

Poissons, habitats, & ressources halieutiques : Cas de l'estuaire de la Seine

Coordinateur
Jocelyne Morin





Poissons, habitats, & ressources halieutiques : Cas de l'estuaire de la Seine

Coordinatrice: J. Morin

Auteurs : J. Morin (1)
S. Duhamel (2)
G. De Roton (2)

Contributions : C. Minier (3)
N. Bacq (4)
C. Dégremont (4)

- (1) Ifremer
- (2) Cellule de Suivi du Littoral Normand
- (3) Université du Havre, LEMA
- (4) GIP Seine-Aval

Préambule

Les résultats présentés dans ce fascicule sont en grande partie issus des campagnes d'échantillonnage réalisées par Ifremer et par la CSLN, entre 1995 et 2005, ainsi que des études liées à ces campagnes.

L'état des lieux de la pêche professionnelle en estuaire de Seine est basé sur les résultats des enquêtes effectuées auprès des pêcheurs professionnels, dans le cadre du dispositif d'alerte Port 2000¹.

Les différentes études, sur lesquelles nous nous sommes appuyées, ont été menées dans le cadre de contrats financés par la Préfecture de Région de Haute-Normandie, le Grand Port Maritime du Havre, la DREAL de Haute Normandie, l'Ifop, ainsi que dans le cadre du Programme Seine-Aval.

Ce fascicule, en préparation depuis plusieurs années, n'a pu être finalisé aussi rapidement que souhaité et il n'était cependant pas envisageable de réactualiser les résultats avec les données postérieures à 2005. Par contre, pour ce qui concerne les règlements et mesures de gestion, nous avons choisi de présenter les décisions les plus récentes qui sont actuellement appliquées ou en voie d'application.

¹ Parmi les mesures environnementales du Projet Port 2000, le « dispositif d'alerte Port 2000 » a pour objectif de détecter une éventuelle diminution des apports de pêche.

Sommaire

PRÉAMBULE	2	L'estuaire, un secteur de nourricerie pour les juvéniles	33
INTRODUCTION	4		
QUAND LE FLEUVE RENCONTRE LA MER : LES FORCES EN PRÉSENCE	5	Pourquoi les juvéniles de poissons séjournent dans l'estuaire de la Seine ?	33
Caractéristiques générales	5	<i>Encart Les filandres intertidales</i>	34
L'hydrosystème « Seine-Aval » : un cas d'école	6	<i>Encart le bar commun – Dicentrarchus labrax (Linné, 1758)</i>	35
Flux longitudinaux	6	<i>Encart La plie commune – Pleuronectes platessa (Linné, 1758)</i>	36
Flux transversaux	6	<i>Encart La sole commune – Solea solea (Linné, 1758)</i>	37
Interférences entre les événements naturels et les activités humaines	6		
<i>Encart Les limites administratives</i>	7		
LES HABITATS	8	LES HABITATS DE L'ESTUAIRE DE SEINE SONT-ILS DE BONNE QUALITÉ POUR LES POISSONS ?	43
L'estuaire amont	8	Qualité des habitats de nourriceries de sole	43
L'estuaire aval : un verrou pour la navigation	10	Indicateurs de condition, de croissance et de survie des juvéniles de sole	43
Un milieu évolutif sous l'effet de multiples facteurs	12	Quel avenir pour les habitats de nourriceries ?	46
Energies, gradients naturels et forçage anthropique	12	Contamination des poissons par les xéno-oestrogènes	47
Evénements cycliques et dynamiques à long terme	13	LA PÊCHE PROFESSIONNELLE	50
Vers une gestion des habitats estuariens ?	13	Situation générale en estuaire de Seine et en Baie de Seine orientale	50
<i>Encart Méthodes d'échantillonnage</i>	15	<i>Encart Observatoire de la Pêche – PORT 2000 51</i>	
LES PEUPELEMENTS DE POISSONS	18	Pêcherie, flottilles et métiers de pêche : une organisation structurée	52
Dans l'estuaire amont	18	Les chalutiers dragueurs	53
Inventaire et occurrence des espèces	18	Les chalutiers	54
Organisation spatiale des peuplements	20	Les crevettiers	55
Stades auxquels les espèces sont présentes	22	<i>Encart La crevette grise – Crangon crangon (L., 1758) : une espèce sous haute surveillance</i>	56
Etat actuel du peuplement	23	Les pêcheurs d'estuaire	58
L'estuaire : un lieu de passage obligatoire pour les espèces qui vivent alternativement en mer et en eau douce	24	<i>Encart Le bouquetin Palaemon longirostris, (Milne Edwards, 1837)</i>	59
<i>Encart Les plans de gestion des poissons migrateurs</i>	30	Les caseyeurs	60
Peuplements de poissons de l'estuaire aval	31	Les fileyeurs	60
Organisation spatiale	31	Mesures de préservation des ressources exploitées	61
Organisation temporelle	31	CONCLUSION ET PERSPECTIVES	64
L'estuaire, un lieu de passage	32	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	68
		GLOSSAIRE	72

Introduction

Les écosystèmes estuariens sont des systèmes dynamiques et complexes du point de vue environnemental. En constante évolution, liée aux dépôts sédimentaires d'origine fluviale et marine, ils présentent un gradient de caractéristiques physico-chimiques auquel les espèces doivent s'adapter. Ces systèmes estuariens, zones de transition entre eau douce et eau salée, sont colonisés par des espèces de poissons qui peuvent être marines, résidentes estuariennes, migratrices ou dulçaquicoles. Zones de croissance pour les juvéniles de poissons, les estuaires participent au renouvellement des stocks de poissons marins, tandis que les espèces qualifiées de « résidentes » y effectuent l'ensemble de leur cycle biologique. Les estuaires sont aussi des lieux de passage obligé pour les poissons migrateurs qui fréquentent alternativement les eaux douces et les eaux salées au cours de leur cycle de vie. Dans leur partie plus amont, les estuaires sont aussi des lieux de croissance et de reproduction pour un certain nombre d'espèces d'eau douce.

A cette complexité physique et biologique s'ajoute, en estuaire de Seine, une forte pression anthropique*. La population humaine est importante et les industries s'y sont fortement développées, s'appuyant sur un aménagement des voies navigables et sur l'extension des capacités portuaires. La construction de digues le long de la Seine et dans les zones portuaires, ainsi que les rejets de substances chimiques dans le fleuve, ont engendré des perturbations importantes de l'écosystème estuarien de la Seine. Ce constat a conduit à la mise en place, en 1995, du programme pluridisciplinaire Seine-Aval, avec le « double objectif de fournir les connaissances nécessaires à la compréhension du fonctionnement de cet écosystème et de développer des outils nécessaires aux prises de décision des acteurs locaux dans l'optique d'une restauration des eaux de la Seine et d'une préservation des milieux naturels » (Fascicule Seine-Aval 1.7).

« Le milieu vivant est un bon témoin de l'état d'un milieu, en tant qu'intégrateur de l'ensemble des conditions abiotiques* (physiques et chimiques) et biotiques* (interactions entre les différentes espèces) » (fascicule Seine-Aval 1.7). Cela est tout particulièrement le cas pour les poissons qui se trouvent aux niveaux supérieurs de la chaîne alimentaire. Depuis les travaux effectués dans la partie aval de l'estuaire dans le cadre du SAUM (Schéma d'Aptitude et d'Utilisation de la Mer) au début des années 1980, très peu d'études ont été menées sur les poissons de l'estuaire de la Seine. Le manque de connaissances était particulièrement important dans les zones intertidales et les zones connexes appelées filandres ainsi que dans l'estuaire fluvial. Pour les rivières des milieux continentaux ainsi que pour les milieux marins, des protocoles de suivi standardisés des poissons existent et sont utilisés depuis de nombreuses années. Il n'en est pas de même pour le milieu estuarien fluvial soumis à de fortes contraintes physiques résultant de la forte variation de facteurs tels que la marée, les courants, la profondeur, la nature des fonds. Le besoin d'une approche qui intègre aussi bien les eaux profondes du chenal de la Seine que les petits fonds présents latéralement (berges, bras morts,

filandres...) a conduit à mettre au point des méthodes d'échantillonnage adaptées aux caractéristiques physiques et hydrologiques des différents habitats. Le déficit important de connaissances en matière de peuplements de l'estuaire fluvial a été en partie comblé, ce qui permet de disposer actuellement d'un état des lieux des peuplements de poissons sur l'ensemble de l'estuaire de la Seine.

Dans le bassin de la Seine, l'histoire de l'homme est liée à celle du poisson, l'homme étant le dernier maillon de la chaîne alimentaire en tant qu'exploitant des ressources en poissons de l'estuaire marin et de l'estuaire fluvial. Au cours de l'histoire, la Seine a été très productive du point de vue piscicole. Elle n'a pas toujours eu cette image négative de milieu défiguré par les aménagements industriels et portuaires et d'eau « morte » en raison des multiples rejets effectués dans le fleuve. Qu'en est-il actuellement ? Si la pêche professionnelle a pratiquement disparu dans les eaux douces de l'estuaire (du Pont de Tancarville à Poses), il existe toujours dans l'estuaire aval une exploitation des ressources marines et estuariennes. Cette exploitation s'effectue généralement dans un cadre réglementaire, avec pour objectif de maintenir les stocks de poissons dans un état permettant de garantir une exploitation durable.

Ce fascicule intitulé « Poissons, habitats et ressources halieutiques*. Cas de l'estuaire de la Seine », fait le point sur les connaissances acquises dans ce domaine. Une description du milieu physique offrant aux poissons les habitats nécessaires au déroulement de leur cycle biologique, précède une analyse des peuplements, en domaine maritime et fluvial. L'évolution de ces milieux ainsi que leur qualité en tant qu'habitats pour les poissons, est également abordée. Les ressources en poissons sont exploitées par des flottilles de bateaux basées dans les ports estuariens ou voisins de l'estuaire. Celles-ci, caractérisées par leur polyvalence, tirent leur revenu de la pêche d'espèces estuariennes mais aussi et surtout, d'espèces marines séjournant dans l'estuaire pendant leur phase juvénile. Une description en est faite en dernière partie de ce fascicule.

Chapitre 1. Quand le fleuve rencontre la mer : les forces en présence

1.1. Caractéristiques générales

L'estuaire de la Seine s'étend sur 160 km en descendant le fleuve depuis le 1^{er} barrage en amont situé à Poses, qui constitue la limite forcée de l'influence de la marée. Il s'étend vers la mer jusqu'à sa limite avec la Baie de Seine correspondant au méridien joignant Trouville-sur-Mer au Cap de la Hève (Figure 1).

Avec une largeur entre berges comprise entre 100 et 200 m en amont de Rouen, la Seine évolue peu sur ce plan (300 m) en aval du port fluvial. Il faut atteindre le domaine saumâtre pour constater un élargissement progressif, avec plus de 1000 m au niveau du Pont de Normandie. En revanche, la profondeur ne suit pas la même évolution. Lors des pleines mers de vive eau, la colonne d'eau est proche de 6 m dans la zone de navigation fluviale et ce, jusqu'au barrage de Poses. Elle est comprise entre 12 et 14 m à partir de Rouen jusqu'à la mer, pouvant atteindre 18 m dans certains secteurs. Le tirant d'eau assuré en permanence pour la navigation maritime² est de 10,30 m.

2 Dans la pratique, les navires utilisent la marée de façon précise dans l'estuaire. Le trafic maritime est ajusté sur l'ensemble du parcours, de façon à faire correspondre au mieux la cinétique tidale et la colonne d'eau disponible, tout en minimisant le temps de transit dans la Seine. La « remontée » vers Rouen se déroule de façon à être « portés par le courant de flot

Dans cette partie terminale du bassin versant de la Seine, la pente est remarquablement faible, évaluée à 0,07 % entre Rouen et la mer. Comparativement à d'autres grands estuaires (Loire, Gironde) le débit moyen du fleuve se situe lui aussi à un niveau relativement bas, la moyenne annuelle entre 1941 et 1990 étant de 410 m³.s⁻¹ (Guézennec, 1999). Les crues automnales et hivernales peuvent dépasser 2200 m³.s⁻¹ et les débits d'étiage être inférieurs à 100 m³.s⁻¹. Dans sa partie maritime, la Seine reçoit les eaux d'un bassin couvrant 15 % du territoire

le plus longtemps possible, avec un franchissement de l'engainement* peu de temps après la basse mer. A la « descente », les navires partent de Rouen à pleine mer et « dévalent » la Seine portés avec le courant de jusant. Ils parviennent dans l'estuaire aval (environs de Vieux-Port) à basse mer et c'est à cet endroit que les fonds doivent être suffisants, tant que le navire n'a pas rencontré l'onde du flot suivant. Pour les navires de fort tonnage partant de Rouen, le franchissement de l'embouchure se fait donc toujours à contre courant. déroule de façon à être « portés par le courant de flot le plus longtemps possible, avec un franchissement de l'engainement* peu de temps après la basse mer. A la « descente », les navires partent de Rouen à pleine mer et « dévalent » la Seine portés avec le courant de jusant. Ils parviennent dans l'estuaire aval (environs de Vieux-Port) à basse mer et c'est à cet endroit que les fonds doivent être suffisants, tant que le navire n'a pas rencontré l'onde du flot suivant. Pour les navires de fort tonnage partant de Rouen, le franchissement de l'embouchure se fait donc toujours à contre courant.

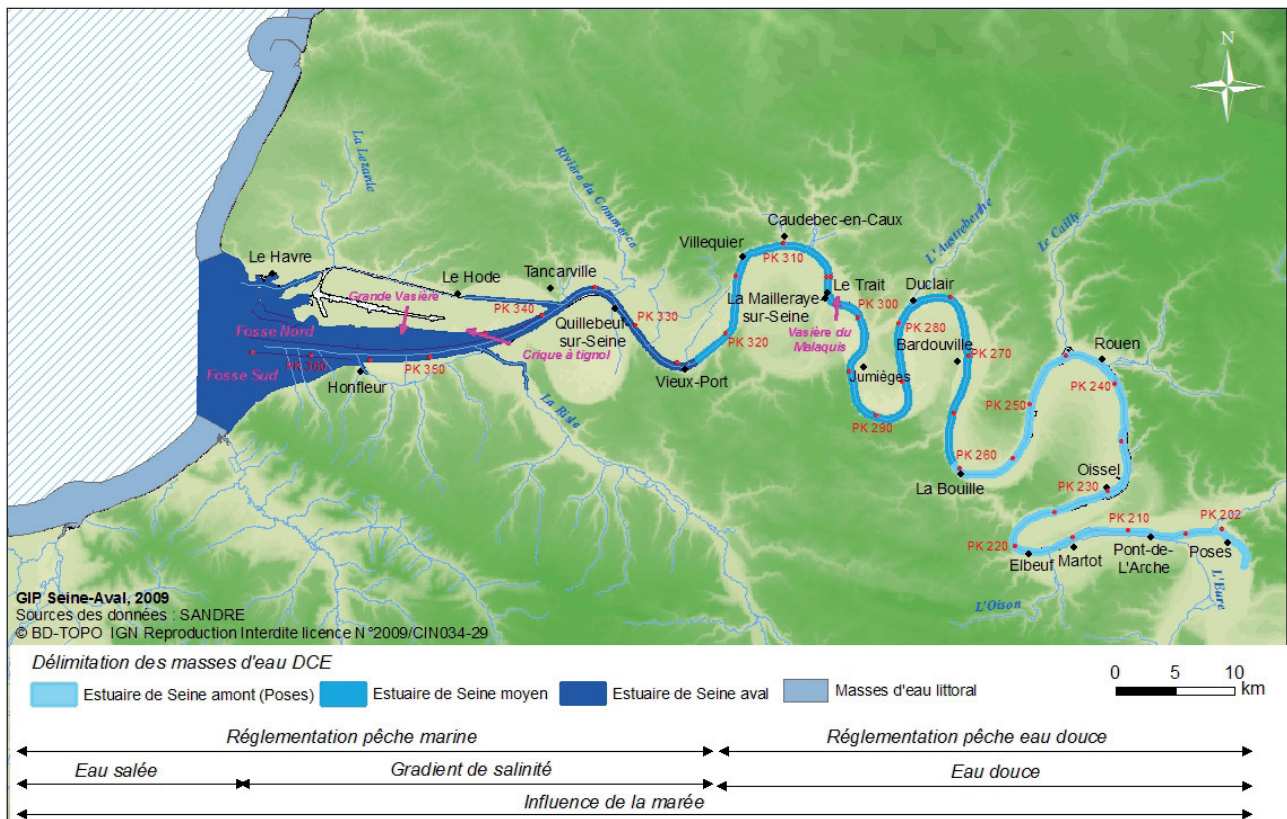


Figure 1 : Bassin de la Seine et estuaire : caractéristiques générales, repères toponymiques et délimitation réglementaire des masses d'eau pour la gestion des usages.

français. Au niveau de Rouen, elle a déjà reçu la plupart de ses grands affluents (Yonne, Loing, Essonne, Marne, Oise, Epte). En aval de Poses, neuf affluents se déversent dans le fleuve, avec des apports en eau qui contribuent entre 9 et 17 % de ce qui est mesuré à Poses.

A l'échelon national, le bassin versant de la Seine concentre 50 % du trafic fluvial français, 26 % de la population, 40 % de l'activité économique et 30 % de l'activité agricole. La pression anthropique est importante, avec la présence de deux grandes agglomérations urbaines et ports maritimes que sont Rouen et Le Havre. Le fleuve apporte ici des masses d'eau dont la qualité physico-chimique se trouve en partie dégradée par les apports issus de l'agglomération Parisienne.

1.2. L'hydrosystème «Seine-aval» : un cas d'école

L'hydrologie et l'hydraulique représentent les facteurs clés dans l'écologie des grands cours d'eau (Statzner *et al.*, 1988) et les phases cycliques de crue et d'étiage conditionnent la vie dans le fleuve et dans sa plaine alluviale. Le concept d'hydrosystème intègre donc deux dimensions spatiales déterminantes. La dimension longitudinale se réfère à tous les phénomènes qui résultent des flux unidirectionnels le long du gradient amont-aval. La dimension transversale considère tous les éléments disposés à la surface de la plaine alluviale ainsi que leurs interactions, depuis les eaux courantes du cours principal jusqu'aux forêts alluviales les plus éloignées. La dimension temporelle, troisième composante, apparaît particulièrement importante et doit être appréhendée selon différentes échelles. Il s'agit en effet de prendre en considération les événements brefs et aléatoires tels que les crues et leurs effets, ainsi que les évolutions et changements à l'échelle de plusieurs décennies, voire du siècle, qu'ils soient d'origine naturelle ou anthropique.

1.2.1. Flux longitudinaux

En longeant la Seine, on garde généralement une impression de fleuve paisible, avec ces cargos qui, malgré leur taille parfois impressionnante, semblent se déplacer facilement vers leur prochaine destination... Qu'en est-il si l'on tente de se glisser dans la peau d'un poisson ?

En aval de Rouen, la mer transmet à la Seine tous ses mouvements, inversant ainsi le courant deux fois par jour. La rencontre de l'onde de marée et des eaux du fleuve a des effets complexes, dont le plus spectaculaire a longtemps été le mascaret*. Lorsque le flot* pénètre dans l'estuaire en vive eau (coefficient 114), le courant peut atteindre jusqu'à 2,5 m.s⁻¹ (5 nœuds) à Quillebeuf-sur-Seine. Il décroît ensuite peu à peu vers l'amont pour atteindre 1m.s⁻¹ à Rouen, où la marée «arrive» 6 h après la basse mer au Havre. Plus en amont jusqu'au barrage de Poses, le flot peut se faire sentir uniquement par la montée du niveau d'eau sans qu'il y ait inversion du courant³. La courbe de marée se déforme en fait à l'intérieur de l'estuaire, de telle façon que plus on se dirige vers l'amont et plus la durée du flot* diminue au profit de

celle du jusant*, qui dure environ 8 h à Rouen.

A ce rythme tidal* s'ajoute celui du fleuve dont les débits s'organisent en deux saisons hydrologiques. La crue est l'augmentation plus ou moins brutale du débit suite à de fortes précipitations en automne-hiver. L'étiage correspond au niveau annuel le plus bas, au printemps et en été pour la Seine. Aux années «sèches», marquées par des très faibles débits d'étiage, succèdent des années «humides» correspondant aux crues importantes dont le cycle d'apparition est évalué à une dizaine d'années (débit de pointe > 1500 m³.s⁻¹). A l'échelle du siècle, les périodes sèches alternent avec les périodes humides selon une durée moyenne estimée à 25-30 ans (Delsinne, 2005).

Les masses d'eau sont donc très dynamiques, en perpétuel déplacement vers l'amont ou vers l'aval, avec des courants qui varient selon des échelles temporelles multiples (semi-diurne à pluri-annuelle). Ces flux longitudinaux influent sur le déplacement des poissons d'un point à un autre de l'estuaire. A titre d'exemple, une larve de poisson émise dans la région de Poses, assimilée à une particule inerte, ne mettrait qu'environ 6 jours pour atteindre Honfleur en condition de débit moyen (Gouneau, 2006).

1.2.2. Flux transversaux

Dans l'estuaire de la Seine, il n'existe pas encore d'étude de l'hydrosystème qui englobe véritablement l'ensemble de la plaine alluviale. Les travaux récents menés dans le cadre du programme Seine-Aval (voir fascicule Seine-Aval n°1.15) montrent que les zones humides (espaces de transition entre milieux aquatiques et terrestres) sont encore présentes bien qu'elles aient été déconnectées du fleuve de façon drastique lors des travaux d'endiguements. Dans la plupart des cas, les marais ont en outre fait l'objet de drainage, comme en témoignent les nombreux fossés qui débouchent en Seine au niveau des digues, par des buses munies de clapet anti-retour. Malgré un marnage* maximum (coefficient 115) compris entre 2 m et 7,5 m de l'amont vers l'aval, les zones inondables sont aujourd'hui très restreintes en amont du débouché de la Risle. La tendance actuelle est donc à un assèchement progressif des marais et, désormais, les perturbations auxquelles les espèces aquatiques doivent s'adapter ne sont plus seulement celles du fleuve, mais aussi celles apportées par l'agriculture.

C'est à l'embouchure du fleuve que les aménagements humains ont le plus considérablement accéléré l'évolution naturelle de l'estuaire. En un siècle, des milliers d'hectares y ont été conquis sur la mer, faisant ainsi disparaître la majeure partie des habitats intertidaux* en contact avec les eaux de l'estuaire. Bien que l'on assiste, depuis quelques années, à une certaine stabilisation de la perte quantitative d'habitats aquatiques, les faits récents, tels que le renforcement des digues en aval de Tancaville, tendent inéluctablement à renforcer le cloisonnement des différents milieux de l'estuaire sur le plan transversal.

³ La limite du courant de flot se situe entre Oissel (pk 230) et Elbeuf (pk 220) en condition de crue. Cette limite avoisine le barrage de Poses en condition d'étiage prononcé.

1.2.3. Interférences entre les événements naturels et les activités humaines

Sur le bassin de la Seine, suite notamment à la crue de 1910 et à ses effets désastreux sur l'agglomération parisienne, la composante « anthropique* » est venue modifier les cycles naturels de débits du fleuve qui sont aujourd'hui écrêtés en période de crue et soutenus en période d'étiage, grâce à plusieurs réservoirs situés dans les haut-bassins de la Seine. Au cours de la seconde moitié du XIX^{ème} siècle, 11 barrages ont été érigés sur la Basse-Seine⁴, (dont celui de Poses), qui constituent autant d'obstacles à la circulation des poissons.

L'estuaire ne fonctionne donc plus vraiment de façon naturelle sur le plan hydrologique et l'amplitude des pulsations annuelles de débit tend à diminuer. A cela s'ajoute une disparition quasi-totale des zones latérales inondables lors des crues ainsi que la rareté des annexes hydrauliques (bras morts et bras secondaires). Outre la régulation des débits, le calibrage du fleuve entre les digues a modifié la circulation des masses d'eau en renforçant les flux longitudinaux au détriment des flux transversaux.

4 La Basse-Seine est la portion de fleuve qui s'étend entre Paris et la mer, par opposition au reste du bassin versant situé en amont de Paris.

Les limites administratives

Les usages multiples qui se sont développés sur le fleuve ont conduit à la mise en place de réglementations d'accès et d'usage. Les juridictions marines et fluviales s'appuient sur une zonation administrative établie par décret et basée, en partie, sur les limites physiques du fleuve.

Dans l'estuaire de la Seine, les découpages réglementaires entre les domaines fluvial et maritime se sont surajoutés au fil des siècles et des décennies (Lecoquierre, 1998), pour aboutir à une situation complexe. « L'administration française ne connaît pas la notion d'estuaire : elle ne connaît que la mer et le fleuve. Le terme « estuaire » apparaît dans les textes juridiques mais c'est à chaque fois pour essayer de le classer dans un domaine ou dans un autre ». Les estuaires se prêtent donc à toutes sortes de découpages administratifs parfois contradictoires entre eux (Lecoquierre, 1998).

- Limite transversale de la mer (LTM)

La limite transversale de la mer (LTM), définie par décret, est délimitée par une ligne reliant le Cap du Hode au nord et le clocher de l'abbaye de Grestain à Fatouville au sud (Lecoquierre, 1998).

La LTM constitue la limite entre le domaine public maritime (DPM), à l'aval, et le domaine public fluvial (DPF), à l'amont (Figure 1). Ces deux domaines appartiennent à l'Etat et sont sous l'autorité du Préfet pour tout ce qui

La situation du système peut être aujourd'hui identifiée, comme celle de nombreux estuaires, à un état d'équilibre dynamique, c'est-à-dire que la morphologie de l'embouchure est vouée à évoluer vers un autre état à long terme. La particularité de l'estuaire de la Seine, est sans doute de subir dans sa partie aval une pression anthropique plus ou moins continue, source supplémentaire de complexité d'analyse des phénomènes. Il en résulte qu'il devient parfois très difficile, voire impossible :

- de discerner, parmi les facteurs responsables de son évolution, ceux qui se rapportent aux événements naturels et ceux à relier aux effets des activités humaines ;
- de prévoir avec certitude les évolutions spatiales à une échéance donnée.

concerne l'utilisation et l'aménagement du milieu. Sur le DPM, les Préfets Maritimes coordonnent l'action de l'état, et ont en charge de faire respecter la réglementation maritime, tandis que la gestion des voies navigables du DPF relève de la compétence des régions depuis la loi de décentralisation du 7/1/1983.

- Limite de salure des eaux (LSE)

La remontée du courant de marée dans les estuaires se traduit par l'apport d'eau de mer dans le cours inférieur du fleuve : c'est la marée de salinité. Le gradient de 0,5 g. l⁻¹ est retenu comme limite de l'intrusion saline. Ce front de salinité se déplace constamment en fonction du débit du fleuve et du cycle des marées. Bien que la limite naturelle de l'intrusion saline soit fluctuante dans l'estuaire de Seine, une limite juridique officielle de salure des eaux (LSE) a été définie par décret (4 juillet 1853). Celle-ci est fixée au droit de la cale d'Aizier, en amont de la LTM (Figure 1). Elle détermine la frontière entre le champ d'application de la réglementation de la « pêche maritime » à l'aval, et celui de la « pêche fluviale » à l'amont. Entre la LSE et la LTM, au sein du secteur sous réglementation « pêche maritime », est identifié un « domaine estuarien » dans lequel la pratique de la pêche des espèces amphihalines* est soumise à une réglementation spécifique.

Chapitre 2. Les habitats

Le mot « habitat » désigne l'ensemble des conditions environnementales (biotiques et abiotiques) dans lequel un organisme, une population* ou une communauté* peuvent survivre et se développer.

2.1. L'estuaire amont

L'activité commerciale sur la Basse-Seine existe, semble-t-il depuis près de 2000 ans. Elle s'est véritablement intensifiée et diversifiée au moyen âge, les principaux ports étant alors Rouen, Lillebonne, Vieux-Port ou encore Harfleur (Joubert *et al.*, 1994). Jusqu'au milieu du XIX^{ème} siècle, l'homme s'est donc accommodé des caprices d'un fleuve sauvage pour transporter toutes sortes de marchandises. A partir de cette époque, l'industrialisation naissante de la France impose une véritable révolution dans les transports (développement du chemin de fer) tandis que le trafic du Grand Port Maritime de Rouen diminue en raison des difficultés d'accès pour la navigation marchande, en pleine évolution elle aussi. Ce contexte conduit à envisager d'importants travaux dans le fleuve, destinés à améliorer les accès au Grand Port Maritime de Rouen, qui prennent effet au travers d'une loi en 1846 (Joubert *et al.*, 1994 ; Patey, 2004).

