à l'étude de la dynamique de la migration larvaire de l'anguille européenne *Anguilla anguilla*. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 335 : 17-31.

LECOMTE-FINIGER R., YAHYAOUÏ A., 1989. La microstructure de l'otolithe au service de la connaissance du développement larvaire de l'anguille européenne *Anguilla anguilla*. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 308 (Série III) : 1-17. In De CASAMAJOR, 1997.

LEGAULT A., 1992. Etude de quelques facteurs de sélectivité de passes à anguilles. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 325 : 83-91.

LEGAULT A., 1993. L'anguille : aménagement des obstacles à la migration. *Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural*.

LEGAULT A., ACOU A., GUILLOUET J., FEUNTEUN E., 2001. Suivi de la migration d'avalaison des anguilles par une conduite de débit réservé. *Journées anguilles du GRISAM, Tour du Valat*. 18-19.

LEKUONA J., CAMPOS F., 1997. Foraging ecology of cormorants (*Phalacrocorax carbo*) wintering in northern Spain. *Folia Zoologica*, 46 : 243-251. In CRIVELLI, 1998.

LONGHURST A., 1995. Seasonal cycles of pelagic production and consumption. *Progress in Oceanography*, 36 : 77-167. In DESAUNAY *et al*, 1997.

LOPEZ E., PEIGNOUX-DEVILLE J., LALLIER F., MARTELLY E., FONTAINE Y.A., 1981. Anguilles contaminées par les hydrocarbures après l'échouage de l'Amoco-Cadiz. Modification histopathologiques des ovaires, des branchies et de glandes endocrines. *CR Acad. Sci. Paris*, 292 : 407-411.

LUNEAU S., 1998a. Un marché asiatique juteux. *Eaux Libres*, 24 : 18-19.

LUNEAU S., 1998b. Consommation d'anguilles : gare au P.C.B. *Eaux libres*, 24 : p 14.

MAC M.J., SCHWARTZ T.R., EDSALL C.C., FRANK A.M., 1993. Polychlorinated biphenyls in Great Lakes Lake trout and their eggs : relations to survival and congener composition 1979-1988. *J Great Lakes Res.* 19 : 752-765. In COUILLARD *et al*, 1997.

MASSE J., RIGAUD C., CASTAING P., DUTARTRE A., MOREAU A., MARCHAIS J.F., BOURDAIS J.L., MERLE V., LE FLOCH S., NASR T., CHOSSAT J.C., LECHAPT G., MARTIN F., RACLOT D. Elaboration d'un système d'information à références spatiales pour l'aide à la gestion des zones humides littorales atlantiques. *Ingénierie*, N° spécial : 35-60.

MAYER M., 1992. L'état des recherches en matières de traitement des rejets des piscicultures dans les massifs landais. *DDAF 40*, 7 p.

MCKINNON L.J., GOOLEY G.J., 1998. Key environmental criteria associated with the invasion of *Anguilla Australis* glass eels into estuaries of South-eastern Australia. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 349 : 117-128.

MEUNIER F.J., DUFOUR S., ELIE P., VIDAL B., MARCHELIDON J., DURIF C., 2001. Suivi sur le long terme d'un alevinage massif de civelles d'anguilles européennes (*Anguilla anguilla*) réalisé sur un grand axe fluvial, le Rhin : croissance, sexe et prise d'argenture. *Journées anguilles du GRISAM, Tour du Valat*. p 19.

MORIARTY C., 1996. The European eel fishery in 1993 and 1994. *Fisheries bulletin N° 14*. 52 p.

MORIARTY C., DEKKER W., 1997. Management of European eel.

MOUNAIX B., FONTENELLE G., 1994. Anguilles estuariennes et fluviales : apports de l'otolithométrie. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 335 :67-80.

MOUNAIX B., BRIAND C., FATIN D., FEUNTEUN E., 2001. Croissance différentielle des anguilles, analyse comparée dans deux bassins versants bretons : la Vilaine et le Frémur. *Journées anguilles du GRISAM, Tour du Valat*. 39-40

NEUMANN W.,1985. Schwimmblasenparasit *Anguillicola* bei aalen, *Fischer und teuchwirt*, 322, 36 p. In BRUSLE, 1994.

NIELSEN T., 1998. Elevage en Chine : les revers du succès. *Eaux Libres*, 24 : 20-22.

PAGGI L., ORECCHIA P., MINERVINI R., MATTIUCCI S., 1982. Sulla comparsa di *Anguilla australiensis* Johnson E Mawson, 1940 (Dracunculoidea : Anguillicolidae) in *Anguilla anguilla* del lago di Bracciano. *Parassitologia*, 24 : 139-144. In BRUSLE, 1994.

PAGGI L., ORECCHIA P., CATALINI R., DI CAVE D., 1988. Indagine sulla parassitofauna delle specie ittiche eurialine di interesse commerciale : aspetti parasitologici. *Ministere delle marina mercantile, consiglio regionale delle ricerche*, 4 : 1927-1940. In BRUSLE, 1994.

- PALLY M., FOULQUIER L., 1976. An experimental study of the cadmium fixation in *Anguilla anguilla* L., *Rapp. CEA*, n° 1891, 125p. In BRUSLE, 1994.
- PERRAUDEAU Y., 2000. Les pêches maritimes estuariennes françaises en 1997 – 1998 (hors Méditerranée). *LEN-CORRAIL, Faculté des sciences économiques et de gestion, Université de Nantes*, 4 p.
- PORCHER J.P., 1992. Les passes à anguilles. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 326-327 : 134-142.
- PORCHER J.P., TRAVADE F., 1992. Les dispositifs de franchissement : bases biologiques, limites et rappels réglementaires. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 326-327 : 5-14
- PROUZET P., 1998. Adour : drossage ou pas ? *Eaux libres*, 24 : 55-57.
- RIGAUD C., 1996. Situation de l'anguille en France. *Quatrièmes assises nationales de la pêche professionnelle continentale et estuarienne, Libourne octobre 1996*. 39-47.
- RIGAUD C., 1998. Les scientifiques prônent le principe de précaution. *Eaux Libres*, 24 : 52-53.
- RIGAUD C., MASSE J., BAISEZ A., 2000. L'ichtyofaune et la diversité des milieux aquatiques en marais littoral géré en eau douce. *Rencontre ARAMIS, La Rochelle*. 13p.
- REGNACQ Ph., 2001. La conduite raisonnée de l'irrigation dans le bassin de l'Adour. *Aquadour*, 25 : 4 p.
- SCHACHTER D., MARILLEY M., KIENER A., 1969. Pollution de l'étang de l'Olivier par du lindane en septembre 1967. Mortalité de la faune. *Bull. Fr. Piscicult.*, 232 : 83-89. In BRUSLE, 1994.
- SCHMIDT J., 1922. Contributions to the life history of the eel (*Anguilla vulgaris*, Flem.) *Rapp. CIEM*, 5 : 137-274. In De CASAMAJOR, 1997.
- TENDRON G., 1998. Opter pour le bon sens. *Eaux Libres*, 24 : 71-73.
- TRAVADE F., LARINIER M., 1992. Ecluse et ascenseurs à poissons. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 326-327 : 95-110.
- TRAVADE F., GOSSET C., DURIF C., RIVES J., GARAICOECHEA C., ELIE P., 2001. Préviation des périodes de dévalaison de l'anguille argentée par suivi d'activité de sujets en stabulation. *Journées anguilles du GRISAM, Tour du Valat*. 16-17.
- TREMBLAY S., 1998. Québec : une pêche uniquement commerciale. *Eaux Libres*, 24 : 61-64.
- TSUKAMOTO K., NAKAIT I., TESCH W.V., 1998. Do all freshwater eels migrate ? *Nature*, 396 : p 635.
- UYSAL H., 1980. Levels of trace elements in some food chain organisms from the Egean coast. *VI^e journée Etud. Poll. Medit. , CIESM, Cagliari* : 503-512. In BRUSLE, 1990.
- VILAINE L., 1998. Gérer sérieusement la ressource. *Eaux libres*, 24 : 65-66.
- WESTERBERG H., 1998. Oceanographic aspects of the recruitment of eels to the Baltic sea. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 349 : 177-185.

Annexe 1 : Rôle de certains organismes cités dans le document

COMMISSION EUROPEENNE CONSULTATIVE POUR LES PECHEES DANS LES EAUX INTERIEURES (CECPI).