Bien que les informations antérieures aux aménagements soient peu abondantes, on note une empreinte paysagère du fleuve et de l'estuaire qui est sans commune mesure avec ce que l'on en connaît actuellement (Figure 2). Les anciennes cartes montrent un fleuve divagant sur un espace d'une dizaine de kilomètres de large au droit d'Honfleur, certaines gravures représentant même assez précisément cette notion d'espace qui se prolongeait vers l'amont jusqu'à Caudebec en Caux, la Seine mesurant encore 1 km de large au niveau de La Mailleraye... Les hauts fonds (seuils) alternaient avec des zones profondes (fosses) jusqu'à Rouen, rendant la navigation périlleuse. La Seine « maritime », alors semblable à la Loire, constituait une sorte de longue rade intérieure où les bateaux devaient régulièrement faire halte en attendant les conditions favorables pour la montée vers Rouen (parfois jusqu'à 3 semaines à Quillebeuf-sur-Seine.). Les cartes anciennes mentionnent également la présence d'îles en aval du grand port fluvial, au nombre de 18 en 1716, certaines d'entre elles disparaissant et se reformant au gré de la vie du fleuve (Joubert *et al.*, 1994).

La première phase des travaux d'endiguements concerne l'estuaire amont. Elle se déroule jusqu'en 1867, période durant laquelle on rectifie le cours de la Seine sur les deux rives depuis Rouen jusqu'à l'estuaire de la Risle.



Figure 2 : Carte de l'estuaire de la Seine en 1750 (a), détail de la région Rouennaise (b) et des îles de la région de Pont de l'Arche (c).

Les derniers tronçons de digues dites «à talus» sont édifiés dans ce secteur au milieu des années 1950 entre Caudebec et Villequier. Parallèlement, des opérations de dragages sont effectuées dès 1852 ainsi que l'arasement des îles qui «encombrent le lit du fleuve». Dès le début du XX^{ème} siècle, une fois l'embouchure franchie, l'accès au Grand Port Maritime de Rouen n'est quasiment plus conditionné par les problèmes de seuil et de divagation du chenal. En amont de Rouen, le fleuve subit à cette même époque une série d'aménagements. Au barrage de Martot, édifié en 1860 (puis supprimé en 1943), s'ajoute celui de Poses en 1885, auxquels succèdent d'importantes opérations de dragages, arasement d'îles, comblements de bras secondaires et édification de digues (Guézennec, 1999).

Aujourd'hui, l'estuaire amont est défini par la portion du fleuve soumise à la marée mais qui ne subit pas l'influence de la salinité. Cet ensemble s'étire sur 120 km en aval du barrage de Poses, limite de marée dynamique jusqu'à Vieux Port. La configuration actuelle des berges fait apparaître quatre grands types en fonction de leur origine, mais aussi de leur morphologie générale : les digues à talus, les quais, les enrochements et les berges non aménagées (Figure 3). La longueur totale des rives peut être rapportée à la longueur linéaire du cours d'eau, aboutissant à un indice simple, ou «coefficient de rives», qui permet d'apprécier d'une certaine façon le degré de diversification des habitats (Roux & Copp, 1993). Ce rapport est très proche de 1 dans la partie maritime du fleuve jusqu'à Rouen, c'est-à-dire réduit à sa plus simple expression. Il atteint 1,6 entre Rouen et Poses, domaine fluvial qui se trouve encore partiellement tressé de bras secondaires et de quelques bras morts de petite taille. L'environnement rivulaire* conserve ici un certain caractère sauvage avec notamment la présence d'une ripisylve*, mais aussi quelques rares zones de roselières.

D'un point de vue sédimentaire, les fonds sont constitués de cailloutis sur une quinzaine de kilomètres en aval du barrage de Poses, auxquels succède jusqu'à Rouen une couverture sédimentaire sablo-graveleuse, puis à nouveau graveleuse jusqu'à Grand Couronne. Le Grand

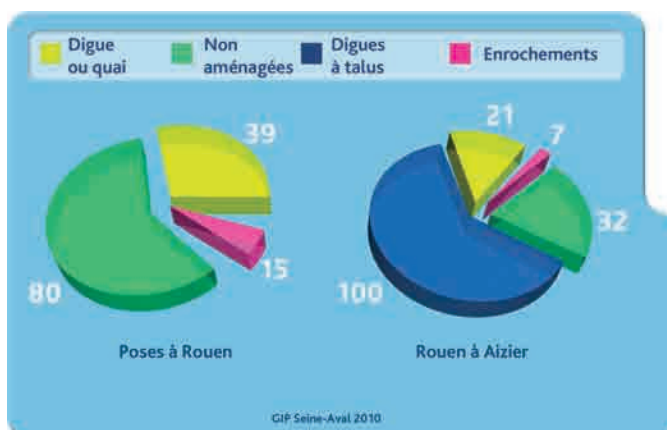


Figure 3 : Répartition des longueurs totales de berges (km) pour les principaux types présents dans les eaux douces soumises à la marée entre Rouen et le barrage de Poses à l'amont (A) et à l'aval de Rouen jusqu'à Aizier (B).

Port Maritime de Rouen comporte plusieurs bassins qui peuvent être considérés comme des annexes hydrauliques, zones marnantes calmes à fonds envasés.

De Rouen jusqu'à la mer, la Seine est un chenal unique et profond. Les berges sont presque toutes endiguées et s'appuient sur un talus généralement de faible largeur. Il subsiste toutefois quelques zones non aménagées, en cours d'érosion et souvent situées à l'extérieur des méandres. Les fonds se composent d'une couverture sableuse remarquablement fine, qui disparaît parfois totalement en mettant à nu l'affleurement fréquent du substrat holocène : galets et graviers, craie, tufs calcaires, argiles compactes, mais aussi tourbes (Lesourd, 2000). Cette mise à nu sur des surfaces importantes se rapporte 1) à la faiblesse des apports sableux, 2) aux vitesses de courants élevées, 3) aux dragages, 4) ainsi qu'à la navigation, responsable d'un important brassage des eaux au voisinage du fond, mais aussi sur les berges. Les dépôts vaseux sont très localisés, dans les rares zones de calme hydrodynamique comme au Trait (vasière du Malaquis, pk 302) et en rive concave sur la boucle de Vieux Port (pk 322,5 à 326).

2.2. L'estuaire aval : un verrou pour la navigation

L'aménagement de cette partie de l'estuaire est mieux connu et richement documenté (Fascicule Seine-Aval n°1.3), probablement parce que c'est ici que les aménagements ont été les plus spectaculaires au cours du XX^{ème} siècle. Une mise en perspective de l'ensemble de ce que l'on a appelé les «travaux de l'estuaire» permet d'appréhender dans quelle mesure les aménagements à l'amont ont fait naître, d'une certaine façon, les grands travaux en aval de Tancarville, conduisant ainsi véritablement à la disparition de l'estuaire sauvage.

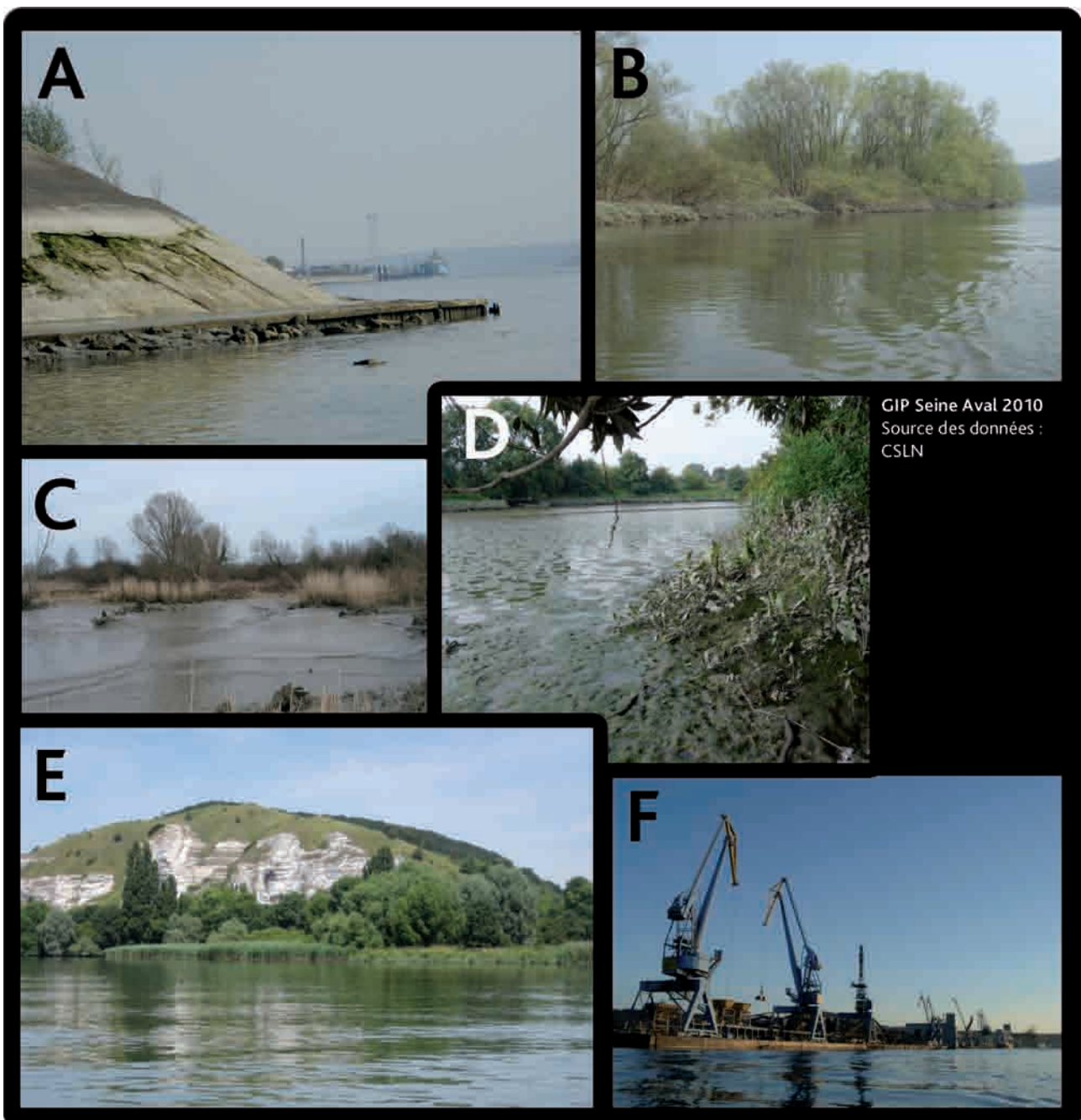
À la fin du XIX^{ème} siècle, les endiguements prennent fin au débouché de la Risle alors qu'en aval, le chenal continue à divaguer entre les bancs de sables. La hauteur d'eau disponible à l'embouchure limite toujours la taille des navires qui peuvent remonter jusqu'à Rouen et la navigation reste très dangereuse, notamment par temps de brume. Bien que le mascaret* ait disparu pendant quelques années à la suite de l'édification des digues en aval de Tancarville, on note sa réapparition en 1858 mais avec une puissance moindre (Lavoine, 1885).

La période, entre 1866 et 1895, constitue une phase transitoire à l'origine de conflits d'intérêts entre les ports du Havre et de Rouen - le premier craignant un ensablement dommageable pour son activité (Figure 5). Malgré l'existence de quelques faits notoires tels que le dragage du seuil de Bardouville, la fermeture des trous de Grand Couronne, de Moulineaux et du Malaquis au Trait ; c'est à cette époque que le Grand Port Maritime du Havre fait stopper les aménagements et que démarre une réflexion sur la conduite à adopter pour la nouvelle phase de travaux. Le Grand Port Maritime de Rouen voit à nouveau son trafic baisser à cause des problèmes de franchissement de l'estuaire aval.

À partir de 1895, un projet conciliant les points de vue des deux ports permet de reprendre les travaux, le Grand Port Maritime du Havre ayant pour sa part déjà achevé le creusement du canal de Tancarville, ouvrant ainsi une liaison directe avec la Seine en évitant les difficultés

de l'embouchure du fleuve. Cette troisième phase voit l'édification de la digue insubmersible nord démarrer (à l'endroit de l'actuelle route de l'estuaire), avec l'occupation progressive de milliers d'hectares conquis sur l'eau au sud du canal de Tancarville. Elle est interrompue par la guerre et ce n'est qu'à la suite de cette dernière que les progrès techniques et notamment la modélisation, font naître la configuration actuelle du chenal et sa position au sud de l'estuaire. Les digues sont alors conçues pour minimiser les dragages d'entretien et l'ouverture du nouveau chenal, mis en service en 1961 (Figure 6) marque l'achèvement de la quatrième phase d'aménagement : le dernier verrou pour la desserte du Grand Port Maritime de Rouen venait enfin de «sauter»...

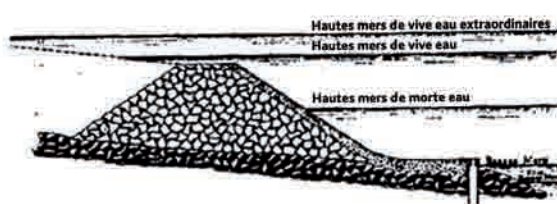
Alors qu'un équilibre a existé jusqu'en 1875 entre les répartitions des surfaces inter et subtidales celui-ci se trouve rompu avec les aménagements et s'enclenche un processus de diminution des zones intertidales qui, bien que ralenti, tend à se poursuivre actuellement (Figure 7). En à peine plus de 100 ans, les habitats aquatiques de l'embouchure ont perdu près de la moitié de leur superficie et plus de 80 km² ont été conquis sur la mer (Delsinne, 2005)



GIP Seine Aval 2010
Source des données :
CSLN

Figure 4 : A = digue à talus, B= berge naturelle, C = vasière du Malaquis, D = Bras mort, E = Roselière, F = Bassin portuaire.

Réfections. — Le profil ci-dessous a été adopté pour les réfections :



Le revêtement en béton du talus extérieur et de la risberme a pour but d'offrir au choc du mascaret une résistance suffisante. Le pied de la risberme est lui-même défendu, soit par une ligne de pieux et palplanches, soit, comme l'indique la figure, par une ligne de pieux moisés à la tête, avec bordages verticaux à l'intérieur. Ce dernier système est appliqué aux points où les affouillements ne sont pas autant à redouter qu'ailleurs.

SUR L'INFLUENCE DES TRAVAUX D'ENDIGUEMENT
DE LA BASSE SEINE
SUR LES ABORDS DU HAVRE (1863) (*Extrait*).

On lit à la fin de ce rapport, page 10 :

« Dans la configuration générale de la baie de Seine, l'entrée du Havre forme aujourd'hui une pointe balayée par la mer et de grands courants. Si les travaux d'endiguement de la Seine devaient être continués en aval, toute la partie en dehors des digues s'attériorait, comme cela s'est déjà produit; la baie actuelle de Seine se comblerait, et le fleuve réduit à un canal viendrait déboucher dans un coin d'une vaste baie ouverte dont l'entrée du Havre serait un point intérieur; les grands courants transversaux de l'entrée du port n'existeraient plus; la petite rade et l'entrée du Havre s'attérioraient promptement.

« Il est donc de la plus grande importance, dans l'intérêt du port du Havre, d'arrêter les travaux d'endiguement de la Seine au point où ils sont parvenus. D'ailleurs ces travaux, qui ont si bien réussi à l'intérieur, sont toujours impuissants devant les obstacles de toutes sortes que l'on rencontre à l'embouchure des canaux et des rivières, obstacles qui ne peuvent qu'augmenter si on les reporte plus au large dans une mer plus agitée. »

GIP Seine-Aval 2010 - Source des données : Encyclopédie des travaux publics, E. Lavoine, (1885)

Figure 5 : Extraits de l'Encyclopédie des travaux publics de 1885 intitulée : «La Seine Maritime et son estuaire».

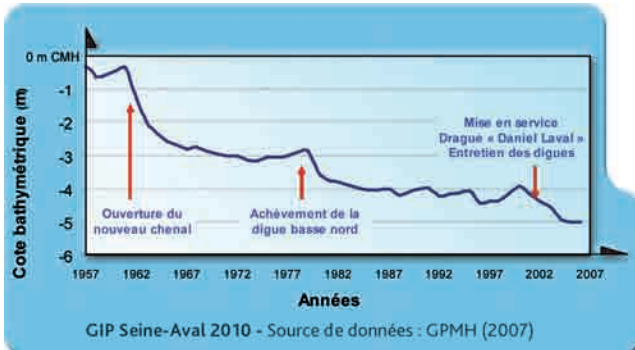


Figure 6: Évolution de la cote bathymétrique à l'entrée du chenal (nommée aussi «engainement») de la Seine depuis 1957. Ce seuil à l'aval de l'estuaire détermine généralement le tirant d'eau des navires qui remontent jusqu'à Rouen en utilisant le courant de flot ; c'est pourquoi le débouché du chenal vers la mer fait l'objet d'un suivi bathymétrique rigoureux.

2.3. Un milieu évolutif sous l'effet de multiples facteurs

2.3.1. Energies, gradients naturels et forçage anthropique

L'estuaire qualifié de « aval » correspond au débouché du fleuve dans la mer. Appelé aussi prisme d'embouchure, c'est ici que se mélangent les eaux douces et marines sous l'effet de leurs énergies respectives, et que s'accumulent les sédiments charriés par les courants. Ce fonctionnement propre à la plupart des estuaires tidaux se traduit par une grande complexité des phénomènes physiques chimiques, et biologiques. La variabilité

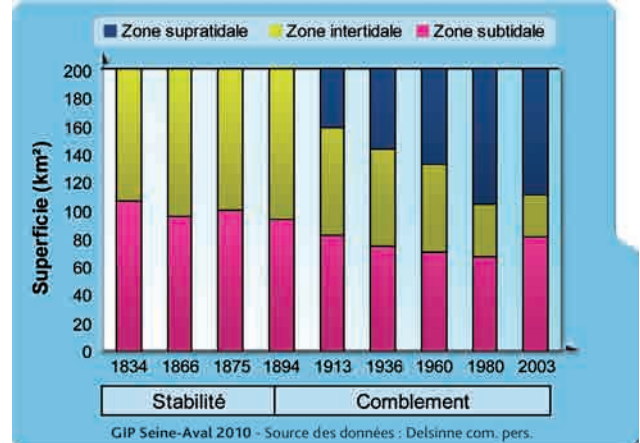


Figure 7: Évolution des surfaces sub-, inter- et supratidales* depuis 1834 dans l'estuaire aval entre le méridien de Trouville et le débouché de la Risle. La superficie initiale est arbitrairement fixée à 200 km². Le pas de temps entre 1834 et 2003 est en moyenne de 20 ans.

des processus associés aux masses d'eau est une caractéristique de ces écosystèmes, qui conditionne la présence ainsi que la dynamique spatio-temporelle des organismes vivants, ceci en fonction de leurs exigences environnementales.

L'interaction entre le volume oscillant de marée, la configuration géomorphologique de l'estuaire et les apports d'eau douce fluviale gouvernent la circulation estuarienne et les zones où se déposent les sédiments. Dans l'estuaire amont, les milieux subtidales peu profonds et les estrans* sont devenus marginaux en

terme de surface suite au calibrage du fleuve à l'intérieur des digues. Cette situation contraste avec ce que l'on observe dans l'estuaire aval soumis à un fort marnage (8 mètres par coefficient de marée >100), constitué à la fois de secteurs subtidaux* qui ne découvrent jamais (bathymétries négatives) et de secteurs intertidaux* qui découvrent aux basses mers (bathymétries positives). (Figure 8).

Avant de se déposer sur le fond, les sédiments fins sont transportés par les masses d'eau. Les vases d'origine fluviale donnent lieu au développement de ce que l'on appelle un bouchon vaseux*, zone où les eaux de l'estuaire sont le plus chargées en matières en suspension⁵ (MES). Suivant la phase du cycle hydrologique, cette zone de turbidité maximale se déplace longitudinalement entre Caudebec-en-Caux (fort étiage) et l'extrémité aval de l'estuaire (forte crue).

Les sables d'origine marine font également l'objet d'apports par les courants de marée et de houle. Ils se matérialisent à l'entrée de l'estuaire par d'importants bancs de sable (banc d'Amfard, banc des Ratelets). Cette tendance est exacerbée sur la rive nord par le dépôt de dragages d'entretien du chenal d'accès à Rouen (dépôts essentiellement sableux sur le site du Kannik) sur lequel sont déposés en moyenne 3,5 Mm³.an⁻¹ (SOGREAH & in Vivo, 2003).

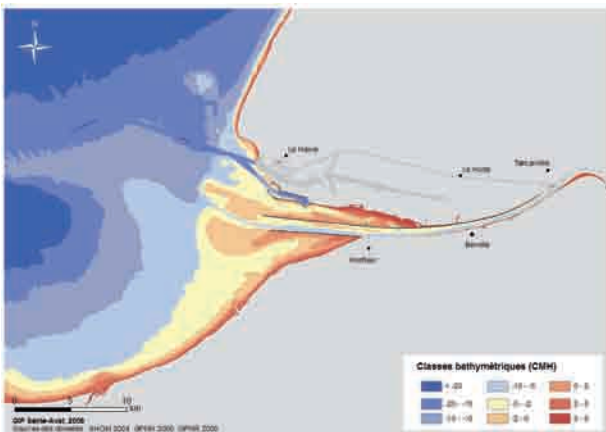


Figure 8 : Bathymétrie de l'estuaire aval.

Un gradient granulométrique décroissant est généralement observé de l'embouchure vers les secteurs plus abrités du fond de l'estuaire de la Seine (Figure 9). Le secteur situé à l'intérieur de la sonde des 10 m correspond en grande partie à une zone de sédiments fins de nature sablo-vaseuse, propice à l'installation d'invertébrés benthiques, source de nourriture pour les poissons. Les eaux douces qui arrivent de l'amont chargées de nutriments contribuent à la forte productivité biologique des estuaires, dix fois supérieure à celle des milieux océaniques.

L'analyse de la nature et de l'organisation des faciès sédimentaires de l'estuaire de la Seine montre que celui-ci se classe parmi la catégorie des estuaires dominés par la marée, ceci en ne tenant compte que des processus liés à la houle et à la marée. Les aménagements qui se sont succédés au cours de l'histoire ont en fait largement affecté les processus naturels en modifiant la répartition spatiale et temporelle de l'énergie des masses d'eau (Delsinne,

⁵ Dans le bouchon vaseux, la concentration en MES est 100 à 500 fois plus importante que celle que l'on peut rencontrer en mer ou dans le fleuve (Romaña, 1994)

2005), induisant la formation de compartiments, que l'on peut identifier au nombre de trois au sein de l'estuaire aval « construit » :

- le nouveau chenal, stabilisé entre les digues submersibles nord et sud, point de départ de la compartimentation des masses d'eau par une ségrégation des courants, surtout lors du jusant. Ce procédé permet de renforcer «l'effet de chasse» des sédiments dans le couloir de navigation à marée descendante et de limiter d'autant le volume des dragages d'entretien.
- la fosse sud qui a connu un comblement notable suite à l'achèvement de la digue submersible du Ratier en 1959.
- la fosse nord, dont la configuration actuelle résulte d'une dynamique de conquête d'espaces sur la mer. La circulation longitudinale a été freinée par d'autres aménagements tels que l'épi du Hode (1974) et le remblai du Pont de Normandie (1988).

Les communications entre le fleuve et les annexes hydrauliques de la rive nord sont désormais matérialisées par des brèches dans la digue submersible, ayant une origine et des caractéristiques variables (largeur, niveau topographique du seuil). Certaines de ces ouvertures se sont créées accidentellement suite à une érosion de la digue (crique à Tignol), et ont donné lieu à l'apparition progressive d'un ensemble de chenaux de marée dénommés «filandres» qui pénètrent plus ou moins profondément dans le schorre et le marais. La première brèche volontairement aménagée en rive nord est celle située en amont de la fosse de flot (1979), premier pas vers une prise de conscience du rôle écologique de l'estuaire vis-à-vis de la ressource halieutique.

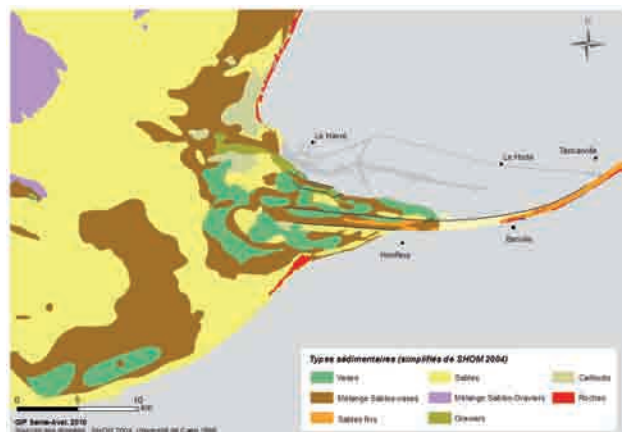


Figure 9 : Faciès sédimentaires de l'estuaire de Seine aval.

2.3.2. Événements cycliques et dynamique à long terme

Dans l'estuaire aval, le gradient de salinité évolue sans cesse, sous l'effet de la marée et de la météorologie qui régit la houle et le débit fluvial. Ce dernier varie de façon saisonnière (alternances crues/étiages) et aussi de façon interannuelle (alternances années sèches/années humides). Les dépôts superficiels de vase, qui caractérisent l'intérieur de l'estuaire, dépendent en grande partie de la dynamique du bouchon vaseux liée au débit du fleuve. Dans ce secteur, on assiste alternativement à

des dépôts et remises en suspension de vase fine. Il a été récemment mis en évidence que les crues n'ont pas le même effet sur la dynamique des vasières suivant que celles-ci se situent à l'amont ou à l'aval de l'estuaire. Les vasières amont sont des zones de stockage temporaire qui font l'objet d'une sédimentation en période de crue, mais s'érodent après cet événement. A l'inverse, les vasières de la rive nord de l'estuaire aval font l'objet d'un comblement en période d'étiage, mais des événements climatiques tels que les fortes tempêtes ou les crues engendrent des érosions qui peuvent avoir lieu sur des échelles de temps très courtes (2 jours). Ces événements ont des conséquences sur les édifices biologiques, encore mal connues en milieu estuarien en raison de séries temporelles de données trop courtes, voire absentes.

Parallèlement à ces évolutions cycliques, la tendance actuelle dans la zone la plus externe de l'estuaire, en contact avec la baie de Seine, est à l'augmentation des dépôts vaseux, partiellement liés au déplacement vers l'aval du bouchon vaseux suite aux endiguements. Le comblement de l'estuaire est un processus continu à l'échelle de temps géologique. Suite à une phase de comblement rapide consécutive aux grands travaux, ce processus est en cours de ralentissement depuis 1980. Il s'opère désormais surtout par la progradation vers la Baie de Seine de deux barres sableuses longitudinales qui se développent dans le prolongement des digues. L'influence des cycles climatiques sur le développement de ces bancs a pu être montrée, en liaison avec des épisodes de fortes crues et des tempêtes répétées d'ouest à sud-ouest (Delsinne, 2005).

2.3.3. Vers une gestion des habitats estuariens ?

L'estuaire de la Seine peut être considéré comme un anthroposystème dans le sens où les habitats disponibles pour la faune et la flore sont désormais totalement empreints de la marque des activités humaines (pollution de l'eau, modification hydromorphologique ou suppression d'habitats). Cependant, l'un des constats des biologistes au cours des précédents travaux du programme Seine-Aval est la surprenante abondance et biomasse des premiers maillons de la chaîne trophique (Fascicule Seine-Aval n°1.7).

Six secteurs peuvent être identifiés dans l'estuaire aval au regard de leurs particularités biologiques :

- le fleuve endigué entre Tancarville et l'extrémité des digues basses vers l'ouest. Ce secteur correspond à la position moyenne du bouchon vaseux avec un pélagos (plancton et suprabenthos) très riche par rapport aux autres estuaires européens.
- les zones humides de part et d'autre du fleuve, désormais reconnues pour leur biodiversité. Elles sont représentées principalement par les marais Vernier, du Hode et de la demi-lune, auxquelles s'ajoutent les ceintures végétalisées du schorre à partir de la cote 7,50 m, ainsi qu'une partie de la basse vallée de la Risle. Leur continuité spatiale et leur connexion avec le fleuve leur confèrent un rôle essentiel pour la circulation des espèces, y compris celles qui sont inféodées aux milieux aquatiques.

- la fosse sud, soumise aux houles du large accueille dans sa zone intertidale des peuplements de bivalves (moules, coques) et présente un intérêt biologique certain pour les juvéniles de poissons. Son importance au sein du fonctionnement global de l'estuaire est encore mal évaluée.

- la fosse nord, seul secteur où l'on observe de grandes surfaces intertidales* riches en vases, en connexion directe avec le schorre* et les roselières. Les estrans* envasés de la zone polyhaline sont l'objet d'une forte productivité benthique. Ils sont identifiés en tant que nurserie active pour certaines espèces de poissons et aire d'alimentation ou de repos pour des oiseaux protégés à l'échelon international.