La Commission européenne consultative pour les pêches dans les eaux intérieures (EIFAC en anglais) de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) est, depuis 1957, la seule instance internationale de collaboration et d'échange d'information entre tous les pays européens qui donne des avis aux gouvernements membres sur la gestion des pêches continentales et l'aquaculture. Elle compte actuellement 34 membres et collabore régulièrement avec des scientifiques d'Amérique du Nord, de Russie, d'Ukraine et du Bélarus.

La Commission produit de nombreuses publications dans ses domaines de compétence, outre ses Rapports, ses Documents techniques et ses Publications occasionnelles.

CONSEIL INTERNATIONAL POUR L'EXPLORATION DE LA MER (CIEM)

Le Conseil International pour l'Exploration de la Mer (ICES en anglais) est une organisation intergouvernementale ayant pour objet les sciences marines et les sciences de la pêche, un forum scientifique pour les échanges d'informations et d'idées sur la mer et ses ressources vivantes, et sur la promotion et la collaboration de la recherche marine menée par les scientifiques au sein de ses pays membres (19 pays membres des deux côtés de l'Atlantique et comprenant tous les états côtiers en Europe sauf l'Italie et les autres pays méditerranéens à l'Est de ce pays). Chaque année, le CIEM collecte des informations sur l'état des stocks et rend un avis sur les niveaux de captures jugés souhaitables. A cette fin, il existe au sein du CIEM divers groupe de travaux spécialisés, chargés d'évaluer l'état et la tendance des principales espèces commerciales de l'Atlantique du Nord-Est, en particulier, l'Advisory Committee for Fisheries Management (ACFM) chargé de formuler des avis de gestion sur la base des conclusions rendues par les scientifiques des 19 pays membres du CIEM.

TABLE DES MATIERES

PREAMBULE

1. INTRODUCTION	3
2. CONNAISSANCE DE L'ANGUILLE (ANGUILLA ANGUILLA)	5
2.1. PREMIERE MIGRATION TRANSOCEANIQUE À L'ÉTAT DE LARVE	5
2.2. MÉTAMORPHOSES ET VIE CONTINENTALE	7
2.2.1. <i>Métamorphose leptocéphale - civelle</i>	7
2.2.2. <i>Métamorphose civelle-anguillette</i>	7
2.2.3. <i>Métamorphose anguillette-anguille jaune</i>	8
2.3. RETOUR EN MER ET REPRODUCTION	9
2.3.1. <i>Dernière métamorphose</i>	9
2.3.2. <i>Migration transocéanique vers le lieu de ponte présumé</i>	10
2.3.3. <i>Ponte</i>	10
3. ETAT ET CONNAISSANCE DU STOCK D'ANGUILLES	11
3.1. ETAT ACTUEL DES CONNAISSANCES	11
3.1.1. <i>Prise de conscience de la vulnérabilité de l'anguille par les instances Européennes et Françaises</i>	11
3.1.2. <i>Etat du stock</i>	12
3.2. CAS DE L'ANGUILLE AMÉRICAINE <i>ANGUILLA ROSTRATA</i>	12
3.3. MOYENS D'ESTIMATION DES STOCKS	13
3.3.1. <i>Production halieutique</i>	13
3.3.2. <i>Pêche électrique</i>	13
3.3.3. <i>Suivi au niveau de passes à anguilles</i>	14
3.3.4. <i>Conclusion</i>	14
4. FACTEURS NATURELS AGISSANT SUR LE FLUX ENTRANT DE CIVELLES ET SUR LA DÉVALAISON DES ANGUILLES ARGENTÉES	15
4.1. DÉBIT FLUVIAL	15
4.2. VENT	15
4.3. LUMINOSITÉ	16
4.4. TEMPÉRATURE DE L'EAU	16
4.5. CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES ET IMPACT SUR L'ANGUILLE SÉDENTAIRE ET L'ANGUILLE D'AVALAISON ...	17
5. ANALYSE DES FACTEURS ABIOTIQUES SUSCEPTIBLES D'EXPLIQUER L'ETAT DE LA RESSOURCE	19
5.1. FACTEURS NATURELS	19
5.1.1. <i>Courants océaniques</i>	19
5.1.2. <i>Production de phytoplancton</i>	19
5.2. OBSTACLES PHYSIQUES À LA MIGRATION AMONT DES CIVELLES	20
5.2.1. <i>Accessibilité des bassins versants en Europe</i>	20
5.2.2. <i>Franchissement des obstacles</i>	22
5.2.3. <i>Restauration du franchissement</i>	23
5.2.4. <i>Réglementation au niveau des barrages et autres obstacles à la migration</i>	25
5.3. QUALITÉ DES EAUX	26
5.3.1. <i>Enrichissement en nutriments</i>	26
5.3.2. <i>Blooms algaux</i>	27
5.3.3. <i>Bouchons vaseux</i>	27
5.3.4. <i>Pollutions industrielles et agricoles</i>	27
5.3.4.1. <i>Métaux lourds</i>	28
5.3.4.2. <i>Pesticides</i>	30
5.3.4.3. <i>Hydrocarbures</i>	31
5.3.4.4. <i>Produits chimiques</i>	31
5.3.4.5. <i>Détergents</i>	32
5.3.4.6. <i>Phénols</i>	32
5.3.4.7. <i>Synthèse</i>	32
5.3.5. <i>Réglementations et mesures de gestion</i>	33
5.3.5.1. <i>Réglementation des rejets urbains</i>	33
5.3.5.2. <i>Réglementation applicable aux installations industrielles</i>	34
5.3.5.3. <i>Réglementation applicable aux rejets de piscicultures</i>	34
5.3.5.4. <i>Réglementation applicable aux exploitations agricoles</i>	35
5.3.5.5. <i>Restauration de la qualité des eaux</i>	36
5.4. QUALITÉ DES MILIEUX	36

5.4.1.	<i>Dragages portuaires et extraction de granulats</i>	36
5.4.2.	<i>Entretien des marais / entretien des fossés (curage)</i>	37
5.4.3.	<i>Zones humides</i>	37
5.4.3.1.	Fonctions des zones humides.....	37
5.4.3.2.	Destruction des zones humides.....	38
5.4.3.3.	Mesures de gestion.....	38
5.4.4.	<i>Etiages</i>	39
5.4.4.1.	Origines et conséquences de ces étiages.....	39
5.4.4.2.	Mesure de gestion pour lutter contre les étiages sévères en périodes estivales.....	39
5.5.	CONCLUSION.....	41
6.	ANALYSE DES FACTEURS BIOTIQUES SUSCEPTIBLES D'EXPLIQUER L'ÉTAT DE LA RESSOURCE	43
6.1.	ASPECT SANITAIRE.....	43
6.2.	PRÉDATIONS.....	45
7.	PRÉLÈVEMENTS ANTHROPIQUES	47
7.1.	PÊCHES PROFESSIONNELLES.....	47
7.1.1.	<i>Exploitation de l'anguille par les différents pays européens</i>	47
7.1.1.1.	Activité de pêche.....	47
7.1.1.2.	Impact sur la population d'anguilles.....	48
7.1.2.	<i>Exploitation de l'anguille européenne en France</i>	49
7.1.2.1.	Pratique de la pêche par les pêcheurs professionnels.....	49
7.1.2.2.	Impact de la pêche professionnelle sur le stock.....	49
7.2.	RÉGLEMENTATION DE LA PÊCHE PROFESSIONNELLE.....	50
7.2.1.	<i>Réglementation en France</i>	50
7.2.1.1.	Estuaire : limites et réglementations.....	50
7.2.1.2.	Exploitants.....	51
7.2.1.3.	Droit d'accès à la pêche.....	51
7.2.1.4.	Déclarations statistiques permettant un suivi de la profession.....	53
7.2.1.5.	Zones et engins de pêche.....	54
7.2.1.6.	Conclusion.....	55
7.2.2.	<i>Réglementation en Europe</i>	56
7.3.	PÊCHE NON PROFESSIONNELLE.....	57
7.4.	AUTRES PRÉLÈVEMENTS.....	57
7.4.1.	<i>Braconnage</i>	57
7.4.1.1.	Prélèvements.....	57
7.4.1.2.	Réglementation.....	58
7.4.2.	<i>Turbines hydroélectriques</i>	58
7.4.2.1.	Conséquences du passage dans les turbines.....	58
7.4.2.2.	Procédure d'aide au passage des anguilles.....	59
7.5.	CONCLUSION.....	59
8.	IMPORTANCE SOCIO-ÉCONOMIQUE DE CETTE RESSOURCE : EXEMPLE DES MARINS PÊCHEURS ESTUARIENS	61
8.1.	UNE SPÉCIALITÉ DE LA FAÇADE AGLIA.....	61
8.2.	UNE GESTION DE L'EFFORT DE PÊCHE TRÈS ENCADRÉE.....	62
8.3.	UNE ACTIVITÉ QUI REPOSE SUR L'ANGUILLE AU STADE CIVELLE.....	63
8.4.	UN RÔLE MOTEUR ET STRUCTURANT DE LA VIE SOCIALE LOCALE.....	64
9.	PRINCIPES DE GESTION	67
9.1.	IMPORTANCE DES DIVERS CONTRAINTES POUR L'ANGUILLE EUROPÉENNE.....	67
9.2.	RESTAURATION DU STOCK D'ANGUILLES EUROPÉENNES.....	69
9.3.	ALEVINAGE ET TRANSFERT DE CIVELLES : UN MOYEN DE GESTION ?.....	70
9.3.1.	<i>Pourquoi l'alevinage ?</i>	70
9.3.2.	<i>Conséquences de l'alevinage à long terme</i>	70
10.	CONCLUSION – DISCUSSION	73