- l'embouchure de l'estuaire, sous la forme d'un demi-cercle vers le large, entre le Cap de la Hève au nord et Trouville-sur-Mer au sud. Ce secteur subtidal* prend naissance à l'aval des fosses et comporte des habitats essentiels pour la croissance des juvéniles de poissons plats dont la sole (*Solea solea*), avec des fonds plus ou moins envasés très riches en benthos.

- la zone industrielle et portuaire du Havre, qui comporte de vastes espaces en friche et dont la gestion doit prendre en compte la conservation du patrimoine naturel de l'estuaire.

Aujourd'hui, la possibilité de gérer les espaces estuariens repose en partie sur une meilleure connaissance des habitats aquatiques, des processus qui régissent leur évolution et de leur fonctionnalité vis-à-vis des organismes vivants. Un habitat peut être défini comme « l'ensemble des conditions environnementales (biotiques et abiotiques) dans lequel un organisme, une population ou une communauté peut survivre et se maintenir à l'état spontané ». Appliqué à l'ichtyofaune, ce concept peut être utilisé de façon plus fonctionnelle, en se focalisant sur l'utilisation d'un type d'habitat pour une phase donnée du cycle de vie d'une espèce donnée : habitat de reproduction, habitat de croissance ou de nurserie, d'abri ou d'alimentation. Cependant, certains habitats peuvent avoir différentes fonctions au cours du cycle de vie d'une espèce, à l'exemple des rives et des annexes hydrauliques qui peuvent être à la fois favorables à la reproduction et à la croissance, mais peuvent aussi assurer une fonction de refuge en cas de crue. Dans un estuaire, zone de transit et d'échanges, les poissons ne sont pas tous sédentaires et certains n'y sont présents que pendant des courtes périodes de leur développement.

L'élaboration de la directive Européenne sur les habitats et les espèces de 1992 (CEE/92/43), apporte une définition de ce qu'est un estuaire. En se basant entre autre sur cette définition, Elliott et Hemingway (2002) proposent une liste de neuf habitats majeurs, qui englobent tous les environnements identifiés au sein des estuaires Européens et dans lesquels les poissons sont présents :

- eaux douces soumises à la marée,
- roselières,
- marais / schorre (intertidal végétalisé),
- substrats meubles intertidaux,
- substrats rocheux intertidaux,
- substrats meubles subtidiaux,

- substrats rocheux subtidaux,
- herbiers subtidaux,
- récifs biogéniques.

Parmi cet ensemble, sept habitats sont identifiés dans l'estuaire de la Seine. Les substrats rocheux subtidaux, présents essentiellement au niveau des digues ont une surface difficilement quantifiable. Les six autres habitats (Figure 10) représentent une surface totale de 161 km² en 2004, au sein desquels les trois principaux sont les habitats subtidaux meubles (47 %), les eaux douces soumises à la marée (23 %) et les milieux intertidaux meubles (19 %). La partie pélagique de la colonne d'eau pourrait constituer un habitat complémentaire à cette liste ; il est en fait inclus dans chacun des neuf habitats identifiés ci-dessus.

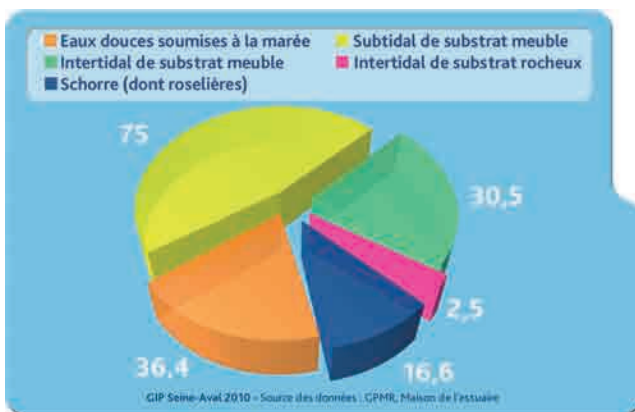


Figure 10: Surfaces en km² des principaux habitats présents en 2004 dans l'estuaire de la Seine. Les limites vers l'aval correspondent à la ligne joignant le Cap de la Hève à Trouville-sur-Mer. Dans le fleuve, elles sont données par les digues et les berges, en ôtant la surface des îles. Dans l'estuaire aval, la limite du schorre sur la rive nord correspond à la route de l'estuaire.

Méthodes d'échantillonnage

Plusieurs techniques de pêche ont été mises en œuvre dans le cadre du programme Seine-Aval. Le choix de chaque engin de pêche résulte à la fois des objectifs des travaux à mener et des caractéristiques des habitats à échantillonner. Les campagnes d'échantillonnage sont effectuées en collaboration avec des pêcheurs professionnels habitués à la manœuvre d'engins de pêche dans des conditions particulières de l'estuaire. Dans l'estuaire aval, il s'agit de chalutiers pratiquant la pêche à la crevette et celle des poissons. Dans l'estuaire amont, c'est un des rares pêcheurs de fleuve encore présent dans la région des Andelys : Monsieur R. Hoydrie, qui a participé à la réflexion sur les choix méthodologiques et a accepté de partager son savoir-faire sur la mise en œuvre des techniques de pêche dans la Seine.

I. Dans les eaux douces de l'estuaire amont

Comparativement à l'estuaire aval, qui a fait l'objet de travaux sur la ressource halieutique dès la fin des années 1970 (SAUM*), les peuplements ichtyologiques des milieux limniques* de l'estuaire étaient jusqu'à présent peu connus. En réponse aux objectifs du programme Seine-Aval sur cet aspect, la méthodologie d'échantillonnage appliquée entre 2002 et 2005 se base sur la mise en œuvre de différentes techniques de pêche adaptées aux contraintes et caractéristiques des habitats (Figure A).

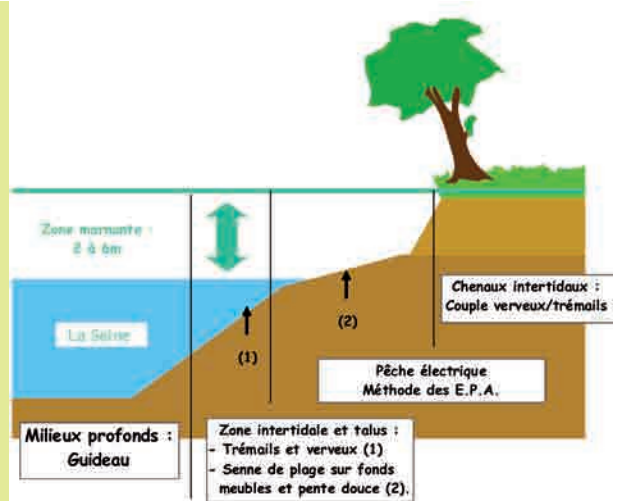
I.1. Sur les berges

Les berges ont été prospectées selon deux types de techniques complémentaires : la pêche électrique d'une part et des engins fixes sous forme de pièges ou filets tendus sur le fond d'autre part (trémails).

En France, la pêche électrique est la technique employée en routine par l'ONEMA* (ex CSP) pour assurer le suivi des peuplements de poissons en rivière. Cette technique repose sur le principe qu'un poisson réagit au courant émis dans l'eau par un générateur (courant continu, 450V / 10 ampères), en migrant vers le pôle positif (anode). Dans un rayon de 2 m environ autour de l'anode, les poissons sont attirés vers cette dernière et s'immobilisent. Il est alors facile de les capturer avec une épuisette.

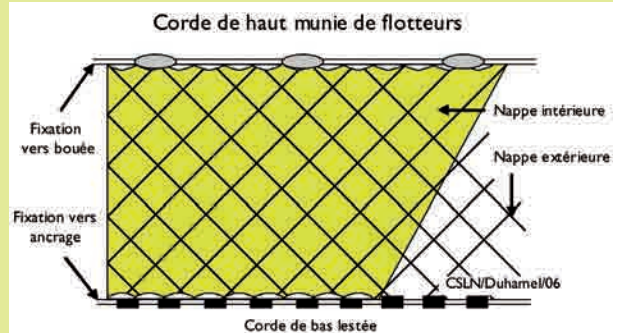
Le protocole d'échantillonnage est celui des «EPA» (Echantillonnage Ponctuel d'Abondance), mis en œuvre à partir d'une embarcation. Chaque station comprend 20 EPA, c'est-à-dire 20 séquences de pêche d'une minute.

Dans les chenaux transverses intertidaux, les engins de pêche sont posés à pleine mer à partir d'une embarcation. Lorsque la largeur du bras d'eau le permet, ils sont déployés transversalement de façon à barrer le passage des poissons et la pêche a lieu lors du jusant. Deux types d'engins sont combinés pour minimiser la sélectivité des captures. Il s'agit du couple verveux/trémail. Le verveux est muni en son entrée de deux ailes de 10 m chacune dont l'extrémité est fixée sur chaque berge. Le faible maillage de cet ensemble (5 mm de nœud à nœud) permet la capture d'un large spectre de taille de poissons. Certains d'entre eux, à l'exemple des



GIP Seine-Aval 2010 : Source des données : S.Duhamel

Figure A : Positionnement des différentes techniques de pêches mises en œuvre dans les eaux douces de l'estuaire de la Seine depuis les berges jusqu'en milieu profond.



GIP Seine-Aval 2010 : Source des données : CSLN, S. Duhamel

Figure B : Schéma d'un filet trémail



Figure C : Verveux

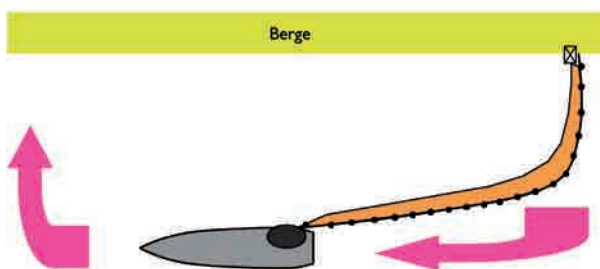
mulets, sont néanmoins capables de sauter par-dessus le piège. C'est pourquoi un filet trémail placé à l'arrière du verveux est lui aussi tendu d'une berge à l'autre (figure B). La pêche prend fin dès lors que le niveau d'eau est insuffisant pour manœuvrer avec une embarcation à moteur. Sur certains sites praticables à pied à basse mer, la pêche se poursuit jusqu'au retrait total de l'eau.

A proximité des berges, des engins ont été également posés en domaine subtidal, à l'endroit d'un changement

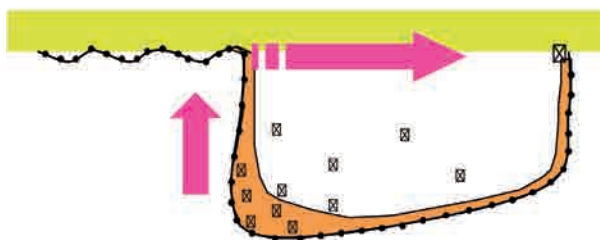
de pente entre un talus à pente douce vers la rive et une pente abrupte vers le centre du fleuve. Dans ce secteur, les contraintes d'échantillonnage sont importantes. Il est généralement impossible d'y travailler avec des engins mobiles (chaluts, sennes) en raison de la nature des fonds, très hétérogènes et comportant de nombreuses sources de croches. Des trémails ont donc été posés le long du fleuve sur une vingtaine de stations en complément de la prospection par pêche électrique. Cette technique s'est avérée également pertinente à l'intérieur des bassins du Grand Port Maritime de Rouen.

Lorsque cela s'est avéré possible, une senne de plage a été utilisée à partir d'une barque sur des fonds meubles proches de la rive. La technique est simple en théorie. Elle consiste à déployer le filet en arc de cercle à partir de la berge, sur une zone où la colonne d'eau maximale reste inférieure à la hauteur du filet. Les poissons sont ainsi piégés et ramenés progressivement le long du bord en tirant sur les ralingues inférieures de la senne (Figures D-E). Dans la pratique, la pêche à la senne est délicate sur un fleuve. Si la senne « prend le courant »,

1 : Déploiement de la senne



2 : Fermeture du piège et amenée progressive des captures



GIP Seine-Aval 2010 - Source des données : S. Duhamel

Figure D : Schéma de la mise en œuvre d'une senne de plage.



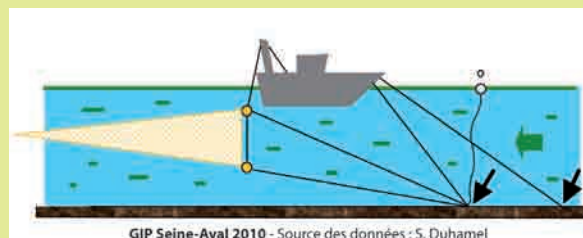
Figure E : Séquence de pêche à la senne de plage.

le filet tend à décoller du fond, et à perdre son efficacité. Il en est de même lorsqu'on essaie de libérer le filet immobilisé au fond à cause d'une croche. Le meilleur moment pour cette pêche est donc l'étalement de pleine mer, ce qui rend possible la prospection d'une seule station par jour...

I.2. En milieu profond

L'objectif de l'échantillonnage est ici de fournir une image représentative des poissons qui fréquentent l'ensemble de la colonne d'eau à proximité immédiate du chenal de navigation. L'engin de pêche doit donc être efficace sur une hauteur importante. Habituellement échantillonnés à l'aide d'engins tractés par un navire (chaluts), ces milieux sont particulièrement difficiles d'accès dans la Seine (Rochard *et al.*, 1997) en raison de la rugosité parfois naturelle du substrat, mais aussi de vestiges multiples présents au fond de l'eau.

La recherche d'une méthode de pêche « statique » a conduit à tester une technique ancienne déjà employée par les pêcheurs de la Seine jusqu'au XX^{ème} siècle, toujours utilisée dans la Loire et même mise à profit lors de travaux scientifiques récents sur les poissons de l'estuaire de l'Elbe en Allemagne : le guideau. Il s'agit d'un piège embarqué à bord d'un navire, qui pêche en position fixe dans le courant de marée. Le modèle construit pour la Seine mesure 7,5 m de large pour une hauteur maximale de 6 m. Le maillage est dégressif et atteint 5 mm (de nœud à nœud) dans la poche terminale.



GIP Seine-Aval 2010 - Source des données : S. Duhamel

Figure F : Schéma de positionnement du guideau et de l'embarcation dans la masse d'eau fluviale. Les amarres très résistants sont indispensables pour maintenir le train de pêche en position fixe quand le guideau est en pêche.



Figure G : Chalutier et guideau. L'engin de pêche est remonté sur le tableau arrière et le filet est entièrement « viré » à bord.

La manœuvre du guideau se fait après avoir immobilisé le navire soit à l'aide d'une ancre (200 kg), soit directement sur un ancien coffre d'amarrage (Figures F-G). Les séquences de pêche durent une heure et sont répétées lors des périodes de maximum de courant de flot et de jusant.

II. Dans l'estuaire saumâtre

Depuis 2002, les filandres*, présentes dans la zone de balancement de marée sur la rive nord de l'estuaire entre Port 2000 et le Pont de Tancarville, sont échantillonnées chaque année de la même façon que dans l'estuaire amont, c'est-à-dire à l'aide du couple verveux/trémail.

A l'aval du Pont de Normandie, les habitats meubles (sables et vases) sont dominants et une partie d'entre eux se situe en domaine intertidal, notamment les secteurs les plus internes des fosses nord et sud. Leur prospection avec des engins de pêche trainés sur le fond nécessite d'avoir recours à des moyens nautiques de faible tirant d'eau. L'échantillonnage est quant à lui réalisé avec un chalut à perche (Figure H) généralement adopté par la

communauté scientifique pour l'étude des peuplements de poissons des estuaires et des baies. De faible hauteur (< 1 m), cet engin est particulièrement adapté à l'échantillonnage des poissons benthiques (sole, plie, limande...) et des invertébrés suprabenthiques (crabes, crevettes...).



Figure H : Chalut à perche

Chapitre 3. Les peuplements de poissons

3.1. Dans l'estuaire amont

Le programme scientifique Seine-Aval, depuis son démarrage, tente d'intégrer les différentes échelles spatio-temporelles à l'intérieur desquelles sont susceptibles de se produire les processus estuariens. L'ampleur spatiale et la complexité de certaines problématiques ne permettent cependant pas toujours d'apporter, en quelques années, les réponses attendues. S'agissant des poissons, les premiers travaux se sont focalisés sur l'estuaire aval et sa fonctionnalité en tant que nurserie de poissons (Bessineton & Simon, 1996; Morin *et al.*, 1999 ; Morin *et al.*, 1998). Le premier inventaire ichthyologique à l'échelle de l'ensemble de l'estuaire avait été effectué par le Cemagref⁶ en 1996 (Rochard *et al.*, 1997). Malgré le caractère novateur de ce travail, la ponctualité de l'échantillonnage et les difficultés rencontrées pour mettre en œuvre les engins de pêche dans la Seine réduisent la portée des informations acquises.

Jusqu'au début des années 2000, les parties amont des grands estuaires européens sont en fait encore peu connues en matière de peuplements ichthyologiques (Elliott & Hemingway, 2002). Dans la Seine, outre la nécessité de compléter l'inventaire des espèces, la caractérisation des peuplements fait partie des objectifs à atteindre tout comme l'étude des habitats afin de dégager des éléments sur leurs fonctionnalités.

Les affluents ne sont pas intégrés à ce projet centré sur le lit majeur du fleuve. La méthodologie d'échantillonnage (cf. «Méthodes d'échantillonnage») a été conçue de façon à couvrir les entités les plus représentatives de l'habitat « eaux douces tidales ». La variabilité saisonnière a été prise en compte par la réalisation de trois campagnes d'échantillonnages au cours d'une même année, permettant ainsi de mettre en évidence les principaux événements biologiques, à savoir les migrations et l'arrivée des nouvelles cohortes* de juvéniles. La variabilité interannuelle a également été prise en compte dans le protocole qui prévoit, pour chaque technique de pêche, la répétition des prélèvements au cours de deux années consécutives.

3.1.1. Inventaire et occurrence des espèces

L'ensemble des 20 campagnes d'échantillonnage réalisées entre 2002 et 2005 sur les peuplements des eaux douces de l'estuaire a permis de recenser 56 espèces (Figure 11). Dominé dans son ensemble par les poissons des milieux limniques* avec 30 espèces, le cortège est complété par 10 espèces amphihalines*, 11 d'origine marine et seulement 5 résidents estuariens effectuant l'ensemble de leur cycle biologique dans l'estuaire.

Les occurrences, c'est-à-dire le taux d'apparition des

espèces dans les captures exprimées en fréquence (F%), sont généralement faibles (<10 %) pour les poissons d'origine marine, qui ne pénètrent souvent pas plus loin que la limite de salure des eaux. Le bar commun (*Dicentrarchus labrax*) constitue une exception, avec une fréquence de 33 % dans les eaux du chenal, ce poisson ayant même été observé jusqu'en amont de Rouen.

Parmi les amphihalins, l'espèce la plus fréquemment observée dans les deux types de milieux est l'anguille. Le flet et le mulot porc apparaissent moins bien représentés au niveau des berges. Ces deux espèces privilégient certains habitats rivulaires qui sont généralement peu présents dans l'estuaire amont, les vasières. L'éperlan (*Osmerus eperlanus*), dont la fréquence d'occurrence atteint 80 % dans les échantillons collectés au guideau, témoigne ainsi de son comportement pélagique. Il ne semble pas dépendre véritablement des berges sur lesquelles sa fréquence n'est que de 5 %. La lamproie fluviatile est marginale, mais reste la plus fréquemment observée comparativement aux autres migrateurs présents dans l'estuaire : lamproie fluviatile, esturgeon sibérien⁷, alose feinte, truite de mer et saumon atlantique.

Les poissons dits « résidents » à l'intérieur de l'estuaire, c'est-à-dire capable d'y réaliser l'ensemble de leur cycle biologique, sont peu nombreux, avec seulement 5 taxons. Les plus fréquemment observés sur l'ensemble du domaine limnique sont l'épinoche et le gobiidé *Pomatoschistus microps*. Le gobie buhotte (*P. minutus*) reste généralement cantonné au domaine saumâtre, de même que deux espèces rares, le gobie nonnat (*Aphia minuta*) et le syngnathe perçat (*Syngnathus rostellatus*).

Au sein de la guildes des poissons d'eau douce, les brèmes (*Abramis brama* et *Blicca bjoerkna*), le sandre (*Stizostedion lucioperca*), la perche commune (*Perca fluviatilis*) et le gardon (*Rutilus rutilus*) en sont les principaux représentants, présents à la fois sur les berges et dans le chenal. Le niveau d'occurrence de la majorité des taxa appartenant à cette catégorie est généralement plus élevé sur les berges qu'en milieu profond. Les espèces pouvant être qualifiées de rares (F% < 5%) sont au nombre de 16. Elles sont le plus souvent sténohalines*, avec en plus des exigences particulières vis-à-vis des conditions hydrologiques ou de la nature du substrat.

Dans l'estuaire, les poissons d'eau douce ont vraisemblablement subi aussi les évolutions constatées en terme de richesse par l'ONEMA* à l'échelle de l'ensemble du bassin (Belliard, 2001). Il s'agit en premier lieu d'un enrichissement spécifique à relier à l'introduction

7 L'esturgeon sibérien (*Acipenser baeri*) est à distinguer de l'esturgeon atlantique (*Acipenser sturio*) qui s'est rarifié à partir de la seconde moitié du XIX^{ème} siècle et a progressivement disparu du bassin de la Seine. La présence actuelle de l'esturgeon sibérien serait due à des introductions involontaires en provenance de piscicultures. Aucun cas de reproduction de l'espèce n'aurait été constaté dans l'estuaire, mais on remarque la coexistence de plusieurs classes d'âge et une répartition de l'espèce depuis Rouen jusqu'à l'estuaire saumâtre (Honfleur). Les observations sont toutefois très irrégulières et aucune capture n'a été mentionnée depuis 2004.

6 Cemagref : Institut de recherche en sciences et technologies pour l'environnement (originellement Centre national du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et des forêts)

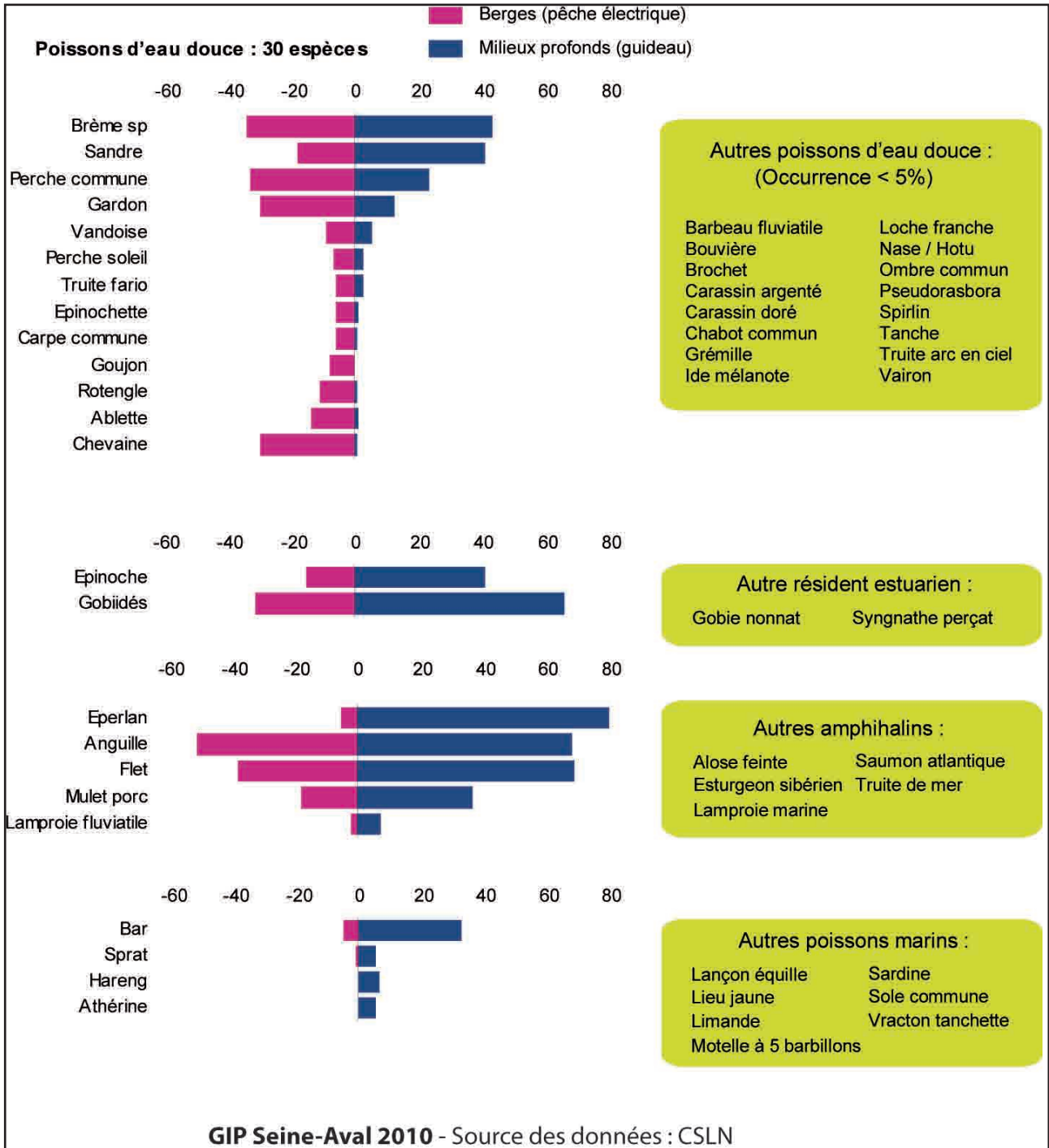


Figure 11: Fréquence d'occurrence des espèces inventoriées depuis Poses jusqu'au pk 350 entre octobre 2002 et octobre 2004 par pêche électrique (6 campagnes) et entre avril 2004 et septembre 2005 au guideau (6 campagnes). Classement des guildes selon Elliott & Hemingway (2002).

plus ou moins récente de nouvelles espèces : perche soleil, sandre, pseudorasbora, ombre commun ou ide mélanote.

En second lieu, l'évolution va dans le sens d'un appauvrissement du cortège de migrateurs. Bien que d'un moindre niveau que ce qui est constaté dans la région Parisienne et en amont du bassin, cette dégradation constitue une réalité dans l'estuaire : absence de grande alose, captures exceptionnelles d'alse feinte ou de lamproie marine et rareté même de la lamproie fluviatile. Certes l'estuaire de la Seine n'est plus ce qu'il était...Et pourtant, il convient aujourd'hui de nuancer les propos

sur sa qualité actuelle et ses fonctionnalités vis-à-vis de l'ichtyofaune, comme en témoigne le niveau élevé d'occurrence de l'éperlan, migrateur anadrome* qui avait pourtant presque disparu de l'estuaire dans les années 1970 (cf. § 3.2).

3.1.2. Organisation spatiale des peuplements

La distribution longitudinale de la richesse spécifique cumulée, c'est-à-dire pour l'ensemble des campagnes d'échantillonnage et toutes techniques de pêches confondues (Figure 12), se traduit par une moindre abondance des espèces marines vers l'amont ainsi que par une relative régularité des espèces amphihalines et estuariennes. Le nombre d'espèces de poissons d'eau douce est maximal dans le secteur Rouen-Poses (17 à 23 espèces). C'est dans cette partie de l'estuaire qu'ont été observées 50 % des espèces les plus rares, dans les eaux claires au débouché d'affluents (vairon, goujon, chabot, ombre, loche franche) ou dans certains bassins portuaires (tanche). En aval de Rouen jusqu'au domaine saumâtre, la richesse spécifique est moindre, comprise entre 12 et 16 espèces. Parmi les espèces holobiotiques* potamobies*, seules les plus tolérantes vis-à-vis de l'influence de la salinité opèrent des incursions saisonnières en aval, en milieu méso à polyhalin, c'est-à-dire jusqu'aux environs du Pont de Normandie. Il s'agit des brèmes, de la carpe commune, du sandre ou encore de la perche commune et de la perche soleil.

La richesse spécifique mesurée au moyen d'une seule technique d'échantillonnage sur une station à un instant t, c'est-à-dire à l'issue d'une seule campagne d'échantillonnage est beaucoup plus faible. Dans le chenal échantillonné au guideau, ce paramètre diminue vers l'amont, les ordres de grandeur étant toutefois différents selon la saison (Figure 13). En condition estivale, on passe de quatre espèces dans la région rouennaise à 10 espèces en aval du Pont de Tancarville. En hiver et au début du printemps, l'évolution est seulement de 2 à 8 espèces de l'amont vers l'aval...

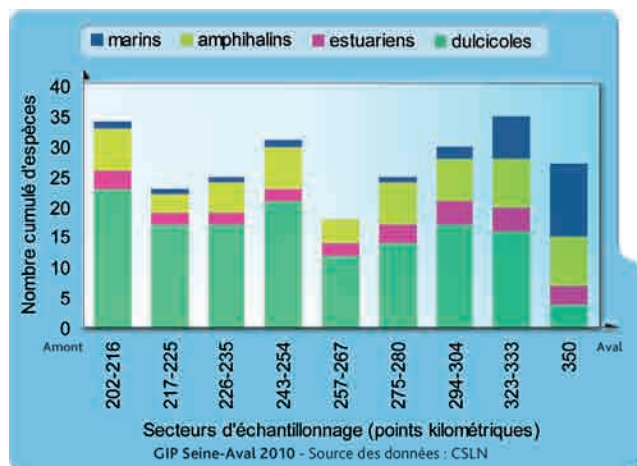


Figure 12 : Distribution longitudinale de la richesse spécifique de l'ichtyofaune entre Poses et le Pont de Normandie (2002-2005).

Quelle que soit la méthode de pêche mise en œuvre, les abondances numériques exprimées en CPUE (Captures Par Unité d'Effort) évoluent elles aussi selon l'axe du fleuve, et la région située en aval de Rouen se distingue de celle située en amont (Figure 14).

En milieu profond, les valeurs les plus élevées sont observées en aval du Trait, avec une forte dominance de l'éperlan. Celui-ci est remplacé par le sandre à partir de Duclair, vers l'amont, mais avec des CPUE moindres.

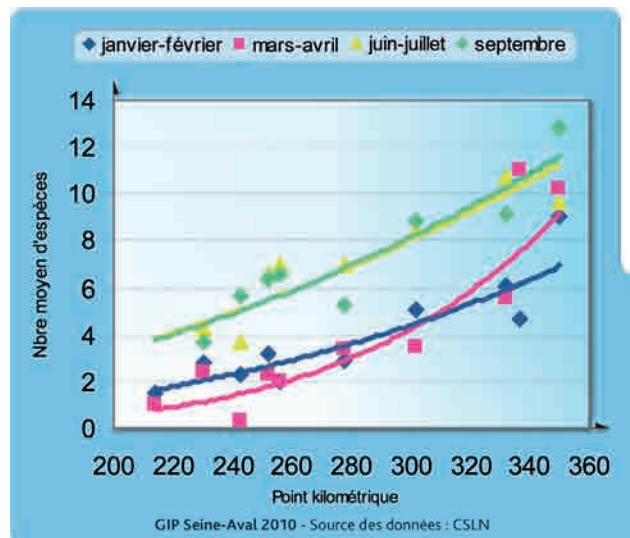


Figure 13 : Évolution longitudinale de la richesse spécifique moyenne à différentes périodes de l'année en milieu profond (guideau 2004-2005).

Sur les berges prospectées par pêche électrique, la structure du peuplement est différente. Aux débouchés de petits affluents, les peuplements sont généralement peu diversifiés. En revanche, certaines espèces peuvent y être abondantes comme le flet et l'anguille (sources de Moulineaux) accompagnés par la perche (Austreberthe). En dehors de ces sites, le flet et l'anguille restent bien présents sur les berges entre La Bouille et Poses. Cette portion du fleuve se différencie surtout par la prépondérance des Cyprinidés*, le gardon et les brèmes représentant la majeure partie des effectifs capturés aux filets fixes (non illustré). En aval de Rouen, dans le secteur endigué, les CPUE provenant des trémails sont 2 à 4 fois plus faibles et le mulot porc devient la principale capture. Dans ce secteur, les pêches électriques fournissent des résultats plus nuancés. On y retrouve la dominance du mulot porc sur certaines stations, mais ce sont les épinoches (épinoche et épinocette) qui le sont sur d'autres, avec des captures plus diversifiées.

En focalisant l'attention sur les poissons d'eau douce, il est possible de constater une évolution des abondances numériques particulière, avec une diminution des valeurs en aval de Rouen (Figure 15). Dans le port et en amont, les CPUE sont supérieures à la moyenne calculée pour l'ensemble du domaine d'étude. A partir de La Bouille, vers l'aval, les abondances chutent rapidement sur les berges et deviennent nettement inférieures au niveau moyen. Ce résultat n'est pas véritablement conforme à la notion de continuum écologique ou d'écocline (Attrill & Rundle, 2002) des espèces en milieu estuarien car dans le cas présent, le peuplement d'eau douce se trouve appauvri très en amont de la limite de salure des eaux. Une partie de la zone médiane de l'estuaire fluvial (soit environ 40 km) fait par conséquent l'objet de facteurs particulièrement défavorables à la fréquentation des poissons pourtant typiques du milieu limnique.

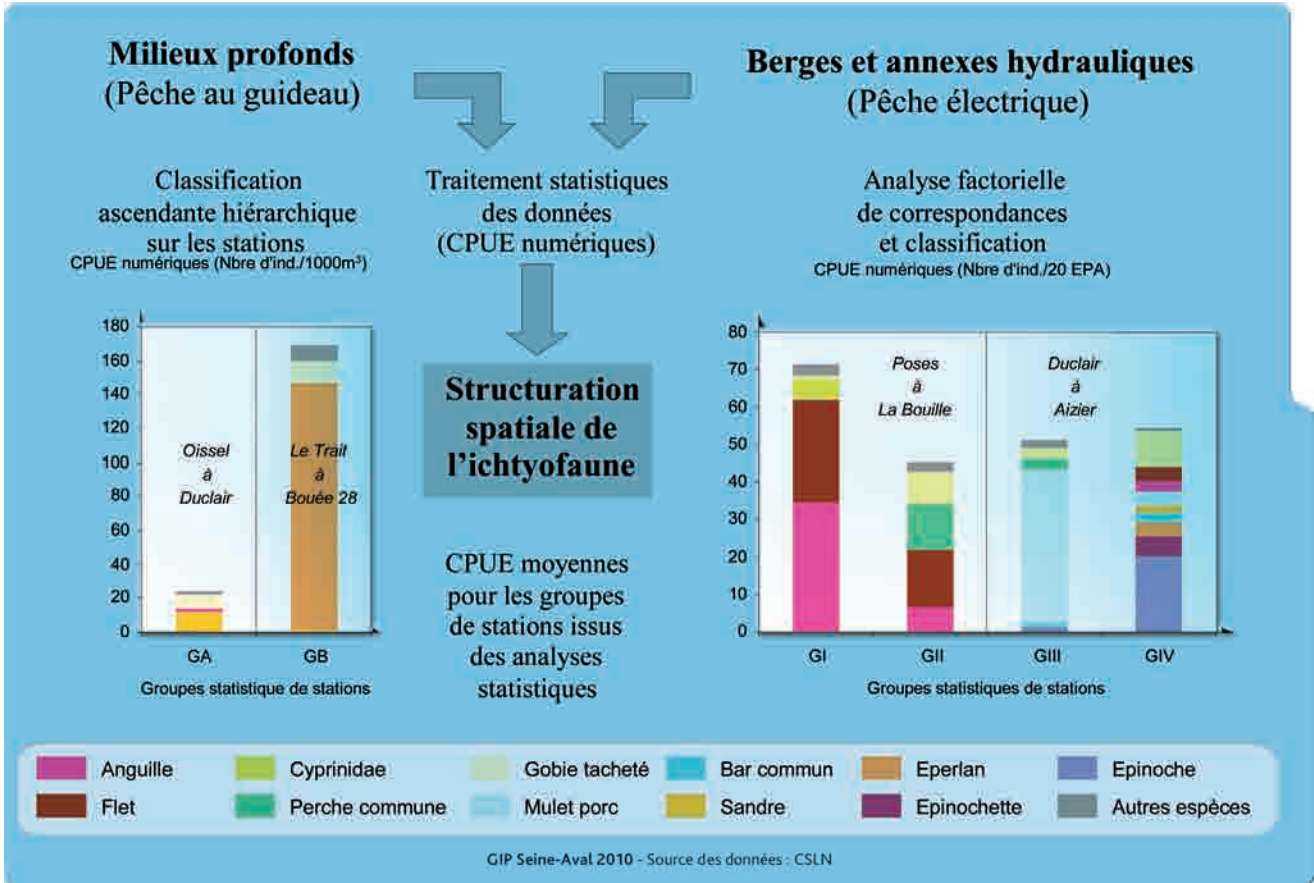


Figure 14 : Structuration longitudinale des abondances de poissons en octobre 2002 et septembre 2005. A) milieux profonds prospectés au guideau B) berges prospectées par pêche électrique.

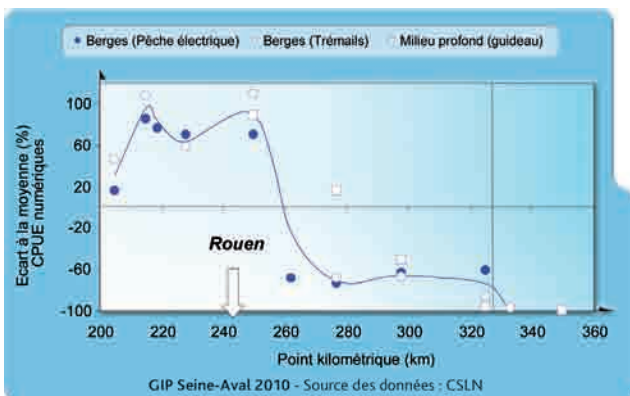


Figure 15 : Évolution longitudinale des écarts de CPUE numériques des poissons d'eau douce par rapport à la moyenne sur l'ensemble du domaine d'étude pour différentes techniques d'échantillonnage.

A l'exemple de ce qui a été observé en milieux profonds et sur les berges, il existe dans l'estuaire fluvial de la Seine comme dans d'autres fleuves, une répartition des poissons qui varie selon le type d'habitat. Ces variations peuvent être représentées également à petite échelle, selon une coupe transversale opérée en quelques sites de l'estuaire amont (Figure 16).

Entre Poses et Elbeuf, le gardon est le plus abondant non loin des berges en milieu toujours immergé. Accompagné par les brèmes ou le rotengle, il fréquente les eaux calmes présentes en bord de Seine, aux abords des confluences ou au débouché du barrage de Martot. En aval de ce dernier, la diversité des fonds et des courants est du

meilleur niveau. L'eau est généralement claire et bien oxygénée, conditions qui favorisent le développement des plantes aquatiques (Cornier *et al.*, 2006) et la fréquentation par les cyprinidés phytophiles*. Alors que le chevaîne occupe visiblement un large spectre d'habitats dans ce secteur, d'autres espèces, comme le flet, privilégient les petites vasières latérales présentes au débouché de l'Eure. La diversité du substrat existe aussi en bord de Seine, cailloutis et blocs assurant une fonction de refuge pour le gobie tacheté. Les bras morts, comme celui de Freneuse, font apparaître d'autres espèces d'eau calme telles que l'ablette. C'est également dans ce type de milieu connexe qu'ont été enregistrées les plus fortes concentrations de brochets adultes (jusqu'à 3 ind. et 8 kg/heure de pêche) en fin d'hiver, période habituelle de reproduction de cette espèce.

Dans la zone portuaire de Rouen, malgré le degré d'aménagement du fleuve, il existe des similitudes d'organisation de l'ichtyofaune avec celle décrite pour le tronçon du pôle amont en apparence le plus sauvage. Les bassins portuaires et les petites anses se substituent ici aux bras morts et bras secondaires pour assurer l'existence de milieux abrités où les courants peuvent être très faibles. On y retrouve les principaux cyprinidés d'eau calme (gardon, brèmes) avec la perche commune, associés cette fois au sandre et au mulet porc. Les berges artificielles, constituées de blocs et enrochements, sont propices à l'anguille et au gobie tacheté alors que la présence d'affluent (le Cailly) se traduit, comme pour l'Eure à Martot, par la présence de deux espèces rares :

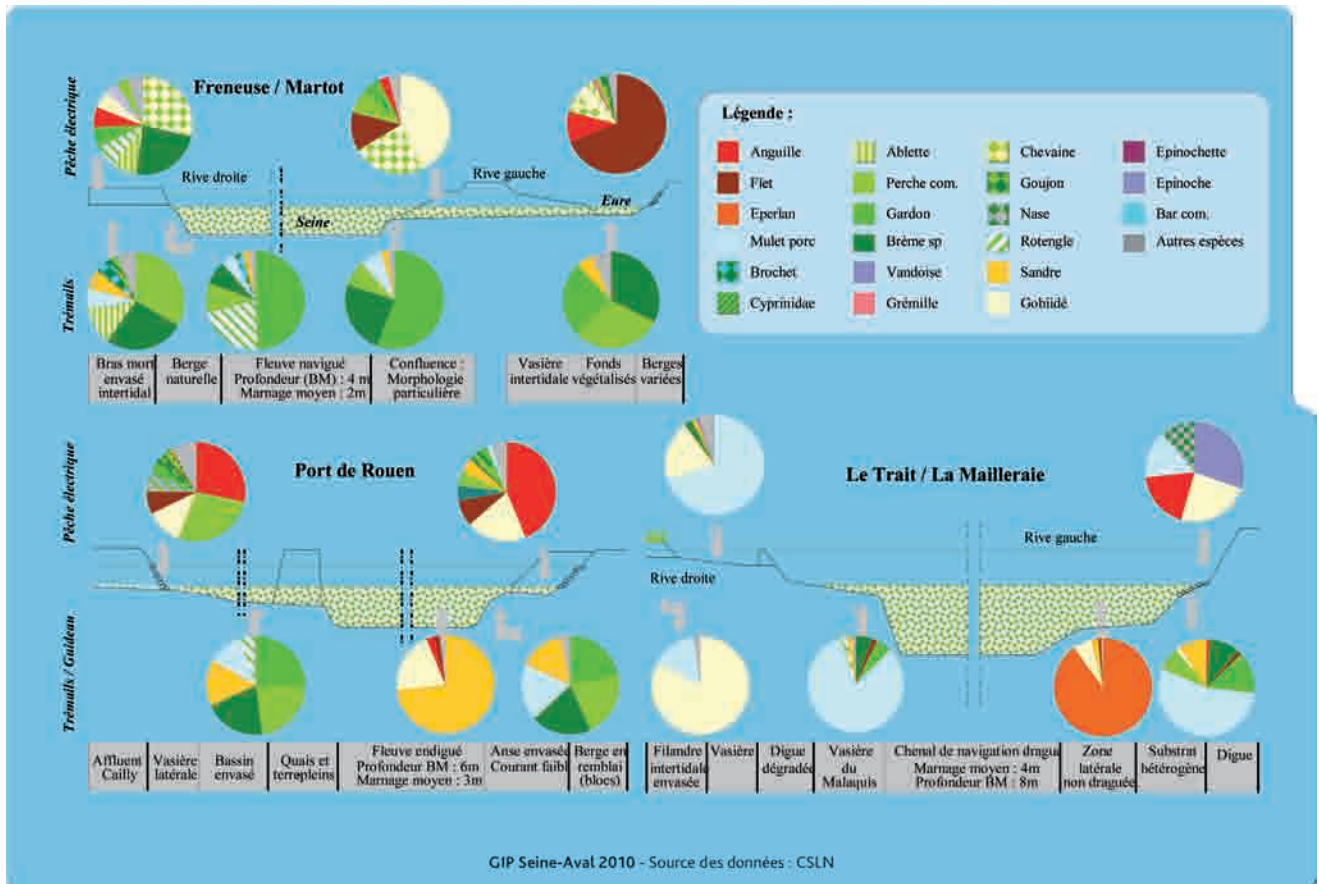


Figure 16: Coupes schématiques au niveau de Freneuse/Martot (pk 216-217), du Grand Port Maritime de Rouen (pk 246-254) et du Trait (pk 302) et de la composition de l'ichtyofaune échantillonnée par pêche électrique, aux filets fixes ainsi qu'au guideau entre octobre 2002 et septembre 2005.

le goujon et le chabot commun (cette dernière étant classée à l'annexe II de la Directive Européenne « Habitats-Faune-Flore»). Dans le lit du fleuve, la composition de l'ichtyofaune est très différente. Deux espèces, le sandre et le gobie tacheté, représentent à elles seules 90 % des captures, tandis que les cyprinidés sont pratiquement absents. Malgré une faible contribution aux effectifs (3 %), l'anguille représente ici l'essentiel de la biomasse (60 %).

Au niveau du Trait, la composition de l'ichtyofaune a peu de points communs avec les deux secteurs précédents. L'ichtyofaune d'eau douce se raréfie sur un espace de plus en plus restreint entre la zone intertidale et le chenal. Le mulot porc occupe, en proportion variable, les différents types de milieux associés aux berges avec une affinité certaine vis-à-vis des zones envasées (vasière du Malaquis). Dans le chenal, c'est l'éperlan qui succède au sandre et représente 90 % des effectifs.

3.1.3. Stades auxquels les espèces sont présentes

Les stades de développement auxquels les espèces sont présentes dans l'estuaire fournissent une indication de premier ordre sur les fonctionnalités de ce dernier vis-à-vis des populations. En se référant aux connaissances que l'on peut avoir à l'échelle de l'ensemble de l'écosystème estuarien, il apparaît que certaines espèces ont des populations que l'on peut qualifier d'équilibrées, c'est-à-dire présentant toutes les classes d'âge. D'autres,

en revanche, peuvent être déséquilibrées à la faveur des stades juvéniles ou des stades adultes. Parmi les espèces amphihalines*, l'éperlan, l'anguille, et le mulot porc ne montrent pas de problème particulier sur ce plan, avec une prépondérance normale des immatures (Figure 17). Il est en revanche étonnant de constater la rareté des flets âgés de plus d'un an dans certains habitats comparativement aux observations faites dans la Loire par Masson (1987) et par Parlier & Feunteun (2004).

La plupart des populations de poissons dulcicoles sont déséquilibrées en faveur des adultes (brèmes, gardon). Excepté le sandre, dont la population est très largement dominée par les jeunes de moins d'un an, le faible renouvellement des populations de cyprinidés traduit le fait que l'estuaire n'offre pas toute la gamme d'habitats nécessaires au bon déroulement du cycle biologique des espèces concernées, notamment lors de la reproduction. Les résultats des observations effectuées dans la partie amont de l'estuaire montrent que les protocoles d'échantillonnage utilisés sont complémentaires et pertinents pour décrire l'ensemble des populations de poissons fréquentant les différents habitats.

Cette méthodologie permet notamment de prendre en compte la différenciation entre milieux profonds et zones rivulaires pour les principales espèces d'eau douce (gardon, brèmes, perche, sandre). Dans le chenal, soumis aux plus forts courants, les adultes sont pratiquement absents et les rares individus de cette catégorie encore présents en aval de Rouen se réfugient sur le talus adjacent.

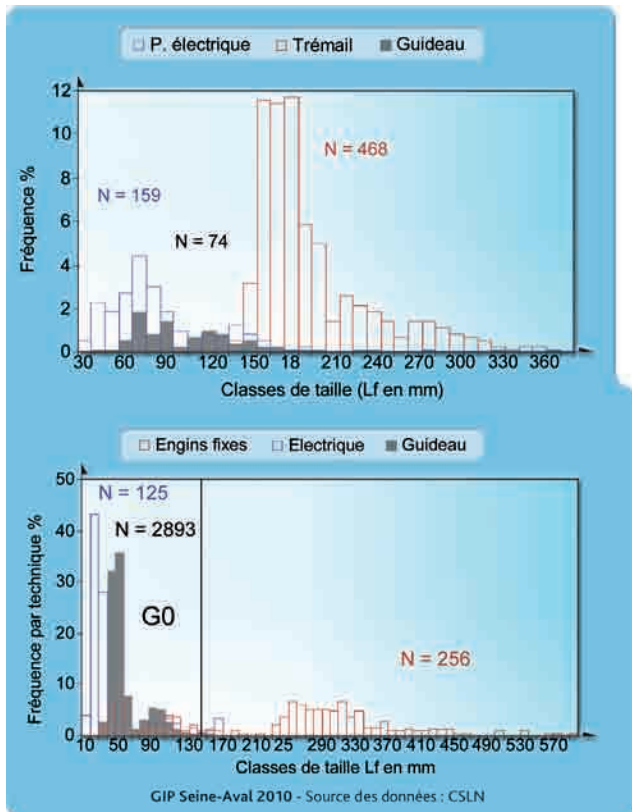


Figure 17 : Structures en taille (a) du gardon et (b) du sandre (2002-2005).

3.1.4. Etat actuel du peuplement

L'inventaire de l'ichtyofaune de l'estuaire amont, qui a pu être dressé au cours de cette phase du programme Seine-Aval, n'a pas la prétention d'être exhaustif. Il dresse néanmoins un tableau réaliste de la situation à un moment donné, qui pourra être pris en référence lors de travaux ultérieurs.

La guildes des poissons d'eau douce, avec 30 espèces, représente près de 80 % de la liste établie pour l'ensemble du bassin de la Seine (Belliard, 2000). Ce résultat peut paraître satisfaisant si on considère qu'en milieu estuarien, le cortège dulcicole se trouve forcément réduit en raison des fortes contraintes naturelles liées à la marée et à la salinité.

La guildes des poissons résidents (5 espèces) est très réduite, comme dans la plupart des estuaires du nord de l'Europe. Cette pauvreté serait à mettre en relation avec le rôle déterminant du gradient de salinité, de la turbidité et des courants de marée sur le succès des pontes et du développement larvaire (Dando, 1984 ; Bruslé et Quignard, 2004).

Pour les poissons migrateurs (10 espèces), le fait marquant au cours des dix dernières années, dans la Seine, est le retour de l'éperlan. Le saumon, bien que restant très rare, peut à nouveau être présent dans l'estuaire en raison d'un contexte international d'augmentation des abondances, favorable à la dissémination des individus. Des juvéniles de lamproies marines ont également été observés dans l'estuaire en 2005, ce qui tend à démontrer que l'espèce se reproduit encore dans le bassin de la Seine. Ces résultats montrent que la qualité de l'eau de l'estuaire n'est plus forcément un frein pour la migration des poissons anadromes, même si la teneur en oxygène dissous est

toujours trop faible en condition estivale dans certains secteurs. La reproduction de certains petits migrateurs, plus typiques de l'estuaire, reste toutefois problématique. C'est le cas pour la lamproie fluviatile, totalement absente en amont de Rouen, mais surtout de l'aloise feinte. Ce clupéidé est toujours rarissime en Seine alors qu'il se classe au 3^{ème} rang dans l'Elbe (Thiel *et al.* ; 1995) et au 6^{ème} rang dans la Gironde (Castelnaud *et al.*, 2000). La disparition des frayères est très probablement le principal facteur qui limite le retour de l'aloise feinte en Seine. La population n'a pourtant pas véritablement disparu car des individus adultes sont régulièrement observés dans la bande côtière.

Les fonctionnalités écologiques d'une rivière, ou d'un fleuve, peuvent aussi être appréhendées au travers de quatre habitats nécessaires à l'accomplissement du cycle de vie des espèces : habitat de reproduction, habitat de croissance des juvéniles, habitats d'abris et habitat de nutrition. La fonction de nourricerie de l'estuaire amont est réelle au vu des abondances saisonnières de certaines espèces benthiques (flet) et pélagiques (éperlan, mulot). Les vasières en amont de Rouen constituent des sites d'accueil abondamment colonisés par les jeunes flets.

En aval de Rouen, dans le secteur endigué, l'abondance de la ressource alimentaire pélagique ne semble pas être un facteur limitant pour les juvéniles d'éperlan et de sandre. Il n'en est pas de même pour les poissons dulcicoles dont les stratégies d'alimentation sont différentes, basées sur la présence d'hydrophytes*, d'insectes ou d'invertébrés (Pont *et al.*, 1992 ; Keith et Allardi, 2001). Dans la zone endiguée soumise au marnage et à des courants importants, ce type de ressource est le plus souvent totalement absent, rendant ainsi peu attractives les berges où les abris sont rares. La fonction de refuge est déterminante pour les poissons d'eau calme, pour lesquels la vitesse du courant constitue un facteur limitant. D'après Huet (1962), cette vitesse doit être inférieure à 0,6 m.s⁻¹ pour les cyprinidés tels que l'ablette, la brème, la tanche, la carpe ou encore le brochet. Ces conditions sont largement dépassées dès lors que l'on se situe en aval de Rouen (Figure 18). Les contraintes liées aux courants dans le lit du fleuve renforcent ici le rôle déterminant des annexes hydrauliques plus calmes, et la nécessité de connexions fonctionnelles entre la Seine et les zones humides adjacentes pour l'amélioration de la biodiversité du peuplement (Amoros *et al.*, 1988 ; Amoros, 1991 ; Bouvet *et al.*, 1985 ; Copp, 1989 ; Nicolas & Pont, 1995). Le poisson qui illustre le mieux le niveau de dégradation des habitats latéraux est le brochet, dont les jeunes sont très rares à l'échelle de l'ensemble de l'estuaire et l'espèce totalement absente en aval de Rouen.

La fonction de frayère présente un bilan moins négatif, notamment pour l'éperlan dont les zones de reproduction se trouvent localisées entre Duclair et Caudebec en Caux (Gouneau *et al.*, 2006). Cette fonction semble toutefois fortement dégradée, voire totalement absente pour de nombreuses espèces du cortège dulcicole. Bien que les reproducteurs phytophiles soient parfois abondants dans certains bras ou à la confluence avec certaines rivières, les pontes n'ont quasiment aucune chance de survie à cause du marnage (vidange souvent totale des bras morts à chaque marée) ou à cause du courant qui les entraîne en raison de l'absence de supports (plantes aquatiques).

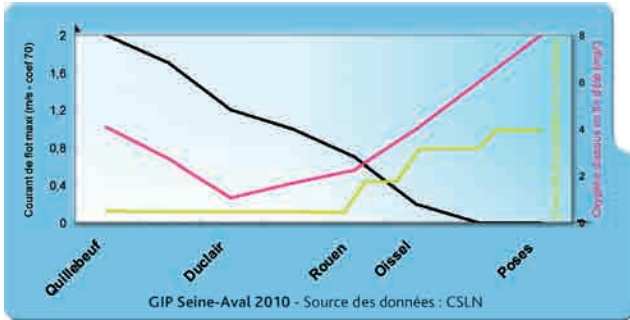


Figure 18 : Évolution longitudinale des principaux facteurs responsables de l'organisation spatiale du peuplement ichtyologique dans l'estuaire amont de la Seine. Les valeurs en oxygène dissous sont celles mesurées au moment des campagnes d'échantillonnage.

3.2. L'estuaire : un lieu de passage obligatoire pour les espèces qui vivent alternativement en mer et en eau douce

Dans ce chapitre, il a été tenté de faire percevoir l'abondance et/ou l'aspect du poisson pêché par les pêcheurs professionnels lorsque ce métier faisait encore vivre de nombreuses familles dans l'estuaire fluvial. Chaque espèce présentée dans ce chapitre fait donc l'objet d'une phrase introductive reprenant les dires de pêcheurs collectés par Morel dans son étude sur la pêche et la batellerie en Basse Seine (1984).

Parmi les espèces qui fréquentent les estuaires, certaines fréquentent alternativement le domaine marin et le domaine fluvial. Elles vivent alternativement en eau de mer et en eau douce et sont qualifiées d'amphihalines.

Les migrations, généralement liées à la reproduction, sont qualifiées d'anadromes lorsqu'elles se font des eaux marines vers les eaux douces et de catadromes dans le sens inverse. Après une période de croissance en milieu marin, les poissons potamotoques* remontent les cours d'eau pour se reproduire en eau douce (Figure 19). C'est le cas, par exemple, du saumon. A l'inverse, les poissons thalassotoques* effectuent leur croissance en eau douce avant de migrer vers les eaux marines pour s'y reproduire. C'est le cas de l'anguille qui se reproduit en mer des Sargasses, après avoir passé une dizaine d'années en eau douce (voir encart anguille). Ces migrations sont de plus ou moins grande amplitude selon les espèces.

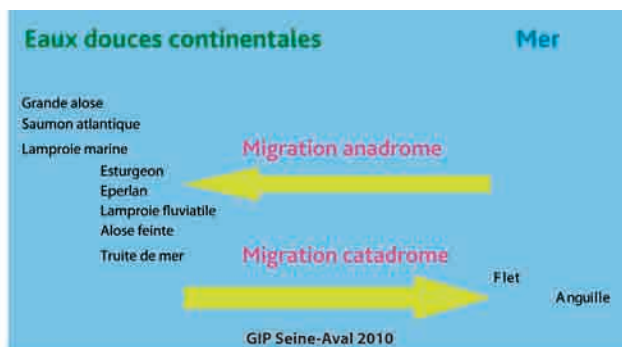


Figure 19 : Schéma illustrant les deux types de migration des poissons amphihalins.

Les poissons amphihalins, et surtout les grands migrateurs, suscitent un intérêt particulier pour trois raisons essentielles :

- sur le plan écologique, les espèces en jeu, qui sont capables d'effectuer de grands déplacements et de pénétrer jusqu'en amont des grands fleuves, sont des indicateurs de la qualité des habitats et plus généralement de celle des bassins hydrographiques.