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXE 1

TABLE DES MATIERES

SIGLES ET ABBREVIATIONS

GLOSSAIRE

SIGLES ET ABBREVIATIONS

AAD(I)PPED :	Association Agréée Départementale (Interdépartementale) des Pêcheurs Professionnels en Eau Douce
AAPPMA :	Association Agréée de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique
ADPAEF :	Association Départementale de Pêche Amateur aux Engins et aux Filets
AGLIA :	Association du Grand Littoral Atlantique
ANDA :	Association Nationale pour le Développement Agricole
BCS :	Bureau Central des Statistiques des pêches
CAAM :	Centre Administratif des Affaires Maritimes
CECPI :	Commission Européenne Consultative pour les Pêches dans les Eaux Intérieure (EIFAC en anglais)
Cemagref :	Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement.
CIEM :	Conseil International pour l'Exploration de la Mer
CIPE :	Commission des poissons migrateurs et des estuaires du Comité national des pêches maritimes et des élevages marins.
CLPMEM :	Comité Local des Pêches Maritimes et des Elevages Marins
CNAPPED :	Coordination Nationale de la Pêche Professionnelle en Eau Douce
CNPMEM :	Comité National des Pêches Maritimes et des Elevages Marins
CRPMEM :	Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins
COGEPOMI :	Comité de gestion des poissons migrateurs
CPUE :	Captures par Unité d'Effort
CRTS :	Centre Régional de Traitement des Statistiques de pêche
CSP :	Conseil Supérieur de la Pêche
DDAF :	Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt
DOE	Débit d'Objectif d'Etiage
DPF	Domaine Public Fluvial
DPM :	Domaine Public Maritime
DPMA :	Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture
EIFAC :	European Inland Fisheries Advisory Commission

FAO :	Food and Agriculture Organisation of the United Nations (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture)
GNA :	Groupe National Anguille
GRISAM :	Groupe d'intérêt scientifique sur les poissons amphihalins
HAP :	Composés formés par la combustion incomplète de matières organiques
HCH	Hexachlorocyclohexane : composés chlorés de synthèse utilisés dans la fabrication d'herbicides, d'insecticides, <i>etc.</i>
HgCL ₂	Chlorure de mercure
Ifremer :	Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer
IMA :	Institut des Milieux Aquatiques
Len-Corrail :	Laboratoire d'Economie et de Gestion de Nantes – Atlantique. Centre d'Observation et de Recherche sur la Ressource aquatique et les industries du littoral.
MES :	Matières en suspension
PCB	Micro-polluants organiques qui n'existent pas naturellement
PGE	Plan de Gestion d'Etiage
PME :	Permis de Mise en Exploitation
POP :	Plan d'Orientation Pluriannuel
RHP :	Réseau Hydrologique et Piscicole
SDAGE :	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SNPE :	Suivi National de Pêche aux Engins
TAC :	Total Admissible de Captures