- sur le plan économique, dans la Seine comme ailleurs, cette catégorie de poissons fournissait l'essentiel des ressources de la pêche fluviale, comme le montre cet extrait de Morel (1984) : «*Le pêcheur avait un point de vue plus économique et naturaliste que scientifique ; pour lui, il existait deux grandes familles de poissons : celle des poissons voyageurs (saumon, aloses, éperlan, lamproies) qui apportait le plus gros des revenus, dans laquelle il intégrait l'anguille, la truite ou encore le flet, et dont les prises se faisaient en saison, et celle des poissons blancs qui se prenaient toute l'année et qui n'avait aucun lien avec la mer.*». L'activité de pêche était rythmée par les périodes de migration (montaison, avalaison). C'était l'hiver pour le saumon et l'éperlan « montants », le printemps pour les aloses (en avril pour la grande alose et en juin pour l'alose feinte), en automne pour l'anguille et les petits éperlans. En France, en 1997, les poissons migrateurs représentaient encore 74 % de la pêche professionnelle en eau douce, 42 % étant constitués par une seule espèce, la civelle.

- d'un point de vue social, certaines espèces amphihalines ont une importance particulière dans certaines régions de par leur niveau d'abondance, leur exploitation à des fins professionnelles ou récréatives et les traditions ou coutumes qui s'y rattachent : alose en Gironde ou saumon en Loire...

Les aménagements, la dégradation des habitats et de la qualité de l'eau ont eu pour conséquence, au cours des derniers siècles, une diminution d'abondance, ou même la disparition de certaines espèces migratrices. La Seine a été particulièrement touchée par ce phénomène. Au milieu du XX^{ème} siècle, plusieurs migrateurs étaient déjà devenus très rares, et ceux qui avaient résisté jusque là, allaient parfois subir le même sort par la suite...

Les lamproies

«*Des lamproies d'un mètre vingt, un mètre cinquante, plus gros que mon bras, vous en avez encore, au barrage de Martot, il y en a encore, j'en ai pris moi des lamprions... Vous mettez des nasses au pied du barrage. Il y en a en février-mars, à peu près en même temps que l'alose. Elles sont bleu marbré et des lamprions qu'étaient comme de belles anguilles, on les remettait à l'eau ; il peut y en avoir plus, plus tard...*»

Parmi les deux espèces de lamproies présentes généralement dans les estuaires, la lamproie marine *Petromyzon marinus* est celle qui pénètre le plus profondément dans le bassin versant des fleuves pour s'y reproduire. C'est également la plus grande, les adultes

ayant une taille moyenne de 80 cm. Les lamproies sont lithophiles*, elles se reproduisent sur des fonds sablo-graveleux dans les eaux claires à faciès de plat-courant. Elles construisent un nid semi-circulaire dans lequel ont lieu la reproduction et l'éclosion des œufs. Après la reproduction, les géniteurs meurent. Les larves dites ammocètes* s'enfouissent dans le nid. Lorsqu'elles atteignent 10 mm, elles rejoignent les habitats favorables à leur croissance. Elles restent à l'état vermiforme et vivent dans des terriers pendant 5 à 7 ans. La lamproie de rivière *Lampetra fluviatilis* est de plus petite taille (généralement < 50 cm) et a moins de notoriété. Sa reproduction présente de grandes similitudes avec celle de la lamproie marine.

L'historique des lamproies, autrefois appelées aussi «sept œil» ou «sept trous» est peu renseigné dans la Seine, sans doute parce qu'elles n'ont jamais été véritablement très prisées et que cette pêche ne donna jamais lieu à une activité véritablement suivie. Les lamproies marines et fluviatiles étaient abondantes dans le bassin de la Seine jusqu'au début du XX^{ème} siècle au cours duquel l'aire de répartition s'est réduite et fragmentée. Ce morcellement est dû à l'impact des activités anthropiques (barrages, dragages, suppression d'habitats, pollutions, ...). Les deux espèces, aujourd'hui vulnérables au niveau européen et français, figurent à l'annexe II de la directive Habitats-Faune-Flore. Elles peuvent faire l'objet de mesures de protection de biotope et sont toutes les deux sur la liste rouge nationale des espèces de poissons d'eau douce, c'est-à-dire à protéger.

Actuellement, la lamproie fluviatile fréquente surtout l'estuaire en aval de Rouen, même si quelques individus ont été observés plus en amont. Sa reproduction peut avoir lieu à proximité de la mer, dans de petits ruisseaux (Pennedepie). La lamproie marine reste rare, elle aussi, dans l'estuaire. L'observation d'adultes en cours de dévalaison, ainsi que celle de juvéniles (stades ammocètes), semblent toutefois attester de la reproduction de l'espèce dans le bassin de la Seine. La dégradation des habitats et les obstacles à la libre circulation constituent les principaux facteurs limitant l'extension des populations.

L'esturgeon

« Un esturgeon, au diable, je croyais que c'était un sapin

qu'il y avait dans la cauche, un mètre ! Sur le coup, j'ai eu peur ! il n'y avait pas de jour, c'était deux heures du matin, le copain était devant, puis moi je rembarquais la cauche, je dis : merde, il y a un sapin qu'est là ! puis d'un coup je dis - merde, il bouge ! Je voulais pas mettre la main dedans hein ! on est arrivé à quai, on avait amarré le long du bord, arrivé à quai avec la lumière, Fernand Legoux a dit - merde, c'est un esturgeon!... »*

Les effectifs de l'esturgeon européen *Acipenser sturio* ont diminué dramatiquement sur la Seine à partir du milieu du XIX^{ème} siècle, de façon tout à fait concomitante aux grands travaux réalisés pour la navigation, à l'édification de barrages et à la dégradation de la qualité de l'eau. Devenu un fait rare, on comprend que la capture d'un esturgeon était un événement marquant dans la vie d'un pêcheur. Bien qu'intégralement protégée en France depuis 1982, la population d'esturgeon européen est véritablement éteinte sur la Seine, la seule encore présente en France se situant en Gironde.

Le développement de l'aquaculture se solde par l'apparition dans la Seine d'une nouvelle espèce du genre *Acipenser*, l'esturgeon sibérien *Acipenser baeri*. Comme son prédécesseur, il se reproduit en eau douce après environ 10 ans, mais aucune certitude n'existe actuellement sur le succès de cette phase de reproduction dans le bassin de la Seine. Les observations d'*Acipenser baeri* restent relativement exceptionnelles, dans la région Rouennaise et en amont (taille moyenne 750 mm). Des pêcheurs professionnels de Honfleur signalent parfois la présence de cette espèce en fin d'été dans l'estuaire aval.

L'anguille

« J'ai vu des nasses pleines d'anguilles ! Ca dépendait des périodes, ils en vendaient beaucoup dans les restaurants à Tancarville, il y avait des gens qui venaient rien que manger des matelotes d'anguilles. Elles n'étaient pas grasses, quand il y en avait beaucoup, ils les mettaient à dégorger dans la rivière, dans des viviers en bois, on appelait ça les boutiques... »

L'anguille européenne, *Anguilla anguilla* (Figure 20), est présente dans l'Atlantique, sur les côtes et dans les cours d'eau, de la Scandinavie au Maroc, ainsi qu'en mer



Figure 20 : Photographies d'anguilles a)adulte b) juvénile au stade civelle .

Baltique et en Méditerranée. Sa zone de reproduction, unique, se situe en mer des Sargasses au large des côtes américaines et les larves sont présentes dans une grande partie de l'Atlantique nord et en Méditerranée occidentale.

L'anguille est un poisson amphibiotique thalassochoque (se reproduisant en mer). Le cycle biologique de cette espèce (Figure 21), caractérisé par deux migrations de grande amplitude, est complexe. Certaines phases sont encore mal connues. La ponte a lieu en mer des Sargasses (fin hiver-début printemps). Les larves appelées leptocéphales, transparentes et de forme aplatie, utilisent le gulf stream puis la dérive nord-atlantique pour rejoindre les côtes européennes. La durée de la traversée est voisine d'une année, voire plus. Aux abords du plateau continental, les larves se métamorphosent en civelles (55 à 75 mm) qui entrent dans les estuaires. Elles se transforment ensuite en anguillettes (80 à 85 mm) qui colonisent les eaux continentales, puis en anguilles jaunes.

Les jeunes anguilles effectuent leur croissance en eau douce pendant une durée de 6 à 12 ans, pour les mâles, et de 9 à 20 ans, pour les femelles, pour atteindre une taille moyenne respectivement de 40 cm pour les mâles et de 70 cm pour les femelles. Cette phase de croissance se termine par une métamorphose en anguilles argentées.

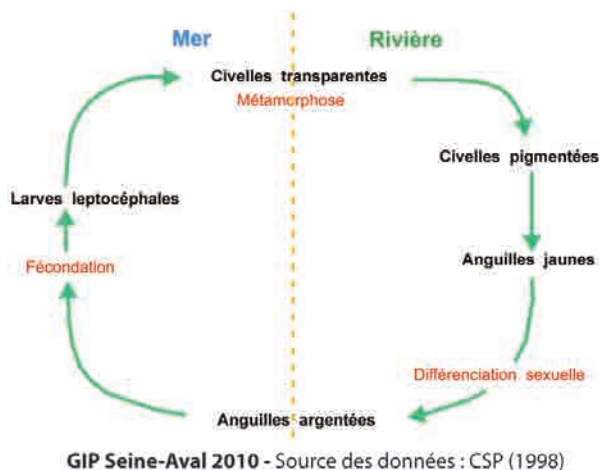


Figure 21: Cycle biologique de l'anguille. D'après « L'anguille dans le rouge ». CSP : Eaux libres n°24, 1998.

Celles-ci ont acquis leur maturité sexuelle et entament leur descente des cours d'eau pour rejoindre la mer durant les premières crues d'automne. C'est le phénomène d'avalaison. Les anguilles cessent de s'alimenter et l'augmentation de pression déclenche le développement des gonades. Cette phase de migration, longue de 5000 km, est encore mal connue.

En période de croissance, les anguilles s'alimentent surtout la nuit. Leur régime alimentaire est fonction de leur taille et de l'ouverture buccale, ainsi que des proies disponibles.

L'anguille occupe pratiquement tous les habitats de l'estuaire de la Seine. Bien que les abondances soient très variables sur le plan spatial, on peut dire que l'espèce s'adapte remarquablement à certains types

d'aménagements, avec un taux de présence toujours supérieur aux abords des enrochements au pied des digues ou dans les remblais constitués de blocs. Malgré de faibles indices d'abondance (faible contribution aux CPUE numériques, entre 0,1 et 9 %), l'anguille représente entre 11 et 39 % des biomasses de poissons échantillonnés au guideau hors période hivernale. Les structures en tailles échantillonnées couvrent quasiment la totalité de la gamme de tailles habituellement observée pour la phase continentale de l'espèce (Figure 22).

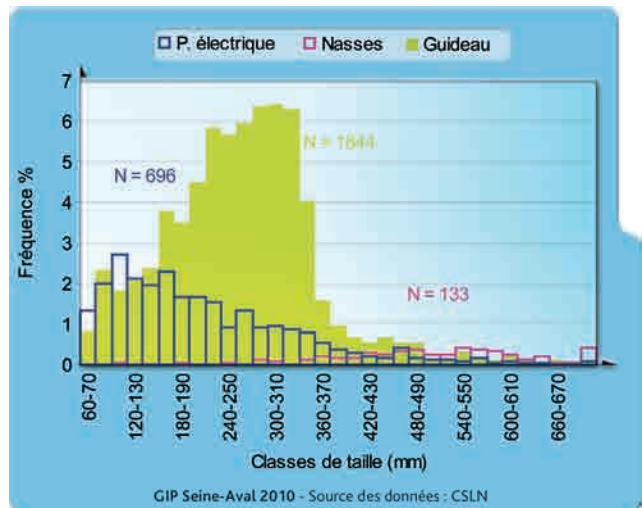


Figure 22: Structures en taille de l'anguille échantillonnée dans l'estuaire amont (2002-2005).

Il s'agit surtout d'anguilles jaunes (le plus souvent moins de 300 mm, 3 à 4 ans maximum), qui ne font que très peu l'objet de prise d'argenture, de comportements de dévalaison et sont susceptibles de coloniser le bassin versant. Les captures faites de nuit en milieu profond avec le guideau attestent du déplacement de ces anguilles avec les courants de marée, mais les abondances ne sont pas toujours significativement plus élevées au moment du flot.

En posant l'hypothèse d'une augmentation des abondances dans l'estuaire, jusqu'à une certaine forme de saturation des habitats par les jeunes anguilles, on pourrait s'attendre, à une augmentation du recrutement fluvial au cours des dernières années entre Poses et Paris ; c'est-à-dire une croissance du nombre d'individus franchissant la limite de marée dynamique vers l'amont du bassin. Le récent bilan réalisé par l'ONEMA* à l'échelle du bassin de la Seine (Ditche, 2004) ne va pas véritablement dans ce sens et constate seulement une légère augmentation des densités au-delà de 300 km de la mer depuis 1985, à rapporter probablement à une amélioration de la qualité de l'eau. En tout état de cause, un suivi des niveaux d'abondance dans l'estuaire (suivi de pêcheries par exemple) est à entreprendre, ne serait-ce que pour situer de façon plus précise l'estuaire de la Seine dans le contexte européen. Dans la Seine amont, les densités sont toujours faibles à très faibles et la colonisation de cette partie du bassin est toujours limitée par les aménagements hydrauliques.

A l'échelon européen, le déclin des abondances d'anguille est constaté depuis plusieurs décennies (Figure 23). La situation, au vu des bilans dressés par les groupes d'experts, dont notamment le CIEM (Conseil International

pour l'exploitation de la Mer), est aujourd'hui jugée comme étant critique. La Communauté Européenne considère qu'il est maintenant urgent d'établir un plan de restauration à l'échelle de l'aire de répartition de l'espèce, mais aussi de réduire toutes les pressions qui pèsent sur le stock, dont la pêche et les dégradations de l'environnement. Les objectifs de protection précisent la nécessité de régler efficacement les problèmes de qualité des habitats continentaux de l'espèce, souvent mis en évidence, tels que la dégradation des zones humides, les entraves à la libre circulation et les contaminations chimiques.

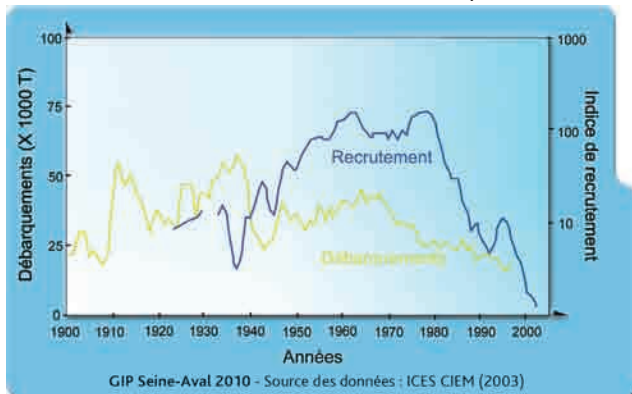


Figure 23: Evolution des débarquements européens et des indices de recrutement d'anguilles.

Les mulets

«Ah, du mulot, on en prenait des quantités de mulets ! C'était un poisson qui était merveilleux; maintenant que voulez vous, il y a deux choses, vous en prenez un tout petit peu, il est pas mangeable, alors !... »

Deux espèces de mulot sont présentes dans l'estuaire de la Seine, le mulot porc *Liza ramada* et le mulot doré *Liza aurata*. Bien qu'euryhalin*, le mulot doré est rare dans le fleuve endigué. Il est surtout observé sur la rive sud de l'estuaire et du littoral Augeron, avec une forte prépondérance des stades juvéniles.

Le mulot porc colonise, à des fins trophiques, l'ensemble de l'estuaire jusqu'au barrage de Poses. Il possède pour cela une osmorégulation* parfaitement adaptée lui permettant de supporter d'importantes variations de salinité en quelques heures. La population de l'estuaire de la Seine est dominée par les juvéniles dans leur première et seconde année (Figure 24). Peu de choses sont connues sur la reproduction des adultes en mer, mais il semblerait que la fraction la moins bien représentée dans l'estuaire corresponde à celle des individus en âge de se reproduire pour la première fois. Au-delà de cette phase du cycle de vie, les mulets de taille supérieure à 300 mm n'ont pas tout à fait le même comportement que les immatures. Leur cinétique d'occupation de l'estuaire semble assez différenciée.

La cohorte nouvellement recrutée reste en partie présente durant son premier hiver dans les eaux saumâtres, mais les adultes n'y séjournent que de façon saisonnière, du printemps jusqu'en automne. Ils sont capables de pénétrer profondément dans les eaux douces, au moins jusqu'au barrage de Poses. Ils utilisent alors les courants de marées et pénètrent dans les chenaux latéraux envasés (filandres, bras morts), jusque dans des colonnes d'eau très faibles (0,2 m).

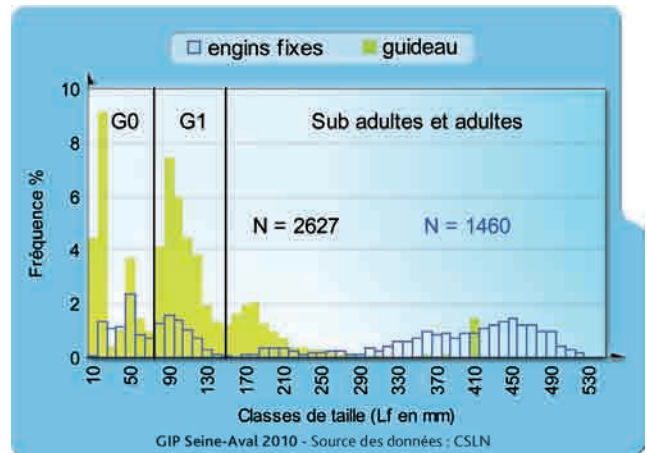


Figure 24: Structure en taille du mulot porc échantillonné aux engins fixes (2003-2004) et au guideau (2004-2005).

Les Salmonidés

«Le saumon, on l'travaillait au filet dérivant de nuit. J'ai vu à cette époque là (en 1920) des petits saumons de 5, 6 livres en prendre 12, 15 dans la journée. Le plus gros que j'ai pris, il faisait 23 livres, c'était un monument, un beau morceau. Le plus beau que mon père ait pris, il faisait 42 livres, il était aussi long que la table»...

Les salmonidés sont représentés en Seine par le saumon atlantique (*Salmo salar*, L.) et la truite de mer (*Salmo trutta*, L.). Ces deux espèces, qui se ressemblent beaucoup, peuvent faire l'objet de confusion. Leur distinction se fait notamment sur leur rapport longueur/poids ainsi que sur des critères morphologiques tels que la taille des écailles, de la bouche et de l'échancrure de la nageoire caudale.

La durée totale du cycle biologique du saumon peut s'étaler sur une période de 3 à 7 ans. La reproduction a lieu de novembre à janvier dans les cours d'eau d'où le smolt (jeune saumon en phase de smoltification : modifications qui vont lui permettre de vivre en milieu marin) est parti et qu'il retrouve grâce à sa mémoire olfactive. Ce phénomène, appelé *homing*, a pour conséquence l'existence d'une population propre à chaque entité hydrographique.

Le déclin du saumon dans la Seine a été relaté dans de nombreux ouvrages et comparativement à d'autres espèces, ce migrateur est souvent le plus richement documenté. Outre le fait que le saumon constitue depuis longtemps une source de revenu substantielle pour les pêcheurs en Seine, la réglementation de cette pêche ainsi que l'édification des barrages ont très certainement favorisé l'acquisition de données sur cette espèce. Plus récemment, un intérêt particulier a été porté sur le saumon en raison du symbole qu'il représente en matière de restauration de la qualité des eaux fluviales (Euzenat *et al.*, 1992).

Le saumon a progressivement disparu du bassin de la Seine au début du XX^{ème} siècle, comme les autres grands migrateurs (esturgeon, grande alose, lamproie marine). L'espèce est actuellement menacée d'extinction à l'échelon national et figure dans les annexes II et V de la Directive Habitats-Faune-Flore. Un contexte international favorable à l'augmentation des abondances contribue très

certainement à expliquer que le saumon puisse à nouveau être observé dans l'estuaire, comme en témoigne la capture d'un « castillon* » effectuée à l'automne 2004 par la CSLN¹². Les concentrations en oxygène dissous, très inférieures à 6 mg. l⁻¹, restent toutefois limitantes pour la remontée de l'estuaire en période estivale.

La reproduction de la truite de mer a lieu en France de novembre à fin février. La phase juvénile dure 1 à 3 ans et c'est seulement après cette phase que l'on peut distinguer trois formes écologiques : truite de rivière, truite de mer et truite de lac. La truite résidente en rivière reste dans les cours d'eau pendant toute la suite de sa croissance et de sa phase adulte. Le juvénile de truite de mer met, lui aussi, en place des mécanismes d'adaptation à l'eau de mer, mais le phénomène de homing est moins prononcé que chez le saumon. Les truites de mer séjournent en mer de 3 mois à 3 ans et remontent en rivière entre mai et janvier.

L'histoire de cette espèce est mal renseignée dans la Seine. Les captures effectuées actuellement par les pêcheurs amateurs proviennent surtout de deux affluents de la Seine : l'Andelle et dans une moindre mesure, la Risle maritime. L'espèce est signalée également au débouché du Cailly et de l'Austreberthe, autres affluents de la Seine.

Malgré des potentialités de migration et de colonisation réelles sur certains affluents (Andelle et Epte), la présence des barrages constitue toujours le principal obstacle pour la remontée des salmonidés en Seine aval (Marchal, 2005). Ainsi, les concentrations observées au débouché de l'Andelle peuvent s'expliquer, comme pour l'anguille, par des difficultés de franchissement du barrage de Poses. Sur la Risle, le premier barrage situé à Pont-Audemer constitue encore une barrière infranchissable.

L'éperlan

- « On commençait l'éperlan à Aizier, Vieux Port ou Caudebec ; on était un mois parti et on montait comme l'éperlan, on arrivait à Martot ».

- « On allait de place en place dans les restaurants, dans les fermes, partout, on avait des amis, il y avait des pêcheurs tout le long de la route. Le plus que j'ai pris, moi, à dériver sous les ponts d'Elbeuf en 42, six cent kilos d'une marée, ça vous dit rien ! »

La « montaison », c'est ainsi que les pêcheurs nomment la migration de reproduction anadrome de l'éperlan *Osmerus eperlanus*. Elle était détectée par les professionnels qui guettaient le « reverdissement » de la nature, les changements des vents et de la lune et le revif*. Un dicton signalait aux pêcheurs d'Elbeuf le moment du départ : « A la Saint Aubin, l'éperlan est en chemin... ». Abondant et faisant l'objet d'un réel intérêt économique dans la première moitié du vingtième siècle, l'éperlan a maintenu sa population jusqu'en 1950. Puis, le déclin de l'espèce s'est poursuivi jusque dans les années 1965-1970 où il était considéré comme pratiquement disparu.

A la fin des années 1990, les pêcheurs crevettiers signalent sa réapparition, qui se trouve confirmée par les suivis scientifiques ultérieurs. Selon toute vraisemblance, le retour de l'espèce, également constaté dans d'autres

estuaires européens, serait lié à une amélioration de la qualité des eaux. Ceci se traduirait dans la Seine par une augmentation significative du taux d'oxygène après les grandes périodes d'anoxie des années 1970 et 1990 en aval de Rouen (Figure 25). D'après Möller et Scholz (1991), la baisse du taux d'oxygène provoque une grande mortalité chez les larves d'éperlan.

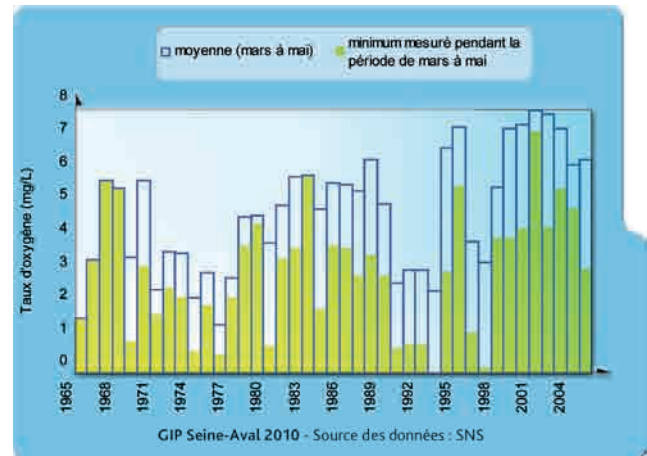


Figure 25: Evolution du taux d'oxygène moyen et minimum mesuré entre mars et mai depuis 1965 à Caudebec-en-Caux (données de la Cellule Antipollution du Service de Navigation de la Seine).

Le suivi spatio-temporel de la migration des géniteurs et de leur progéniture dans l'ensemble de l'estuaire a permis de décrire le cycle biologique de l'espèce en Seine (Gouneau *et al.*, 2005). Ce cycle, de type amphihaline potamotocque, paraît tout à fait similaire à celui des éperlans de la Gironde (Pronier & Rochard, 1998). Cependant, les frayères principales ne sont plus situées en amont de Rouen puisque la majorité des géniteurs se rassemble en février-mars jusqu'à Duclair, soit 20 km en aval de Rouen. La boucle de Duclair, située entre Le Trait (pk 300) et Grand Couronne (pk 254), est caractérisée par des fonds sans fraction sédimentaire mobile (Lesourd, 2000). La turbidité de l'eau y est faible, ce qui implique un moindre dépôt de sédiments fins et notamment de vases. Ces caractéristiques sont propices au frai des éperlans puisque les œufs doivent être fixés sur un substrat souvent grossier avec une structure pérenne que l'on trouve en bordure du chenal de navigation.

La population d'éperlan a subi un boom démographique depuis 2003, dû à un recrutement de juvéniles beaucoup plus important que celui des années antérieures (Figure 26). Parallèlement à ce phénomène, la croissance des juvéniles de moins de 1 an (Groupe 0 ou G0) qui était très forte entre 2000 et 2002, a diminué de manière significative à partir de 2003 (Figure 27). Cette baisse de croissance « densité-dépendante » a entraîné le passage de l'âge à la maturité sexuelle de 1 an à 2 ans. Ainsi, la population actuelle de reproducteurs est composée majoritairement d'individus de 2 ans comme dans les autres estuaires du nord de l'Europe.

Actuellement, il n'est pas possible de prédire si la population d'éperlan tend vers un équilibre naturel dont les régulations sont liées tant à la capacité d'accueil des habitats qu'aux variations des conditions du milieu.

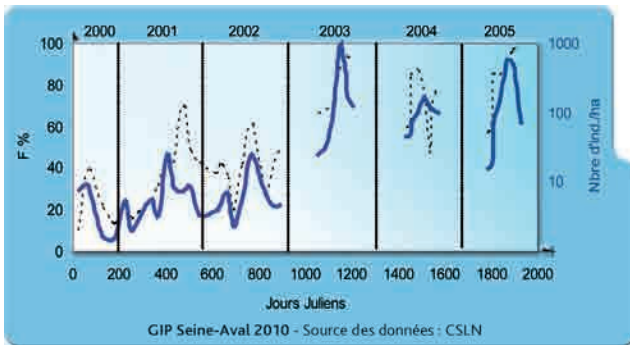


Figure 26: Évolution des CPUE numériques d'éperlan dans l'estuaire aval de la Seine depuis 2000.

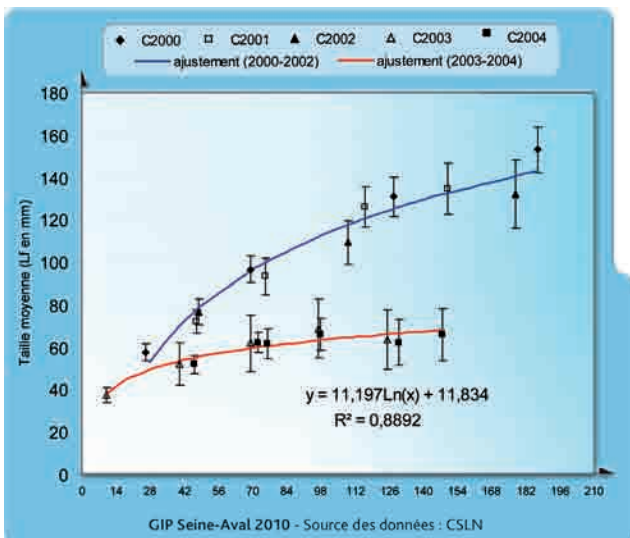


Figure 27: Evolution de la taille moyenne des juvéniles d'éperlans des cohortes de 2000 à 2004 et ajustement de leur croissance de 2000 à 2002 et de 2003 à 2004.

Malgré sa réapparition, il est étonnant de constater la faible intérêt de la pêche professionnelle vis-à-vis de ce petit cousin du saumon. L'offre dépasse aujourd'hui la demande et l'on semble avoir aujourd'hui oublié cette ressource pourtant aussi emblématique de l'estuaire que la crevette grise... Bien que cette espèce illustre la réversibilité possible de certaines situations écologiques, il convient toutefois de rester prudent en ce qui concerne l'avenir. En effet, l'éperlan est sensible à la température et le contexte global de réchauffement climatique se traduit par une régression de son abondance en Gironde (Pronier et Rochard, 1998).

Les aloses

Grande alose

« Mon père lui, il a connu la pêche uniquement à l'aloise, tandis que moi, je ne l'ai pas connue »

La grande alose (*Alosa alosa*, L.) fut longtemps la reine de l'estuaire amont et devenait une véritable aubaine lorsqu'elle remontait en Seine pour frayer en pleine période de carême, alors que la pêche au poisson blanc (c'est-à-dire les poissons sédentaires) était interdite. Au début du XX^{ème} siècle, les grands bancs d'aloses n'étaient plus qu'un souvenir. Dès 1890, l'aloise avait déjà déserté la Seine. Vers 1914, leur capture était devenue si

exceptionnelle que la première prise était saluée comme celle du premier saumon. En France, elle est encore bien implantée dans la Gironde, la Loire et, de manière résiduelle, dans le Rhin.

Migrateur anadrome comme l'aloise feinte, la grande alose remonte au printemps dans les fleuves pour se reproduire dans les cours d'eau moyens et amont, jusqu'à plus de 600 km de la mer. Le frai a lieu de mai à mi-août sur des sites typiques caractérisés par un substrat grossier, un « profond » en amont et un radier* en aval. L'activité de ponte se déroule de nuit et peut être identifiée par l'émission d'un bruit particulier. La fécondité élevée des femelles (100 à 250 000 ovules par kg), est un facteur favorisant la réapparition de l'espèce dans les fleuves où des progrès ont été faits en matière de libre circulation des poissons migrateurs, de la qualité de l'eau ou de la restauration de frayères.

L'aloise feinte et le « caluyau »

« Il y avait la feinte batteuse : la feinte montait doucement en Seine et revenait à la surface et tournait, comme ça, en rond, moi j'ai vu tourner de nuit ! Ca tourne en rond et à ce moment là, elle lâche ses œufs, alors le mâle, ce qu'on appelle le caluyau, se promène autour et à ce moment là, il féconde les œufs avec sa laitance »..

L'aloise feinte, qui remonte moins loin dans le bassin de la Seine que la grande alose, a résisté plus longtemps aux aménagements et à la dégradation de la qualité de l'eau. Les effectifs se sont maintenus jusque dans les années 1950, mais ensuite l'espèce a connu un déclin jusqu'à sa quasi disparition lors de la décennie suivante. Aujourd'hui, elle est régulièrement observée au large de l'estuaire. En France, elle reste abondante dans tous les grands fleuves atlantiques encore fréquentés par la grande alose.

Sa reproduction reste cependant tout à fait hypothétique dans la Seine au vu de la grande rareté des juvéniles (une seule observation durant les 20 campagnes d'échantillonnage entre 2002 et 2005). Malgré des potentialités intéressantes, notamment du point de vue des conditions thermiques estivales, des gammes de substrats présents et des concentrations en oxygène dissous, on peut se poser la question de l'existence réelle d'habitats favorables au frai de l'aloise feinte dans l'estuaire. Certaines informations historiques relatent les ébats de l'espèce en période de frai dans la région rouennaise et l'on sait par ailleurs qu'elle se reproduit actuellement non loin de la mer dans d'autres estuaires européens, à des distances inférieures à 100 km (Thiel et al., 1995). Si la restauration de frayères semble le principal enjeu pour le retour de l'aloise feinte, viennent s'y ajouter les aménagements hydrauliques pour la grande alose. La grande alose et l'aloise feinte figurent à l'annexe III de la convention de Berne et aux annexes II et V de la Directive Européenne Habitats-Faune-Flore. Malgré la situation préoccupante de ces espèces dans la Seine, il n'existe aucune mesure conservatoire à l'échelle de l'ensemble du bassin, à part celles prises dans le cadre d'un arrêté de biotope.

Le flet

«Pi qu'y avait beaucoup dans l'temps, c'était l'carlet, la flonde, qu'on appelait ça, elle commence à remonter chez nous (Heurteauville) on en revoit énormément, donc les fonds sont propres puisque c'est un poisson de fond, y'a pas... Si vous aviez vu dans l'temps, on pêchait des flondres qu'étaient comme ça (25 cm), on expédiait 200 kilos de flondes à Paris qu'étaient vendus comme carrelets...»

On sait peu de chose sur l'évolution de ce poisson plat à l'échelle de l'ensemble de l'estuaire, probablement parce que l'espèce ne constituait pas une source de revenu majeure. Le dire des pêcheurs semble pourtant traduire

une réduction d'abondance comme pour les autres poissons. Aujourd'hui, les juvéniles nés dans l'année sont encore bien présents jusqu'au premier barrage, les plus fortes concentrations étant observées sur les petites vasières latérales. La répartition en taille des effectifs capturés au guideau (taille moyenne = 68 mm) montre que le flet ne fréquente quasiment plus l'estuaire fluvial au-delà de sa première année, excepté durant de très courtes périodes. Ce phénomène semble révélateur de la disparition des habitats favorables à une certaine sédentarisation de l'espèce, telle qu'elle pouvait exister autrefois, y compris dans l'estuaire amont.

Les plans de gestion des poissons migrateurs

En France, les Plans de Gestion des Poissons Migrateurs sont élaborés par les Comités de Gestion des Poissons Migrateurs (COGEPOMI : décret n°94-157 du 16/02/1994) et concernent sept espèces de poissons amphihalins : anguille (et civelle), saumon atlantique, truite de mer, lamproie marine, lamproie fluviatile, grande alose et alose feinte. Ils définissent le cadre réglementaire des mesures à prendre au titre de la police de la pêche en eau douce, ainsi que le cadre d'objectifs des actions prioritaires à mener en matière de restauration du milieu. Les COGEPOMI ne disposant pas des compétences ni des moyens propres pour la mise en œuvre des actions de restauration, leur planification et leur réalisation s'effectuent dans le cadre des dispositifs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE, programmes de mesure des Agences de l'Eau, SAGE, ...).

Les orientations stratégiques pour les années 2006-2010, dans le bassin Seine-Normandie, peuvent être résumées ainsi :

- assurer la circulation des poissons amphihalins vers l'amont, vers l'aval et latéralement (connections avec les zones humides), par l'ouverture de vannages, « l'effacement » des barrages, l'aménagement de dispositifs de circulation des poissons et leur surveillance.
- restaurer, préserver les habitats de production spécifiques aux différentes espèces, par la lutte contre le colmatage du lit du fleuve, l'entretien des berges, la réhabilitation des annexes hydrauliques.

Le cas de l'anguille

Le déclin de la population d'anguilles européennes est tel qu'il menace la survie de l'espèce. Le dernier avis du CIEM* indique que le stock* d'anguilles « ne se situe plus dans les limites biologiques raisonnables et que la pêche actuellement pratiquée n'est pas durable ». L'anguille est d'ailleurs inscrite à l'annexe II¹³ de la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de

flore sauvages menacées d'extinction (CITES¹⁴). Cette inscription est entrée en vigueur en mars 2009.

Les causes de ce déclin sont multiples (Adam *et al.*, 2008). De nombreux travaux scientifiques ont été effectués, ou sont en cours, destinés à enrayer cette évolution dont les principales causes peuvent être citées :

- 1) l'entrave à la libre circulation qui engendre des chutes d'abondance accrues à l'amont des bassins versants, mais également lors de la dévalaison des anguilles matures qui subissent des dommages physiques ou physiologiques importants lors de leur passage dans les turbines de centrales hydroélectriques.
- 2) la pollution des habitats aquatiques par de nombreuses substances fabriquées par l'homme et susceptibles de dégrader la qualité de l'eau ou du substrat dans lesquels séjournent les anguilles. Les contaminants organiques tels que les PCB ont, par exemple, un effet sur la survie et la reproduction des adultes.
- 3) la disparition de certains habitats essentiels à la phase continentale de l'espèce, tels que les zones humides.
- 4) une pêche trop intense de l'anguille qui est exploitée à tous les stades de son cycle biologique, dans les divers milieux qu'elle fréquente et par différentes techniques de pêche. Le taux d'exploitation peut varier de 0%, là où la pêche est interdite, à plus de 90%, dans le cas de la pêche à la civelle en aval des barrages estuariens.

Afin que des mesures soient prises à l'échelle européenne, le Conseil des ministres de l'Union Européenne a voté, en septembre 2007, un règlement instituant des mesures de reconstitution du stock d'anguilles. Cette loi communautaire s'applique directement à l'Etat français comme à tous les Etats membres qui doivent mettre en place des mesures d'application de ce règlement. Ils « sont invités à élaborer des programmes de gestion de l'anguille adaptés aux réalités régionales et locales ». L'article 2.4 stipule que « l'objectif de chaque plan de gestion est de

13 L'Annexe II présente la liste des espèces qui, bien que n'étant pas nécessairement menacées actuellement d'extinction, pourraient le devenir si le commerce de leurs spécimens n'était pas étroitement contrôlé.

14 La Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction, connue par son sigle CITES (Convention of International Trade of Endangered Species) ou encore comme la Convention de Washington, est un accord international entre Etats. Elle a pour but de veiller à ce que le commerce international des spécimens d'animaux et de plantes sauvages ne menace pas la survie des espèces auxquelles ils appartiennent.

réduire la mortalité anthropique* afin d'assurer, avec une grande probabilité, un taux d'échappement vers la mer d'au moins 40% de la biomasse d'anguilles argentées correspondant à la meilleure estimation possible du taux d'échappement qui aurait été observé si le stock n'avait subi aucune influence anthropique ».

Les plans de gestion doivent indiquer les mesures prises pour agir sur l'ensemble des causes de mortalité de l'espèce, le calendrier prévu pour atteindre les objectifs fixés, les mesures qui seront appliquées à partir de la première année, ainsi que les mesures de contrôle et d'exécution. Ces plans comportent un volet national rédigé par un secrétariat national et des volets par bassin rédigés par les DIREN*, secrétaires des Cogepomi*, avec la participation des organismes concernés¹⁵. Après approbation des plans par la Commission, ceux-ci sont mis en œuvre par les Etats membres à partir du 1^{er} juillet 2009, ou le plus tôt possible avant cette date (Art. 5.2). Chaque état membre doit ensuite rendre compte « du suivi assuré, de son efficacité et des résultats obtenus » tous les trois ans dans un premier temps. Le premier rapport doit être présenté avant le 30 juin 2012.

D'après le règlement européen (Art. 8), « le plan de gestion de l'anguille comprend, de manière non limitative, les mesures suivantes :

- la réduction de l'activité de pêche commerciale,
- la limitation de la pêche récréative,
- les mesures de repeuplement,
- les mesures structurelles visant à permettre le

15 Les Directions Régionales des Affaires Maritimes (DRAM), les délégations inter-régionales de l'ONEMA, les Agences de l'eau, avec appui des COGEPOMI ;

franchissement des rivières et à améliorer les habitats dans les cours d'eau, conjointement avec d'autres mesures de protection de l'environnement,

- le transport des anguilles argentées des eaux intérieures vers des eaux d'où elles puissent migrer librement vers la mer des Sargasses,
- la lutte contre les prédateurs,
- l'arrêt temporaire des turbines des centrales hydroélectriques,
- les mesures en faveur de l'aquaculture ».

Ce règlement prévoit que les Etats membres prennent des mesures nécessaires au contrôle des importations et exportations d'anguilles (Art. 12).

L'application des plans de gestion se traduira par la mise en place de mesures de gestion au niveau des différentes pêcheries, avec pour objectif de limiter les prélèvements d'anguilles. D'une manière générale, la pêche de l'anguille sera interdite en dehors du périmètre du plan de gestion. Afin de réduire la quantité d'anguilles capturées par la pêche professionnelle, les gestionnaires des bassins de la façade Atlantique/Manche/Mer du Nord privilégient la mise en place de licences contingentées et la mise en place de quotas de capture et ce, pour chaque stade biologique de l'anguille. La pêche de l'anguille jaune en domaine maritime et fluvial sera encadrée par une saison de pêche qui sera de 7 mois la première année d'application du plan, 6 mois la seconde année et 5 mois la troisième année. Pour la pêche récréative, il est envisagé de réduire la pêche ciblée, notamment avec des engins. La pêche à la civelle et l'utilisation de l'anguille comme appât seront interdites.

3.3. Peuplements de poissons de l'estuaire aval

3.3.1. Organisation spatiale

Les gradients environnementaux caractérisant la partie aval de l'estuaire conditionnent la répartition des espèces au sein de cet estuaire en fonction de leurs exigences biologiques et physiologiques respectives. Les analyses effectuées sur les données de peuplements de poissons, recueillies au cours des campagnes d'échantillonnage réalisées à l'automne par l'Ifremer, montrent une organisation des peuplements selon un gradient estuaire/large. Trois grands secteurs peuvent ainsi être définis (Figure 28) :

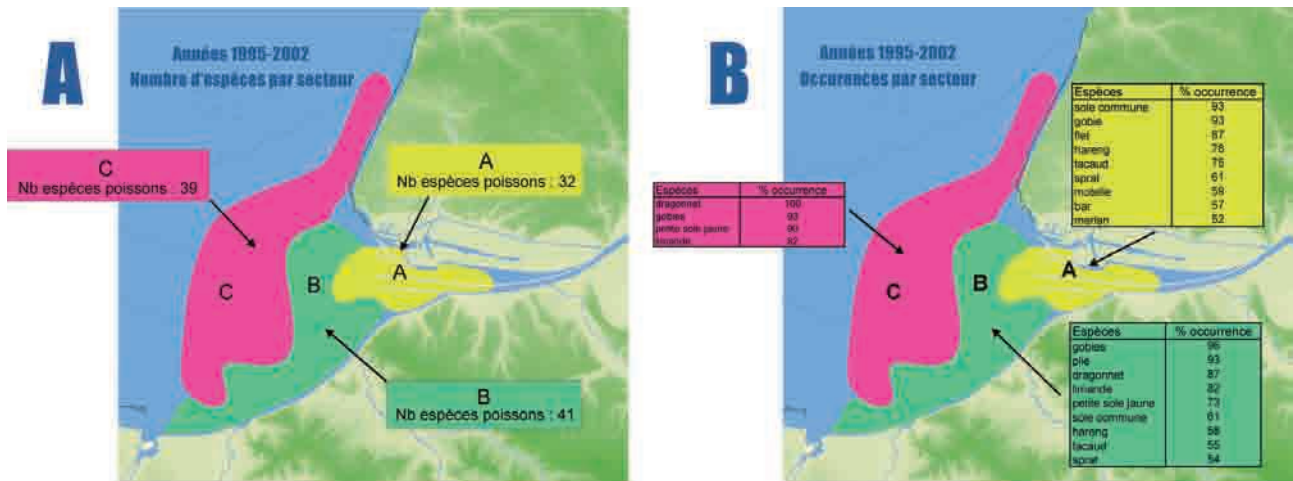
- un secteur A, « intérieur de l'estuaire »,
- un secteur B, « embouchure+côte du Calvados »,
- un secteur C, « large ».

C'est dans le secteur A, zone de l'estuaire aval la plus dessalée, que le nombre d'espèces répertoriées est le moins élevé. On y recense 32 espèces de poissons, alors qu'on en compte respectivement 41 et 39 dans les secteurs B et C. C'est une caractéristique propre aux secteurs estuariens, où les nombres d'espèces diminuent des zones marines vers les zones dessalées, alors que les densités peuvent être élevées dans ces dernières, la productivité biologique y étant généralement très forte. Il est également possible de caractériser ces différents

secteurs par les espèces ayant les pourcentages d'occurrence* les plus élevés. Le secteur C s'oppose aux secteurs A et B par une plus faible quantité d'espèces dont l'occurrence est supérieure à 50 %. Parmi celles-ci figurent le dragonnet (*Callionymus lyra*), la petite sole jaune (*Buglossidium luteum*) et la limande (*Limanda limanda*). Ces espèces ne pénètrent pas en milieu dessalé et peuvent être considérées comme caractéristiques de ce secteur plus marin de l'estuaire. Elles sont présentes dans pratiquement tous les échantillons recueillis dans ce secteur C. Le secteur A est caractérisé par des espèces qui pénètrent dans l'estuaire et qui remontent plus ou moins vers l'amont. La sole (*Solea solea*), le flet (*Platichthys flesus*), le hareng (*Clupea harengus*) et le bar (*Dicentrarchus labrax*) figurent parmi celles-ci. Le secteur B, dans lequel le nombre d'espèces est le plus élevé, constitue une zone de transition entre mer et estuaire. On y rencontre des espèces caractéristiques des secteurs A et C, auxquelles s'ajoute la plie (*Pleuronectes platessa*). Les gobies (Gobiidae) se distinguent de toutes les autres espèces par des taux d'occurrence très élevés dans tous les secteurs de l'estuaire aval.

3.3.2. Organisation temporelle

Des échantillonnages effectués de façon régulière au cours de l'année par la CSLN, ont permis de mettre en évidence des variations saisonnières de distribution de ces mêmes peuplements de poissons au sein de l'estuaire aval (Figure 29). Malgré l'existence de fortes fluctuations entre les années, les indices d'abondance exprimés en



GIP Seine Aval 2010 - Source des données : Ifremer

Figure 28 : Structuration spatiale des peuplements de poissons échantillonnés dans le secteur de l'estuaire de Seine ; a) nombre d'espèces de poisson par secteur ; b) occurrences d'apparition des espèces par rapport au nombre total d'échantillons recueillis dans le secteur.

CPUE apparaissent régulièrement plus élevés en période estivale. Les pics d'abondance sont observés à la fin du printemps - début d'été pour la sole et le gobie nonnat. Pour les clupéidés (hareng et sprat), l'éperlan et le gobie buhotte, ils le sont pendant les mois d'été (Figure 30).

Le refroidissement automnal des masses d'eau peu profondes, ainsi que la baisse de salinité en période de crue, ont une influence sur la distribution des poissons. Certains d'entre eux migrent vers les eaux du large, plus profondes, qui sont à la fois plus chaudes et moins dessalées.

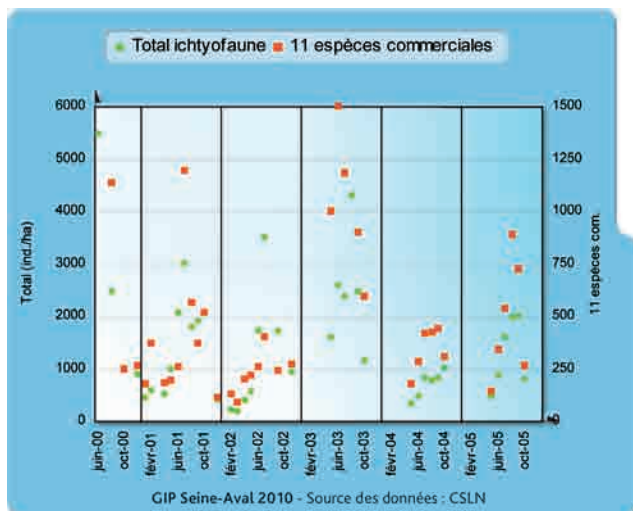


Figure 29 : Evolution temporelle des abondances numériques moyennes de l'ichtyofaune totale (bleu) et onze espèces d'intérêt commercial (orange), exprimées en CPUE sur le périmètre du suivi Port 2000 entre juin 2000 et octobre 2005.

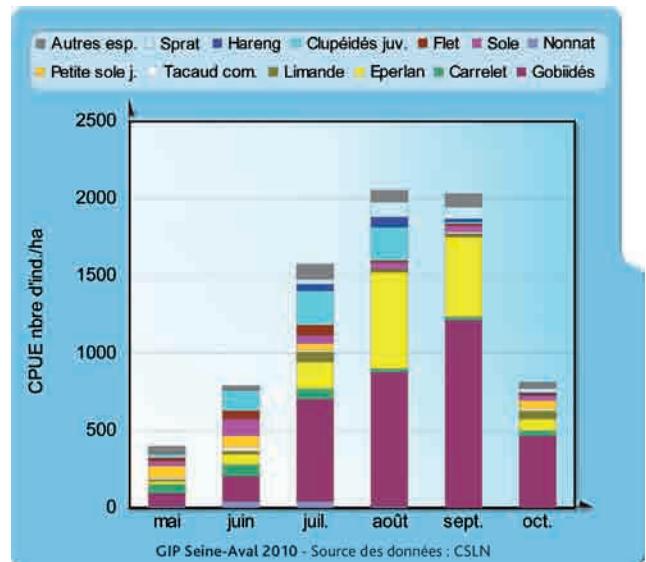


Figure 30: Evolution mensuelle des abondances exprimées en CPUE pour les effectifs (Nbre d'ind./ha) sur le périmètre de suivi de « Port 2000 » pour les six campagnes de 2005.

3.3.3. L'estuaire, un lieu de passage

La plupart des poissons échantillonnés dans l'estuaire de la Seine, ou à proximité de celui-ci, n'y sont présents que pendant une partie de leur cycle biologique. Certains poissons marins passent leur première année de vie à proximité de l'estuaire, en secteur peu profond, profitant de la forte productivité du milieu sans toutefois pénétrer dans les eaux dessalées. C'est le cas par exemple des jeunes limandes que l'on peut capturer dans des secteurs de bathymétrie < 10 m mais qui ne pénètrent pas ou très peu dans les eaux de salinité inférieure à 32‰.

D'autres rentrent dans l'estuaire plus ou moins dessalé pour y effectuer une partie de leur cycle biologique correspondant généralement à la phase juvénile. Après la ponte et la fécondation, qui ont généralement lieu au

large, puis une phase de vie larvaire pélagique qui les conduit vers la côte, les juvéniles s'installent dans les baies et estuaires et y séjournent pendant un ou deux ans. C'est le cas de bon nombre d'espèces comme par exemple, la sole, la plie, le bar et le hareng (Figure 31).

L'estuaire constitue également un lieu de passage entre la mer et le fleuve pour les espèces amphihalines précédemment décrites (§ 3.2)

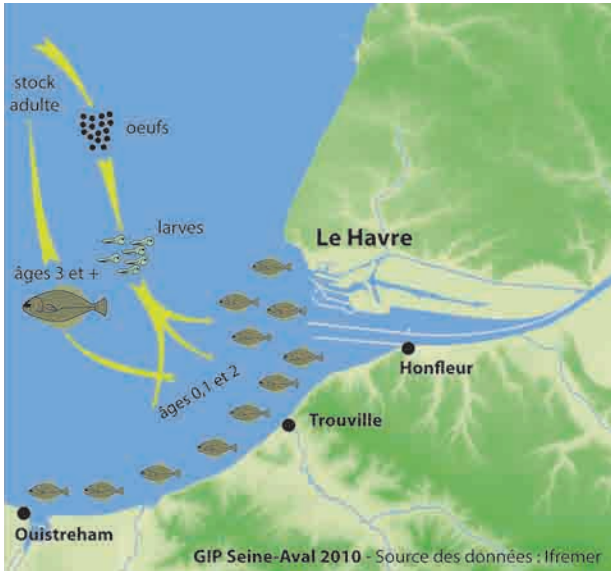


Figure 31 : Cycle biologique d'un poisson plat qui séjourné en estuaire pendant les premières années de vie.

3.3.4. L'estuaire, un secteur de nurricerie* pour les juvéniles

Les poissons échantillonnés en secteur estuarien subtidal et intertidal sont en majorité des juvéniles de moins de deux ans (Figure 32). Ce milieu propice à leur développement et à leur survie joue, pour ces poissons, un rôle de nurricerie. Les individus de moins de deux ans sont particulièrement abondants dans les fonds de moins de 10 m qui apparaissent comme les plus favorables à leur développement (Figure 33).

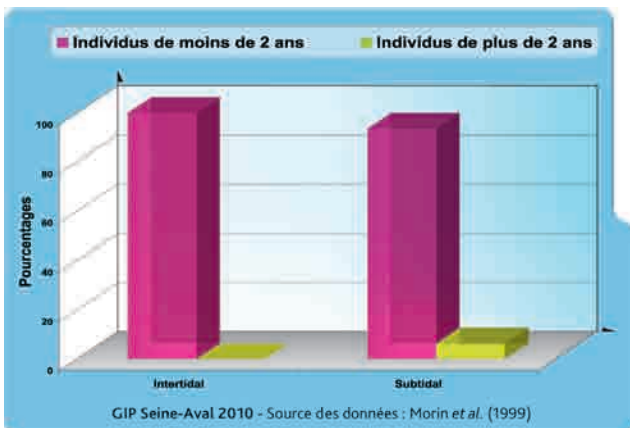
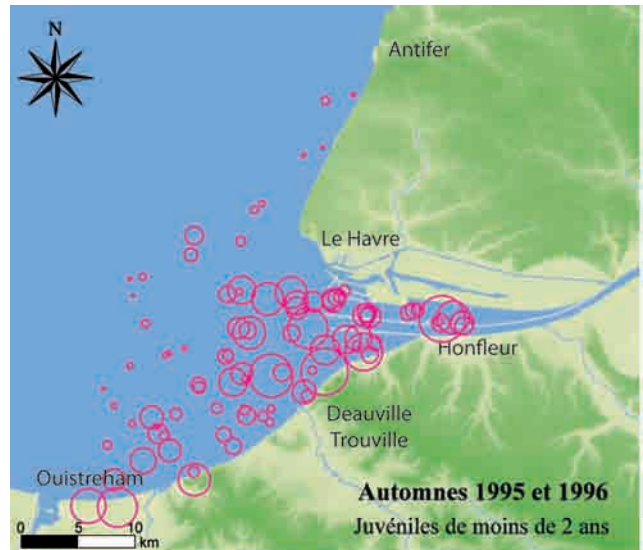


Figure 32: Proportions de juvéniles et d'adultes de poissons d'espèces commerciales dans les échantillons récoltés à l'automne.



GIP Seine-Aval 2010 - Source des données : Morin et al., 1999

Figure 33 : Indices d'abondance des juvéniles de moins de deux ans (poissons d'espèces commerciales), en domaine subtidal, à l'automne (1995-1996) – Nombres/1000m²

La zone intertidale, pour sa part, se distingue par la présence exclusive d'individus de moins d'un an dont la taille est inférieure à celle des poissons de la même classe d'âge pêchés plus au large. Les distributions de tailles des jeunes bars, par exemple, présentent un mode (qui correspond à la fréquence la plus élevée) voisin de 10 mm en secteur subtidal alors que celui-ci n'est que de 7 mm en domaine intertidal (Figure 34). Les vasières intertidales jouent, par conséquent, un rôle important dans l'accueil des plus jeunes individus et constituent un maillon essentiel du système composite qu'est une nurricerie de poissons.

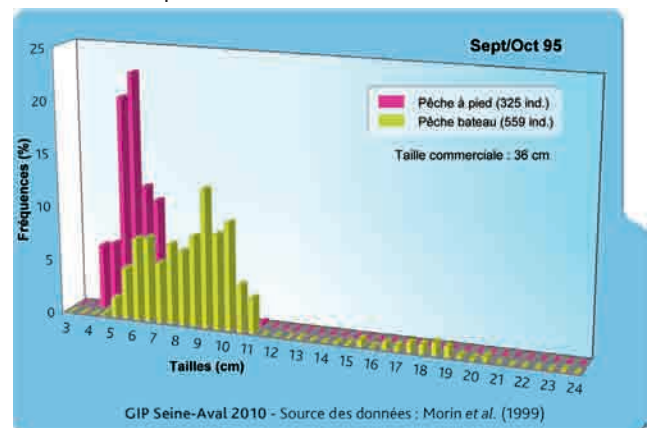


Figure 34: Histogramme de distribution des tailles de bars capturés à l'automne en secteurs intertidal et subtidal en 1995.

3.3.5. Pourquoi les juvéniles de poissons séjournent dans l'estuaire de la Seine ?

Le phénomène de concentration de juvéniles en secteur estuarien répond à des exigences éco-physiologiques de croissance et de survie. L'estuaire de la Seine et ses abords directs constituent un ensemble très favorable aux juvéniles de nombreuses espèces parmi lesquelles on peut citer la sole, la plie, le flet, l'éperlan, le bar, le hareng et le sprat ou encore le tacaud commun.

L'estuaire, de par ses caractéristiques environnementales (cf. § 2.3) et sa richesse biologique, fournit les conditions favorables à la croissance et la protection contre les prédateurs et apporte une nourriture adaptée et abondante.

La température, plus élevée en été dans les secteurs peu profonds, est un facteur favorable à l'installation des juvéniles sur les nourriceries. Elle entraîne notamment une augmentation du métabolisme (alimentation et croissance). Le faible hydrodynamisme des estuaires, qui en fait des sites abrités et calmes, est également propice à la nutrition et à la croissance des jeunes poissons. Les sédiments fins et vaseux qui s'y déposent sont favorables à l'implantation de proies benthiques et de juvéniles de poissons. Ils permettent aussi l'enfouissement des juvéniles qui sont ainsi protégés des prédateurs.