GLOSSAIRE

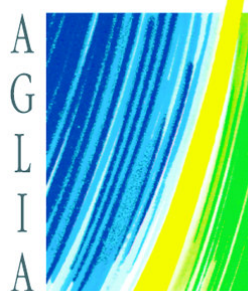
Adsorbé :	Fixé superficiellement au sédiment (cas des produits toxiques)
Amphihalin :	Caractère d'un organisme qui vit alternativement en eau douce et eau de mer.
Anadrome :	Espèce amphihaline se reproduisant en eau douce (synonyme de potamotoque) Se dit de la migration vers l'amont.
Anoxie :	Diminution du taux d'oxygène.
Biomagnification :	Augmentation de la concentration de polluants dans les prédateurs par rapport à leurs proies.
Catadrome :	Espèce amphihaline se reproduisant en mer (synonyme de thalassotoque).
Eutrophication :	Enrichissement <u>artificiel</u> d'une eau en matières nutritives qui perturbe l'équilibre biologique des eaux (phénomène anthropique).
Eutrophisation :	Enrichissement <u>naturel</u> d'une eau en matières nutritives. Le terme eutrophisation est souvent employé dans le cas d'un enrichissement anthropique.
Géosmine :	Composé d'origine naturelle produit par les algues.
Halophobie :	Phénomène de répulsion pour les eaux salées.
Hyperplasie :	Développement excessif d'un tissu par multiplication de ses cellules.
Hypertrophie :	Augmentation du volume d'un tissu due à un développement excessif de la taille de ces constituants.
Lipophiles :	Molécule qui possède une affinité pour des molécules lipidiques.
Mue imaginale :	Dernière mue de l'individu qui arrive à son complet développement et devient apte à se reproduire.
Nycthémeral	Rythmé par l'alternance jour – nuit.
Osmorégulation :	Phénomène de diffusion spontanée d'un composé chimique (souvent de l'eau) à travers une membrane semi-perméable lorsque le composé se trouve présent à des concentrations différentes d'un côté et de l'autre de la membrane.
Otolithes :	Pièces calcifiées localisées dans l'oreille interne de certains poissons et qui se développent simultanément à la croissance ce qui permet d'évaluer l'âge d'un individu à partir des stries d'accroissement journalières.
Parasites allochtones :	Parasites qui ne sont pas originaires de la région où ils vivent (souvent introduits par l'homme).
Polder :	Terre gagnée sur la mer, endiguée, drainée et mise en valeur.
Rhéotropisme :	Recherche des courants.



Les partenaires de l'Observatoire

La DPMA et les Affaires Maritimes, le CAAM, les CRTS de La Rochelle et de Lorient, les Conseils Régionaux d'Aquitaine, de Poitou-Charentes et des Pays de la Loire, la Communauté Européenne (DG XIV), l'OFIMER, le CNPMM et les Comités Régionaux et Locaux des Pêches Maritimes et des Elevages Marins, le CNC, le SMIDAP, le CREEA, les Sections Régionales Conchylicoles Arcachon-Aquitaine, Marennes-Oléron, Ré-Centre-Ouest et Bretagne Sud, le SFAM et l'Ifremer.

Le Crédit Maritime, le CGPA (Paris), le CGO de Marennes, le CAGENO de Noirmoutier, la Fiducial Expertise de l'Aiguillon sur Mer, le GGA de Bouin, les groupements de gestion rattachés au CGPA (ACAV, ACAVIE, ACOPAN, Coopératives Maritimes d'Arcachon, de Pornic, et de Saint-Nazaire, COGESCU de La Rochelle, COGESCO, GPAC, GPAT et Loire-Pêche) et Gure Lana, les OP adhérentes à l'ANOP et la FEDOPA.



Siège
AGLIA
CENTRE INTERNATIONAL DE LA MER
La Corderie Royale
B.P. 108
17303 ROCHEFORT

Tél. 05 46 82 60 60
Fax 05 46 88 45 78
E-mail : aglia@wanadoo.fr

Site Internet de l'Observatoire : www.aglia.asso.fr



Siège
LEN CORRAIL
Faculté des Sciences Economiques
et de Gestion
Chemin de la Censive du Tertre
B.P. 52231
44322 NANTES cedex 3

Tél. 02 40 14 17 37
Fax 02 40 14 17 40
E-mail : volet-socio-eco.corrail@sc-eco.univ-nantes.fr
www.sc-eco.univ-nantes.fr/corrail.html

Siège
IMA
Plateau de la petite Atalaye
64200 BIARRITZ

Tél. 05 59 22 19 00
Fax 05 59 24 19 61
E-mail : ima.biarritz@wanadoo.fr