L'estuaire de la Seine offre une grande disponibilité en proies benthiques, mais également supra-benthiques et pélagiques. A l'embouchure du fleuve, les poissons plats benthiques présentent une très forte relation trophique avec la faune benthique : vers annélides (*Hediste diversicolor*, *Pectinaria koreni*), mollusques bivalves (*Abra alba*), petits crustacés (*Corophium spp.*). Les autres poissons, comme les jeunes bars, montrent également une grande affinité envers les proies benthiques des milieux intertidaux (*Corophium spp.*). La crevette grise (*Crangon crangon*), constitue également une proie largement consommée par les jeunes bars et les jeunes tacauds présents en secteur subtidal. Elle peut également contribuer à l'alimentation des juvéniles de sole, de plie et de flet. La crevette grise constitue un maillon très important de la chaîne

trophique dans l'estuaire. L'alimentation des jeunes poissons évolue au fur et à mesure de leur croissance (Bessineton *et al.*, 1999). Au cours de la première année, plusieurs écophases peuvent être distinguées suivant l'évolution géographique des habitats exploités pour se nourrir. Ainsi, durant les premiers mois, l'alimentation peut provenir essentiellement de la zone intertidale (plie, bar). Au sortir du premier hiver, les proies consommées caractérisent une fréquentation accrue du domaine subtidal. Cela signifie que la qualité d'une nourricerie peut être appréciée par la diversité de milieux juxtaposés et suffisamment productifs, qui permettent aux jeunes poissons de satisfaire l'ensemble de leurs besoins dans un temps et un espace géographique limités. Dans cet ensemble, les zones intertidales constituent un maillon essentiel.

L'ensemble des facteurs favorables à l'installation d'une nourricerie montre que la fonctionnalité d'un système estuarien dépend du réseau complexe de relations existant entre le monde vivant et le milieu environnant. La juxtaposition de milieux différents tels que par exemple, vasières intertidales et vasières subtidales, permet aux poissons, dont les exigences varient rapidement du fait de leur croissance, d'accomplir une partie de leur cycle biologique dans un espace géographiquement restreint. De par leur complexité et leur surface limitée, ces milieux estuariens sont très fragiles, d'autant plus que leur évolution est forcée par l'homme. On constate en effet, depuis plusieurs années, une régression de leur étendue qui a des conséquences sur leur fonctionnalité.

Les filandres intertidales

Qu'est-ce qu'une filandre ?

La vasière nord constitue le plus vaste espace intertidal de l'estuaire de la Seine. Son évolution morphologique s'inscrit dans la tendance globale au comblement de l'estuaire, avec une diminution de la surface de slikke* qui est passée de 1000 ha en 1974 à 255 ha en 1997 (Lesourd, 2000). Cette dynamique se traduit, dans les secteurs déjà les plus hauts, par le creusement spontané de chenaux de marée perpendiculaires à l'axe du fleuve. Ces chenaux, dénommés «filandres», drainent à chaque marée les eaux d'un petit bassin versant, qui peut se prolonger, ou être totalement inclus, dans le schorre*. Malgré leurs spécificités géomorphologiques, et notamment leur fort degré d'exondation à basse mer, la classification «Natura 2000» range ces milieux au sein de l'habitat générique «estuaire» (1130). Ils se rattachent aux habitats intertidaux meubles dans la classification d'Elliott et Hemingway (cf. §2.3.).

Variabilité de ces habitats dans l'estuaire aval

On dénombre actuellement 54 filandres sur la rive nord de l'estuaire, depuis Port 2000 jusqu'au Pont de Tancarville. Sur la rive sud du fleuve, qui a été totalement endiguée entre Honfleur et le débouché de la Risle, il en existe seulement deux qui débouchent directement dans la Seine à proximité de l'Epi de la Roque (pk 342). La surface totale de ces écotones* est de 47 ha, soit une moyenne

de 0,84 ha par filandre. Celles qui se trouvent en aval du Pont de Normandie sont relativement homogènes sur ce plan (1,3 ha \pm 0,8). Il n'en est pas de même à l'amont où l'on constate la coexistence de nombreux petits chenaux (0,2 ha \pm 0,4) avec quelques systèmes plus vastes (8,0 ha \pm 3), respectivement dénommés d'ouest en est : grande filandre, filandre artificielle et crique "Tignol".

Ces chenaux ont une profondeur qui s'accroît généralement vers leur embouchure. Leur pôle apical est étroit et présente une section en «V», qui évolue progressivement vers un profil en «U» et une largeur qui peut atteindre plus de 50 m à leur connexion avec le chenal nord ou directement avec le fleuve. Ils peuvent avoir un tracé rectiligne sur la vasière ou donner lieu à une ramification complexe accompagnée d'un caractère méandrique. L'altitude des débouchés de filandres conditionne généralement la hauteur d'eau à pleine mer. En vive eau, la colonne d'eau peut atteindre 5 m dans les plus grands systèmes (Tignol), mais d'autres peuvent n'être que très faiblement immergés en morte eau, comme c'est le cas sur la «crique Connard» en rive sud, dont la pente est remarquablement faible. La salinité à pleine mer y évolue de façon classique selon l'axe du fleuve. On passe d'un domaine polyhalin*, à l'aval du Pont de Normandie, à un domaine mésosalin* à oligohalin*, à l'amont de celui-ci.

Le bar commun – *Dicentrarchus labrax* (Linné, 1758)

Le bar commun, *Dicentrarchus labrax* (Perciforme, Moronidae)(Linné,1758)⁸, est réparti en Atlantique Nord-Est de la Norvège au Maroc, en Méditerranée et en Mer Noire.



Figure 1 : Le bar commun

Le bar est un poisson eurytherme et euryhalin, capable de supporter de grands écarts de température (de 2°C à 32°C) et de grandes variations de salinité (de 0.5‰ à plus de 40‰). Il se rencontre aussi bien en eaux saumâtres, au niveau de l'embouchure des estuaires, qu'en zones côtières ou en pleine mer. Cependant, il affectionne plus particulièrement les zones agitées dont les eaux sont riches en oxygène. On pourra donc le trouver le long des côtes rocheuses battues par la mer (Fritsch, 2005).

Des migrations saisonnières entre la Manche Est et la Manche Ouest, liées notamment à la ponte, ont été mises en évidence à partir de marquages réalisés sur les côtes anglaises et sur les zones de reproduction offshore. En hiver, le bar adulte se concentre en Manche Ouest. Il migre à partir du mois d'avril pour se distribuer très largement de la Mer du Nord à la Mer d'Irlande puis il effectue à l'automne une migration de retour vers sa zone d'hivernage. L'aire de ponte, tout d'abord observée en Manche-ouest centrale, en mars-avril, s'étend à la Manche Est en avril-mai. Des secteurs de ponte supplémentaires ont été observés dans les eaux côtières de la Manche Est. A ces grandes migrations s'ajoutent des déplacements saisonniers liés semble-t-il à la température de l'eau. Les juvéniles passent des zones de l'amont des estuaires l'été, aux zones situées plus en aval et plus profondes en hiver, à la recherche d'eaux plus chaudes.

Le bar présente une croissance lente, un âge de première maturité sexuelle tardif (environ 6 ans) et une forte longévité (plus d'une vingtaine d'années). Ces paramètres biologiques varient cependant en fonction du milieu environnant, notamment la température. Par exemple, à l'âge de 5 ans, la taille moyenne des femelles est de 54 cm en Méditerranée et de 40 cm sur les côtes bretonnes. La taille moyenne des mâles est de 48 cm en Méditerranée et de 39 cm en Bretagne. (Gallet et Cazaubon, 1998).

Les œufs sont pélagiques. Les larves se rapprochent des côtes en grandissant, et lorsqu'elles atteignent une taille de 15 mm, elles nagent activement vers les zones de nurseries situées dans les estuaires et les baies. Les juvéniles y séjournent pendant un ou deux ans avant de rejoindre les eaux côtières plus profondes. Les jeunes de moins de deux ans sont abondants dans les fosses nord et sud de l'estuaire de la Seine, avec une forte concentration d'individus de moins d'un an en secteur intertidal. Dans ces secteurs de nurseries, les jeunes bars trouvent des conditions favorables à leur développement, notamment une nourriture adaptée. Ils consomment presque exclusivement de petits crustacés. Bien qu'il se nourrissent également de mysidacés et de *Corophium*, le bar est largement dépendant du stock de crevettes grises présent en estuaire de Seine (Bessineton *et al.*, 1997). La survie des juvéniles est par ailleurs fortement conditionnée par les basses températures hivernales.

La croissance du bar varie en fonction des facteurs environnementaux. Les bars des eaux plus froides ont une croissance plus lente, une maturité tardive et une longévité plus grande que ceux des eaux tempérées. La croissance est plus rapide chez la femelle. Les plus grands individus rencontrés sont des femelles de plus de 80 cm d'un âge de 18 à 20 ans.

Les juvéniles observés en estuaire de Seine constituent, au moins en partie, le renouvellement du stock d'adultes qui se déplacent entre la Manche et la mer du Nord.

En France, plus de 5000 tonnes sont capturées chaque année par la pêche professionnelle française. En 2007, les captures réalisées par la pêche récréative seraient du même ordre de grandeur (Morizur *et al.*, 2005).

En baie de Seine orientale, ce poisson à valeur commerciale très élevée, est pêché principalement à l'aide de filets maillants et à la ligne de traîne, le long des côtes et à proximité des estuaires. Il est également pêché au chalut à proximité des épaves.

Les stocks de bar de Mer du Nord et de Manche ne présentent pas de signes de surexploitation. Toutefois, à titre de précaution, le CIEM⁹ considère que l'effort de pêche ne doit pas augmenter. Contrairement à d'autres espèces, la pêche du bar est actuellement non soumise à TACs et quotas, mais des mesures techniques réglementaires existent. La taille minimale de capture est actuellement fixée à 36 cm (en dessous de la taille de première reproduction) et les maillages minimum réglementaires sont de 80 mm pour les engins traînants (chaluts) et de 90 mm pour les filets fixes.

8 Fiche réalisée d'après Quérou, 1997, Ifremer/Le Marin, 2003, Ifremer/Maff 1993, Bessineton *et al.*, 1994, Bessineton *et al.*, 1997, Morin *et al.*, 1999, Morizur et Drogou (com. pers.)

9 CIEM : Conseil International pour l'Exploration de la Mer. Créée en 1902, cette organisation initie et coordonne les travaux de recherche marine dans l'Atlantique-Nord. Le CIEM exerce également une fonction d'avis et d'expertise auprès des Etats membres de l'Union Européenne dans le domaine des ressources marines et des pêcheries.

La plie commune – *Pleuronectes platessa* (Linné, 1758)

La plie commune, *Pleuronectes platessa* (Pleuronectiforme, Pleuronectidae)(Linné, 1758)¹⁰, est répartie en Atlantique Nord-est, du nord de la Norvège au Maroc et en Méditerranée.



Figure J : La plie commune

Cette espèce, appelée communément carrelet, peut être confondue avec d'autres poissons plats, notamment la limande et le flet. Contrairement à ce dernier elle ne possède pas de tubercules épineux à la base des nageoires dorsale et anale. Elle se distingue de la limande par la présence de 4 à 7 protubérances osseuses sur la région postérieure de la tête et par le tracé de la ligne latérale à peine courbé au niveau des nageoires pectorales.

La plie est un poisson benthique qui vit de préférence sur les fonds de sable, de vase ou de graviers. Elle se nourrit principalement le jour, d'organismes vivant sur le fond (annélides polychètes, mollusques bivalves). En Manche Est, la plie atteint sa maturité sexuelle à l'âge de 3-4 ans, à une taille voisine de 30 cm. La reproduction a lieu en hiver au milieu de la Manche. Les déplacements des adultes peuvent être importants. Environ 20 à 30% des reproducteurs rencontrés en Manche Est viennent de la mer du Nord (Houghton & Harding, 1976). Ils y retournent ensuite, les plies suivant très fidèlement leurs routes migratoires entre leur lieu de vie et leur lieu de reproduction (Hunter *et al.*, 2003). Les plies vivant toute l'année en Manche Est effectuent une migration de ponte vers le large en hiver, et reviennent au printemps vers les eaux plus côtières.

Les œufs, puis les larves vivent une phase pélagique d'une quarantaine de jours avant de rejoindre le littoral et de s'adapter à la vie benthique. Les juvéniles passent les deux premières années de leur vie, généralement sur les fonds de moins de 10 mètres, dans les secteurs de nourriceries côtières et estuariennes, avant de migrer vers le large.

Les juvéniles, dont la croissance est rapide, atteignent une taille de 12 à 14 cm en fin de première année. Les femelles grandissent ensuite plus vite que les mâles, et peuvent atteindre des tailles dépassant 60 cm. La longévité est également différente, elle peut atteindre 24 ans pour la femelle et 12 ans pour le mâle.

Les plies présentes en Manche sont considérées comme appartenant à trois stocks imbriqués, ceux de Manche Ouest, de Manche Est et de mer du Nord. Cette espèce est capturée par les chalutiers hauturiers en hiver et par les petits chalutiers et fileyeurs côtiers le reste de l'année. Elle fait rarement l'objet d'une pêche dirigée, mais constitue surtout une prise accessoire de l'exploitation de la sole. Elle représente cependant une espèce commerciale importante pour les ports de l'estuaire de la Seine. Les captures annuelles effectuées sur l'ensemble de la Manche Est sont voisines de 3000 tonnes (2006), les quantités débarquées par les flottilles françaises étant voisines de 1500 tonnes (2006). (Source CIEM : Fiche ACFM 2008). Ces productions ont diminué de plus de moitié par rapport aux captures enregistrées à la fin des années 1990.

En raison d'une évaluation insuffisamment fiable, aucun avis sur l'état du stock de plie de Manche Est n'est actuellement donné par le CIEM. Cependant, les données statistiques montrent que la biomasse de reproducteurs a diminué lors des 15 dernières années, et que le niveau atteint en 2008 est considéré comme faible (Source CIEM : Fiche ACFM 2008). Un quota de captures est fixé chaque année, après évaluation du stock : 4646 tonnes en 2009 pour l'ensemble de la Manche (VIIde), dont 2534 tonnes pour la France.

D'autres mesures réglementaires sont également mises en œuvre dans le but d'assurer un renouvellement normal de ce stock. La taille minimum de débarquement est fixée à 27 cm et les chaluts utilisés doivent avoir un maillage minimal de 80 mm (maille étirée). Depuis 2002 le maillage minimum des filets fixes est fixé à 100 mm, bien qu'une dérogation permette d'utiliser un maillage de 90 mm depuis cette date. De plus, dans le cadre du plan de restauration du cabillaud, un Règlement Communautaire de 2004 impose aux navires pêchant en Manche Est une limitation du nombre de jours de mer autorisés en fonction du type d'engin de pêche utilisé. (Source : CIEM. Fiche ACFM 2008).

¹⁰ Fiche réalisée d'après Quéro, 1997 et Ifremer/Le Marin, 2001, Ifremer/Maff 1993, Bessineton *et al.*, 1994, Bessineton *et al.*, 1997, Morin *et al.*, 1999, Vigneau (com. pers.).

La sole commune – *Solea solea* (Linné, 1758)

La sole commune, *Solea solea* (Pleuronectiforme, Soléidae)(Linné, 1758)¹¹, est présente en Atlantique est, du sud de la Norvège au Sénégal, en Méditerranée, mer de Marmara et mer noire.



Figure K : La sole commune

Cette espèce benthique vit de préférence sur les fonds meubles constitués de sédiments fins (sable, sable vaseux ou vase) dans lesquels elle s'ensable ou s'envase pendant le jour. Elle chasse la nuit et se nourrit d'organismes vivant sur le fond (petits crustacés, annélides polychètes, bivalves, ...).

En Manche, la sole atteint sa maturité sexuelle à l'âge de trois ans (26 cm) et se reproduit dans les eaux côtières, entre février et fin juin, avec un maximum en avril-mai. Les œufs et larves vivent une phase pélagique d'environ deux à trois semaines qui précède la métamorphose. Les alevins s'adaptent ensuite à la vie benthique, en secteur littoral ou estuarien (sur des fonds de moins de 10 mètres), dans des eaux de salinité comprise entre 33‰ et 20‰. Les jeunes soles nées au printemps peuvent être observées à partir du mois de juin en estuaire de Seine où elles vont passer les deux premières années de leur vie. Une croissance rapide au cours du premier été leur permet d'atteindre une taille moyenne de 8 à 9 cm en septembre. Les soles échantillonnées dans ce secteur sont majoritairement des juvéniles de groupe 0 (G0 : individus de moins de 1 an) et de groupe 1 (G1 : individus ayant entre 1 et 2 ans). Leur densité est plus élevée à l'intérieur et à l'embouchure de l'estuaire, sur les fonds de sédiments fins sablo-vaseux situés à l'intérieur de la sonde des 10 mètres.

Lorsqu'ils seront âgés de plus de 2 ans, ces juvéniles migreront vers le large et contribueront au renouvellement du stock de soles de Manche Est, comme les juvéniles provenant des autres secteurs de nurseries (Baie de Somme, côtes anglaises, ...). La croissance de la sole adulte est plus rapide pour la femelle que pour le mâle. Avec une taille maximale de 70 cm, la longévité de la sole est importante, elle peut atteindre 27 ans pour la femelle et 24 ans pour le mâle.

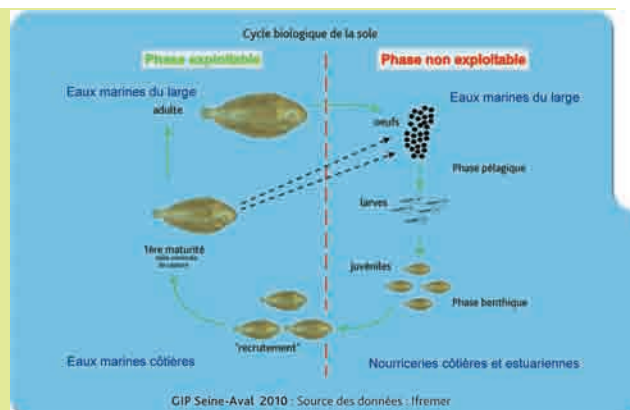


Figure L : Le cycle biologique de la sole

La sole est une espèce cible très importante pour les flottilles de Manche Est (première espèce débarquée en valeur) avec une production annuelle voisine de 5000 tonnes. La capture s'effectue au chalut à perche, au chalut de fond ou au filet (filet droit ou trémail). Le grand intérêt commercial de la sole en fait une des principales sources de revenu des trémailleurs et chalutiers de la baie de Seine.

Le stock de soles de Manche Est est considéré comme étant dans ses limites de sécurité biologique mais présentant un risque d'exploitation non soutenable. Un quota de captures est fixé chaque année, après évaluation du stock par les experts scientifiques (5274 tonnes en 2009, pour l'ensemble des pêcheries de la Manche Est (VIIId), dont 2840 tonnes pour la France).

D'autres mesures réglementaires sont également mises en œuvre pour assurer le renouvellement normal de ce stock. Toute sole débarquée doit avoir une taille égale ou supérieure à 24 cm et les chaluts utilisés pour sa capture doivent avoir un maillage d'au moins 80 mm (maille étirée). Depuis 2002, les filets fixes doivent avoir un maillage de 100 mm, bien qu'une dérogation à 90 mm existe depuis cette date. De plus, dans le cadre du plan de restauration du cabillaud, un Règlement Communautaire de 2004 impose aux navires pêchant en Manche-Est une limitation du nombre de jours de mer autorisés en fonction du type d'engin de pêche utilisé. (Source : CIEM. Fiche ACFM 2008).

11 Fiche réalisée d'après Quéro, 1997 et Ifremer/Le Marin, 2000, Ifremer/Maff 1993, Bessineton et al., 1994, Bessineton et al., 1997, Morin et al., 1999, Vigneau (com. pers.).

Liste des espèces de poissons recensées dans le cadre du programme scientifique Seine Aval par la CSLN et l'IFREMER.

⊙ Espèces présentes également dans les chenaux transverses intertidaux (filandres)

☐ Espèces présentes uniquement au large (fonds compris entre -5m et -20m)

Domaine halin / Secteur géographique		Limnique à mésosalin (Poses à la Risle) CSLN (2002-2005) Composite	Mésosalin à sonde -5m CSLN 2000-2003 CP2m	Polyhalin à sonde -20m IFREMER 1995-2002 CP3m
Dulçaquicoles (N = 31)				
1	Ablette	<i>Alburnus alburnus</i>	•	⊙
2	Barbeau fluviatile	<i>Barbus barbus</i>	•	
3	Bouvière	<i>Rhodeus amarus</i>	•	
4	Brème commune	<i>Abramis brama</i>	•	⊙
5	Brème bordelière	<i>Blikka bjoerkna</i>	•	⊙
6	Brochet	<i>Esox lucius</i>	•	
7	Carassin commun	<i>Carassius carassius</i>		⊙
8	Carassin argenté	<i>Carassius gibelio</i>	•	
9	Carassin doré	<i>Carassius auratus</i>	•	
10	Carpe commune	<i>Cyprinus carpio</i>	•	⊙
11	Chabot commun	<i>Cottus gobio</i>	•	
12	Chevaine	<i>Leuciscus cephalus</i>	•	
13	Epinochette	<i>Pungitius pungitius</i>	•	⊙
14	Gardon	<i>Rutilus rutilus</i>	•	
15	Goujon	<i>Gobio gobio</i>	•	
16	Grémille	<i>Gymnocephalus cernuus</i>	•	
17	Ide mélanote	<i>Leuciscus idus</i>	•	
18	Loche franche	<i>Nemacheilus barbatulus</i>	•	
19	Nase / Hotu	<i>Chondrostoma nasus</i>	•	⊙
20	Ombre commun	<i>Thymallus thymallus</i>	•	
21	Perche commune	<i>Perca fluviatilis</i>	•	⊙
22	Perche soleil	<i>Lepomis gibbosus</i>	•	⊙
23	Pseudorasbora	<i>Pseudorasbora parva</i>	•	
24	Rotengle	<i>S. erythrophthalmus</i>	•	
25	Sandre	<i>Stizostedion lucioperca</i>	•	⊙
26	Spirilin	<i>Alburnoïdes bipunctatus</i>	•	
27	Tanche	<i>Tinca tinca</i>	•	
28	Truite fario	<i>Salmo trutta fario</i>	•	
29	Truite arc en ciel	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	•	
30	Vairon	<i>Phoxinus phoxinus</i>	•	
31	Vandoise	<i>Leuciscus leuciscus</i>	•	⊙
Migratrices amphihalines (N = 10)				
32	Alose feinte	<i>Alosa fallax</i>	•	⊙
33	Anguille	<i>Anguilla anguilla</i>	•	⊙
34	Eperlan	<i>Osmerus eperlanus</i>	•	⊙
35	Esturgeon	<i>Acipenser baeri</i>	•	
36	Flet	<i>Platichthys flesus</i>	•	⊙
37	Lamproie fluviatile	<i>Lampetra fluviatilis</i>	•	•
38	Lamproie marine	<i>Petromyzon marinus</i>	•	
39	Truite de mer	<i>Salmo trutta trutta</i>	•	
40	Mulet porc	<i>Liza ramada</i>	•	⊙
41	Saumon atlantique	<i>Salmo salar</i>	•	
Résidents estuariens (N = 9)				
42	Chabosseau de mer	<i>Myoxocephalus scorpius</i>	•	
43	Epinoche	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	•	⊙
44	Epinoche de mer	<i>Spinachia spinachia</i>		⊙
45	Gobie buhotte	<i>Pomatoschistus minutus</i>	•	⊙
46	Gobie tacheté	<i>Pomatoschistus microps</i>	•	⊙
47	Gobie nonnat	<i>Aphia minuta</i>	•	⊙
48	Gonnelle	<i>Pholis gunnellus</i>	•	
49	Souris de mer	<i>Agonus cataphractus</i>	•	•
50	Syngnathus perçat	<i>Syngnathus rostellatus</i>	•	⊙

Domaine halin / Secteur géographique Organisme Période Technique d'échantillonnage			Limnique à mésosalin (Poses à la Risle) CSLN (2002-2005) Composite	Mésosalin à sonde -5m CSLN 2000-2003 CP2m	Polyhalin à sonde -20m IFREMER 1995-2002 CP3m
Marines (N = 55)					
51	Anchois	<i>Engraulis encrasicolus</i>		⊙	•
52	Arnoglosse	<i>Arnoglossus laterna</i>			▣
53	Athérine	<i>Atherina presbyter</i>	•	⊙	•
54	Bar commun	<i>Dicentrarchus labrax</i>	•	⊙	•
55	Barbue	<i>Scophthalmus rhombus</i>		•	•
56	Blennie gattorugine	<i>Parablennius gattorugine</i>		•	•
57	Plie commune	<i>Pleuronectes platessa</i>		•	•
58	Chabot buffle	<i>Taurulus bubalis</i>		•	•
59	Chinchard	<i>Trachurus trachurus</i>		•	•
60	Dorade grise / Grisette	<i>Spondyliosoma cantharus</i>			▣
61	Dragonnet	<i>Callionymus lyra</i>		•	•
62	Emissole tachetée	<i>Mustelus asterias</i>			▣
63	Gluette barbier	<i>Lepadogaster lepadogaster</i>			▣
64	Gluette ventouse	<i>Apletodon dentatus</i>			▣
65	Gobie nageur	<i>Gobiusculus flavescens</i>		•	
66	Gobie noir	<i>Gobius niger</i>			•
67	Gobie varié	<i>Pomatoschistus pictus</i>		•	
68	Grondin camard	<i>Chelidonichthys lastoviza</i>			▣
69	Grondin gris	<i>Chelidonichthys gurnardus</i>			▣
70	Grondin perlon	<i>Chelidonichthys lucerna</i>		•	•
71	Hareng	<i>Clupea harengus</i>	•	⊙	•
72	Hippocampe à nez court	<i>Hippocampus hippocampus</i>		•	•
73	Lançon commun	<i>Hyperoplus lanceolatus</i>		•	•
74	Lançon équille	<i>Ammodytes tobianus</i>	•	⊙	•
75	Lieu jaune	<i>Pollachius pollachius</i>	•	⊙	•
76	Limace anicotte	<i>Liparis montagui</i>		•	
77	Limande commune	<i>Limanda limanda</i>	•	•	•
78	Loquette d'Europe	<i>Zoarces viviparus</i>		•	•
79	Maquereau	<i>Scomber scombrus</i>		•	•
80	Merlan	<i>Merlangius merlangus</i>		•	•
81	Morue commune	<i>Gadus morhua</i>		•	•
82	Motelle à 5 barbillons	<i>Ciliata mustela</i>	•	•	•
83	Mulet doré	<i>Liza aurata</i>		•	
84	Orphie commune	<i>Belone belone</i>		•	•
85	Tacaud commun	<i>Trisopterus luscus</i>		•	•
86	Petit tacaud	<i>Trisopterus minutus</i>		•	▣
87	Petite sole jaune	<i>Buglossidium luteum</i>		•	•
88	Petite vive	<i>Echiichtys vipera</i>		•	•
89	Raie bouclée	<i>Raja clavata</i>		•	•
90	Raie douce	<i>Raja montagui</i>			▣
91	Raie blanche	<i>Rostroraja alba</i>			▣
92	Rouget barbet	<i>Mullus surmuletus</i>			▣
93	Rouquié	<i>Ctenolabrus rupestris</i>		•	
94	Roussette (grande)	<i>Scyliorhinus stellaris</i>		•	
95	Roussette (petite)	<i>Scyliorhinus canicula</i>		•	•
96	Saint pierre	<i>Zeus faber</i>			▣
97	Sardine	<i>Sardina pilchardus</i>	•	•	•
98	Sole commune	<i>Solea solea</i>	•	⊙	•
99	Sole perdrix	<i>Microchirus variegatus</i>			▣
100	Sole-pole claire	<i>Pegusa lascaris</i>		•	•
101	Sprat	<i>Sprattus sprattus</i>	•	⊙	•
102	Syngnathe aiguille	<i>Syngnathus acus</i>		•	•
103	Turbot	<i>Psetta maxima</i>		•	•
104	Vieille	<i>Labrus bergylta</i>		•	•
105	Vractor	<i>Symphodus sp</i>	•	•	
Total			57	68	51

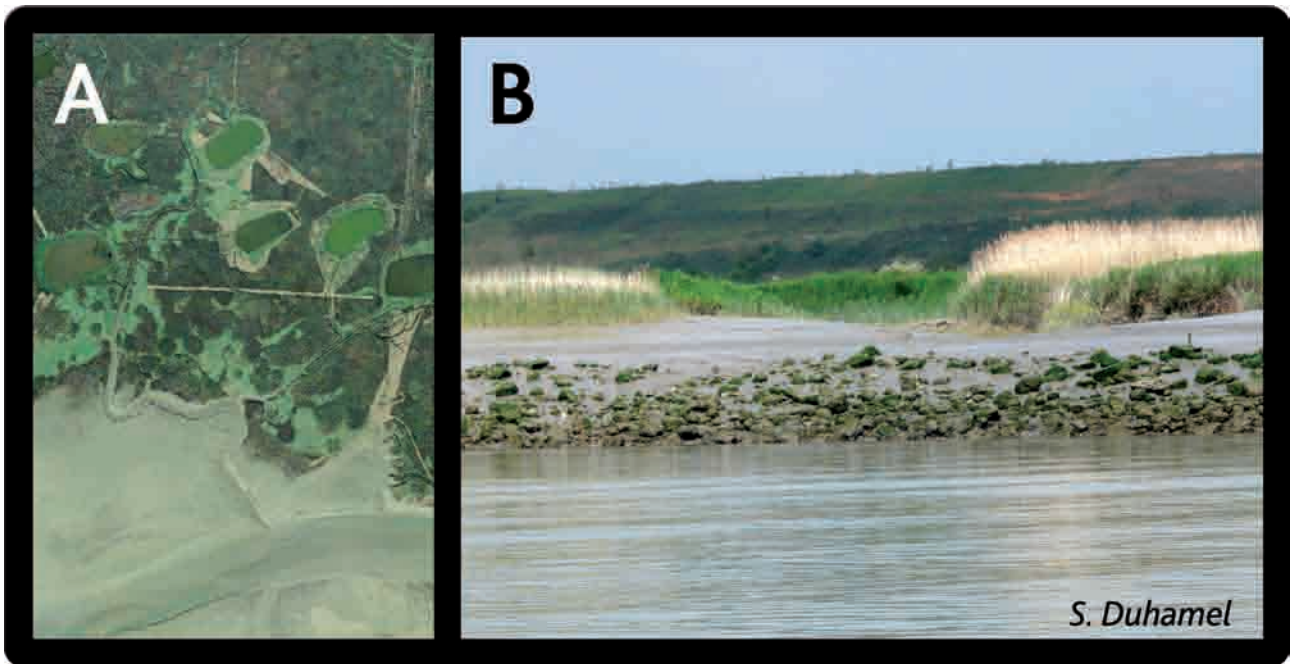


Figure M : Filandres (crédit photo A : GPMH)

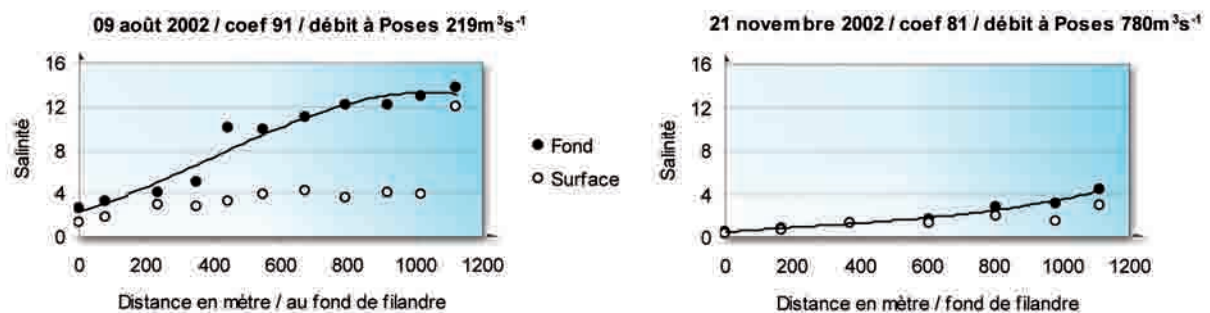
A cette évolution longitudinale se superpose un gradient latéral et une diminution de la salinité vers le fond des chenaux (Figure N). Outre la position longitudinale des filandres sur l'axe du fleuve, d'autres facteurs peuvent exercer une influence sur la salinité de ces milieux tels que le débit fluvial, le coefficient de marée et la météorologie (direction et intensité du vent).

Le substrat en place au fond des chenaux est marqué par différents types d'accumulations de sédiments selon les conditions hydrodynamiques : soit de la vase molle, soit du sable, mais parfois aussi des blocs et galets mous ; ces derniers témoignant de phases d'érosion des bordures par éboulement. En condition d'étiage*, les filandres jouent le rôle de pièges à particules fines et peuvent faire l'objet d'envasements importants. En période hivernale, ces dépôts vaseux peuvent être remobilisés lors des périodes de crues du fleuve.

Fonctionnalités vis-à-vis de l'ichtyofaune

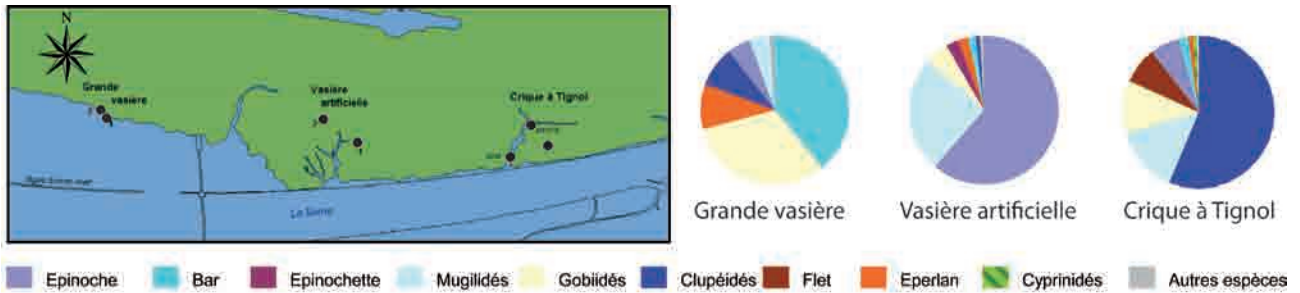
Dans l'estuaire de la Seine, l'ichtyofaune susceptible de fréquenter les filandres n'avait jamais été étudiée jusqu'à présent en raison notamment des difficultés

d'échantillonnage de ces habitats. En se référant aux travaux entrepris en Baie du Mont Saint Michel, le succès de la mise en œuvre d'engins de pêche passifs a conduit à la réalisation de prélèvements mensuels depuis le printemps jusqu'en automne en 2002 et 2003 sur la vasière nord, la vasière artificielle et dans la crique «Tignol» (Figure O). 30 espèces ont été recensées, soit la moitié du cortège inventorié depuis 2000 à l'échelle de l'ensemble des habitats meubles de l'estuaire aval entre le pk 350 et la sonde -5m CMH. Alors que les poissons d'origine marine sont majoritaires dans les milieux ouverts plus profonds (68 %), cette catégorie ne représente que 23 % de la richesse dans les filandres, avec le bar et les juvéniles de clupéidés (hareng et sprat) comme représentants les plus fréquents. Il est étonnant de constater que le groupe le plus diversifié est ici celui des poissons d'eau douce (33 %), même si la présence de certaines espèces telles que les brèmes, le sandre ou encore la carpe peut paraître normale à certaines saisons. Malgré le faible niveau général d'occurrence de ces espèces, il est assez inattendu de trouver là des poissons tels que l'ablette, le carassin, la perche, le hotu, ou encore la vandoise...



GIP Seine-Aval 2010 - Source des données : CSLN

Figure N : Profil longitudinal de salinité dans la vasière artificielle en août et novembre 2002. Les mesures sont faites depuis la tête de chenal principal jusqu'au débouché dans la Seine



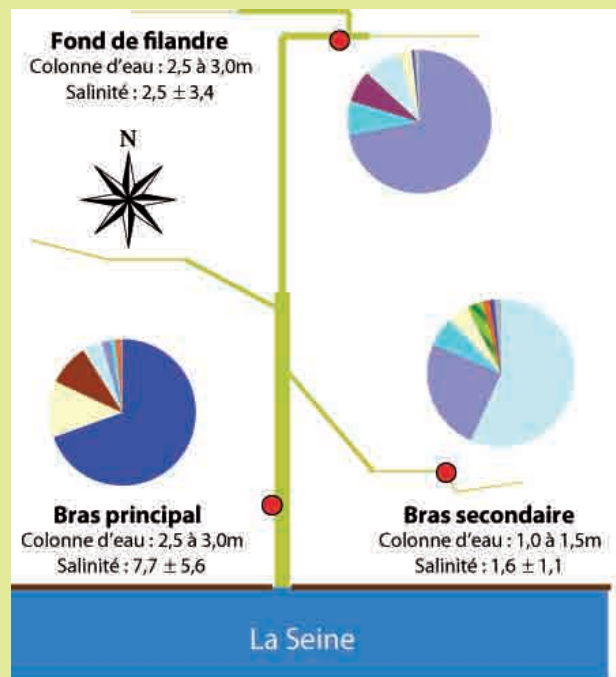
GIP Seine-Aval 2010 - Source des données : CSLN

Figure O : Présentation des sites d'échantillonnage de l'ichtyofaune en 2002 et 2003 sur les filandres de la rive droite de l'estuaire aval entre Port 2000 et le débouché de la Risle et composition des peuplements exprimée en % sur les CPUE numériques.

Viennent s'y ajouter les résidents estuariens (27 %) avec pour principaux taxons les gobiidés et les épinoches ainsi que des amphihalins (17 %) tels que le mulot porc, l'anguille, le flet et l'éperlan, auxquels il faut ajouter une capture exceptionnelle d'aloise feinte.

La composition du peuplement varie selon la position longitudinale du site étudié par rapport à l'axe de la Seine. Sur la grande vasière, les plus fortes contributions aux CPUE numériques correspondent au bar et aux gobiidés. L'épinoche et le mulot porc sont les plus abondants à l'amont des ramifications de la vasière artificielle tandis que sur le site le plus amont, ce sont les clupéidés juvéniles qui prédominent. Cette situation globale ne doit cependant pas faire perdre de vue les fortes fluctuations temporelles de flux de poissons au sein des filandres. C'est ainsi que les périodes de faibles abondances, constatées au printemps et en automne, se traduisent parfois par un niveau de similitude élevé dans la composition ichtyologique observée sur les trois sites. De même, la colonisation des filandres par l'épinoche à certaines saisons et sa prédominance au sein des captures se traduisent par une meilleure homogénéité spatiale des peuplements.

Alors que l'ichtyofaune varie peu à l'intérieur des ramifications des petites filandres en aval du Pont de Normandie, il n'en n'est pas de même dans les grands systèmes. A l'exemple de la Crique "Tignol", la répartition des poissons fait en réalité l'objet d'une graduation depuis les zones les plus profondes peu éloignées du fleuve jusque dans les fonds de chenaux (Figure P). La diminution de salinité vers l'intérieur du réseau limite la pénétration de certaines espèces. La prépondérance générale des clupéidés, qui caractérise ce site, provient en fait de la station à l'aval du système où les CPUE sont maximales. A l'amont des ramifications, le peuplement est en fait relativement semblable à celui de la vasière artificielle, les salinités étant du même ordre de grandeur. Les abondances du bar, de moindre niveau que sur la grande vasière, n'en restent pas moins significatives compte tenu de la faible salinité.



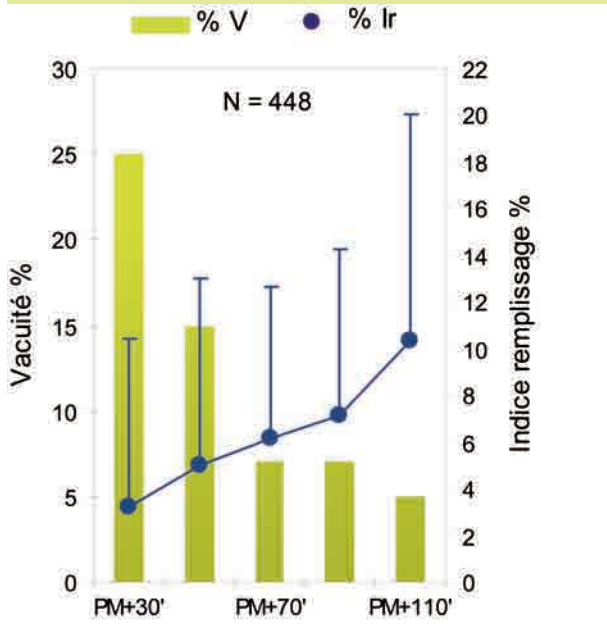
GIP Seine-Aval 2010 - Source des données : CSLN

Figure P : Cartographie schématique de la composition de l'ichtyofaune sur la crique à Tignol exprimée en % sur les CPUE numériques (voir légende des espèces sur la figure N).

Il est en fait possible que les niveaux de CPUE numériques dans les filandres les plus ramifiées traduisent simplement un effet de dispersion des individus qui n'existe pas sur les petits chenaux rectilignes. Les images obtenues sur la vasière artificielle et la crique "Tignol" sous-estiment donc considérablement les flux réels de poissons au débouché de celles-ci au cours des cycles de marée. Quoiqu'il en soit, les résultats obtenus montrent clairement que ces milieux néoformés à la suite des aménagements participent étroitement à la fonction de nurserie de l'estuaire vis-à-vis de l'ichtyofaune. Les filandres constituent également des zones de refuge pour les poissons d'eau douce. Certaines espèces font même l'objet d'un véritable tropisme positif vis-à-vis de ces chenaux de marée lors d'écophases particulières de leur cycle de vie. Pour les poissons marins (bar, hareng, sprat) et amphihalins (flet, mulot, éperlan), ce sont les stades juvéniles qui prédominent très largement au sein des effectifs, les adultes étant parfois même totalement

absents (clupéidés, éperlan).

Pour le bar, qui est également présent dans le chenal de la Seine au cours des premiers mois de sa vie (cf paragraphe 3.1.), on peut s'interroger sur les services respectifs rendus à l'espèce par ces deux types d'habitats.



GIP Seine Aval 2010 - Source des données : CSLN

Figure Q : Évolution du taux de vacuité V et de l'indice de remplissage Ir des estomacs de jeunes bars (G0) sur les filandres de la Grande Vasière en été 2003.

Plus précisément, les filandres constituent-elles uniquement un lieu de refuge à pleine mer, ou contribuent-elles également à la croissance des jeunes qui viennent s'y nourrir ?

L'évolution de l'indice de remplissage des estomacs, qui augmente en fonction du temps de résidence des juvéniles dans les filandres (Figure Q), confirme l'intérêt alimentaire de ces milieux intertidaux vis-à-vis des jeunes poissons et permet de vérifier le dernier critère définissant les habitats de nurserie : celui qui se rapporte à la prise effective de nourriture.

La comparaison des structures en taille et de l'alimentation des jeunes bars au même moment de l'année, dans les milieux profonds et dans les filandres, apporte un éclairage complémentaire. En été, les filandres sont fréquentées préférentiellement par des individus de taille inférieure à 70 mm. En septembre, ceux qui n'ont pas encore atteint cette taille sont toujours abondants dans les zones connexes, mais les plus grands n'y pénètrent presque plus et restent dans les eaux plus profondes (figure R).

On constate parallèlement une alimentation différente entre les deux habitats. Dans les filandres, les proies sont constituées principalement de petits organismes benthiques, amphipodes et isopodes typiques de la vasière et du schorre périphérique.

En milieu profond, le régime alimentaire des jeunes bars varie en fonction de la position longitudinale des

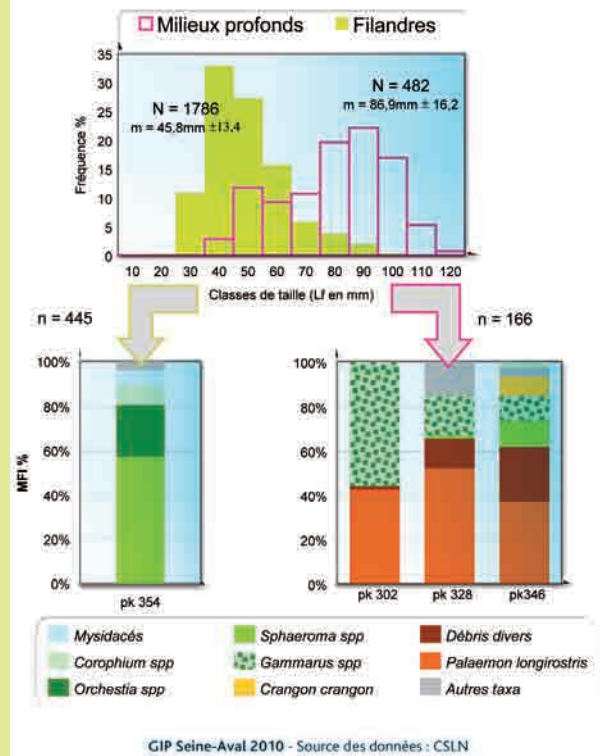


Figure R : Histogrammes comparés de fréquence de taille des bars G0 en septembre 2003, 2004 et 2005 sur les filandres ainsi qu'en septembre 2004 et 2005 dans la Seine aux pk 350, 333 et 302. Comparaison de l'alimentation sur les différents types d'habitats.

poissons sur le fleuve avec, notamment, une plus grande abondance de gammaridés vers l'amont. Une proie est commune aux deux types d'habitats (filandres et chenal de la Seine). Il s'agit du bouquetin, ou crevette blanche (*Palaemon longirostris*) qui représente environ 40 % du MFI (Main Food Index) (Zander, 1982).

Ces résultats mettent en évidence l'existence d'une étroite complémentarité fonctionnelle des deux types d'habitats, qui participent en relais à la croissance des juvéniles de bar au cours de leur première année. L'existence de filandres paraît déterminante au cours des premiers mois de la vie des jeunes jusqu'en fin d'été. A partir de ce moment, ils quittent peu à peu les filandres au profit des milieux plus profonds où se trouve une ressource alimentaire vraisemblablement plus adaptée à leurs besoins.

Chapitre 4. Les habitats de l'estuaire de la Seine sont-ils de bonne qualité pour les poissons ?

4.1. Qualité des habitats de nurseries de sole

Les poissons marins qui passent, au cours de leur cycle biologique, par des habitats de nurseries côtières et estuariennes essentiels pour la croissance et la survie des jeunes individus, rejoindront plus tard les stocks adultes du large. Le renouvellement des ressources marines résulte, non seulement de l'importance de la biomasse féconde du stock et de la survie des stades précoces (larves pélagiques), mais aussi de la contribution des nurseries où se développent les juvéniles. Le caractère déterminant de la phase de croissance de ces juvéniles sur les nurseries côtières permet d'expliquer que l'altération, la dégradation et la destruction de ces habitats halieutiques essentiels, limités et fragiles, sont l'une des causes de diminution ou d'extinction des espèces marines. La réduction de la surface ou la diminution de la qualité de ces habitats côtiers affectent en effet la croissance et la mortalité ainsi que la capacité féconde future et, par conséquent, la taille de ces populations.

Les études menées dans le cadre du programme Seine-Aval, ainsi qu'au sein d'autres projets, ont permis de montrer que l'estuaire de la Seine abrite des juvéniles appartenant à bon nombre d'espèces de poissons (Morin *et al.*, 1999). Cependant, ce secteur est soumis à une pression anthropique importante qui perturbe la fonction de nursery qu'il devrait potentiellement jouer. Si l'on considère les disponibilités nutritives qu'il offre, l'estuaire de la Seine devrait héberger des quantités plus importantes de juvéniles de poissons. Une potentialité d'accueil relativement faible de l'estuaire de la Seine par rapport aux autres sites de nurseries de la Manche Est a été mise en évidence par Riou (1999) et Le Pape *et al.* (2000). La faible contribution relative de cet estuaire aux stocks du large (Figure 35) peut être interprétée comme le résultat d'une altération de la fonction de nursery de ce site, consécutive à de nombreux aménagements et à une forte contamination chimique.

Les habitats de nursery de bonne qualité sont ceux où la croissance et la survie des espèces sont optimales. En effet, le renouvellement des stocks de poissons (recrutement) dépend en grande partie des événements subis pendant la période de croissance des juvéniles sur ces nurseries. Une croissance rapide permet aux juvéniles de réduire leur vulnérabilité à la prédation et d'exploiter une plus grande gamme de proies. Aux variations spatio-temporelles des facteurs « naturels » (température, oxygénation, disponibilité en nourriture et absence de prédateurs) se surimposent les effets liés aux perturbations anthropiques du milieu, très fortes en secteur côtier. Ainsi, l'eutrophisation peut affecter les disponibilités en oxygène et, par conséquent, la croissance et la survie des juvéniles. Par ailleurs, la présence de contaminants chimiques peut affecter la physiologie des jeunes poissons, pénaliser leur croissance et engendrer une surmortalité importante. L'effet des perturbations anthropiques sur la croissance des juvéniles peut aussi



Figure 35 : Densités potentielles de soles de groupe 1 pour chacun des secteurs de nurseries et pour chacune des caractéristiques sédimentaire et bathymétrique en Manche Est. Résultats de modélisation.

être indirect car les épisodes anoxiques et la contamination chimique affectent les disponibilités alimentaires des juvéniles de poissons. La pollution marine et les autres formes de dégradation peuvent ainsi menacer les espèces de poissons et particulièrement celles qui possèdent des nurseries côtières ou estuariennes.

4.1.1. Indicateurs de condition, de croissance et de survie des juvéniles de sole

La qualité d'un habitat résulte d'interactions diverses et, en l'absence de données sur une longue période au cours de laquelle les conditions du milieu ont évolué, ne peut être mesurée directement. Une comparaison inter-sites a été effectuée à différentes échelles géographiques. Les travaux, basés sur une étude comparative des sites de nurseries de Manche Est et du Golfe de Gascogne (Figure 36), utilisent les performances biologiques des juvéniles de soles comme indicateurs de qualité des habitats de nurseries.

La sole commune (*Solea solea*) est une espèce particulièrement bien adaptée comme modèle d'étude de ces habitats dont elle est l'une des composantes faunistiques les plus fréquentes sur l'ensemble des secteurs pris en compte. En raison de son mode de vie benthique, elle est en contact direct avec le sédiment et, par conséquent, sensible aux modifications du milieu.

La réponse des organismes aux modifications environnementales se fait aux différents niveaux de l'organisation biologique, de la cellule à la communauté en passant par l'individu et la population. Or, la réponse



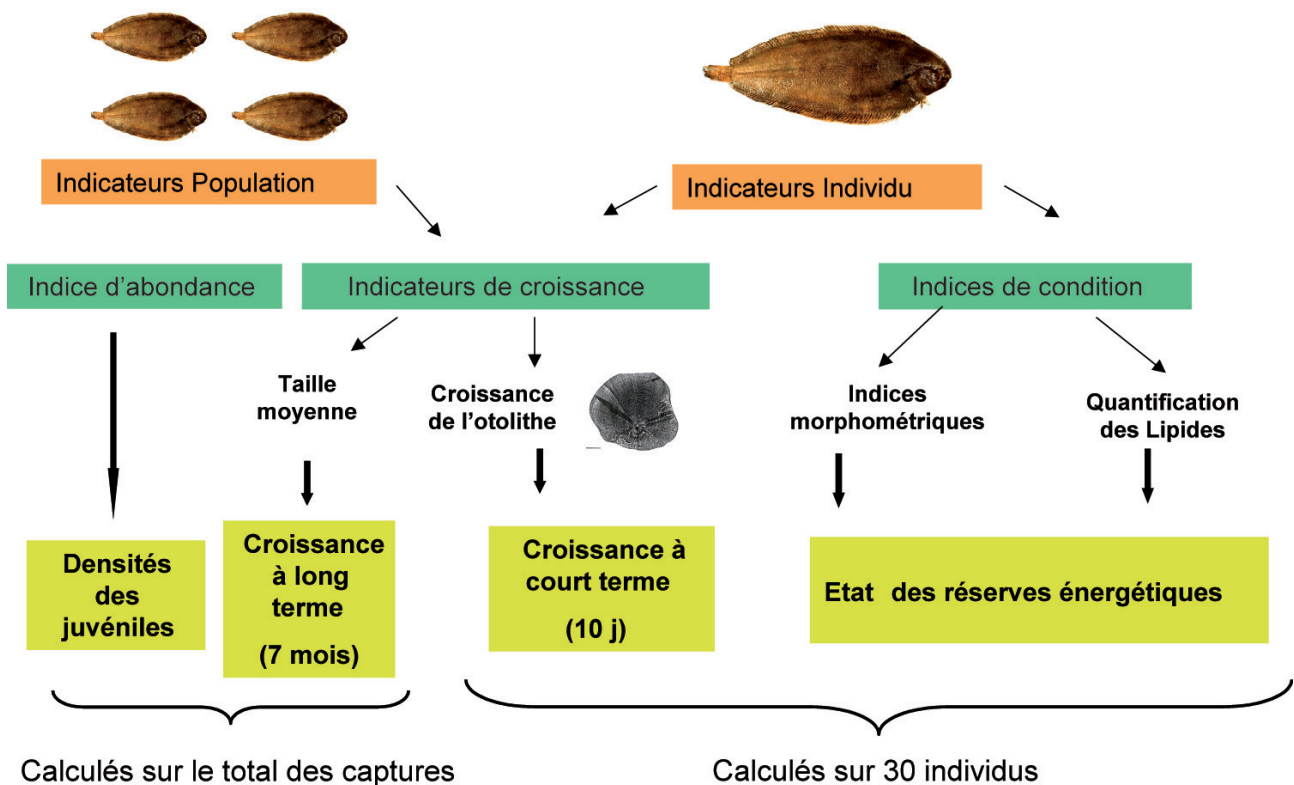
GIP Seine-Aval 2010 - Gilliers et al. (2006)

Figure 36 : Localisation des sites de nurseries pris en compte.

biologique aux modifications environnementales est d'autant plus intégrative que le niveau d'organisation est complexe. C'est la raison pour laquelle il existe tout une gamme d'indicateurs dont les temps de réponse et les niveaux d'intégration sont très différents, depuis le niveau cellulaire (réponse très rapide [heures]) jusqu'aux peuplements et aux écosystèmes (réponse lissée sur plusieurs années). La croissance, la condition et la densité se situent au sein de cet ensemble de méthodes dont la rapidité de réaction est inversement proportionnelle à la signification écologique.

Parmi les indices de condition les plus simples et également les plus utilisés figurent les indices de type morphométrique : l'indice de condition K et l'indice morphométrique R (Gilliers 2004 et 2006). Ils sont basés sur l'analyse des données de taille et de poids des individus et caractérisent leur « embonpoint », reflet des réserves énergétiques accumulées les jours précédents. Par ailleurs, un indice de croissance récente (CR) peut être calculé à partir des accroissements journaliers mesurés sur les otolithes* (10 derniers accroissements périphériques) prélevés sur des individus âgés de 5 à 8 mois (Groupe 0). Ils donnent des indications sur la croissance des individus pendant les 10 derniers jours. Les tailles moyennes de soles de groupe 0 et de groupe 1 (âge 17 à 20 mois), ainsi que les indices d'abondances des individus appartenant à ces mêmes groupes sont aussi des indicateurs de croissance et de survie, mais ayant des temps de réponse sur un plus long terme (Figure 37).

Indices de qualité des juvéniles (groupe 0 de sole)

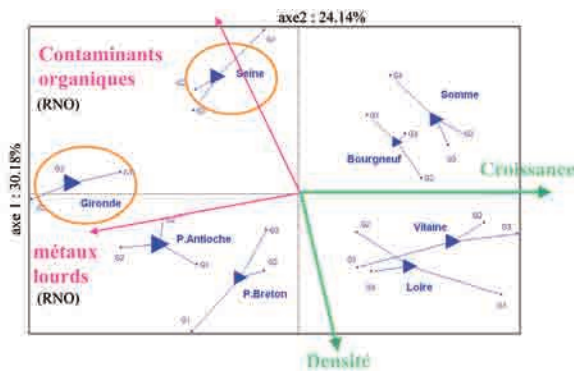


GIP Seine-Aval 2010 - Source des données : Gilliers (2004)

Figure 37 : Indicateurs mesurés sur les juvéniles de soles.

Les résultats de performances biologiques ont été mis en relation avec les données de contamination issues du RNO¹⁶ afin d'analyser le rapport entre la contamination chimique du milieu et le fonctionnement de ces habitats de nourriceries. Les données trimestrielles du RNO, disponibles de 1995 à 2000, ont été extraites pour 9 contaminants : 5 métaux et 4 molécules organiques. Pour chaque contaminant et chaque secteur géographique, un indicateur intemporel de contamination a été développé et des analyses distinctes ont été menées sur les contaminants métalliques et organiques.

Il existe une relation entre le niveau de contamination et les indicateurs basés sur la croissance et la densité des juvéniles de sole, mettant en évidence les faibles performances écologiques de deux secteurs estuariens particulièrement contaminés, ceux de la Seine et de la Gironde (Figure 38).



GIP Seine-Aval 2010 - Source des données : Gilliers et al. (2006)

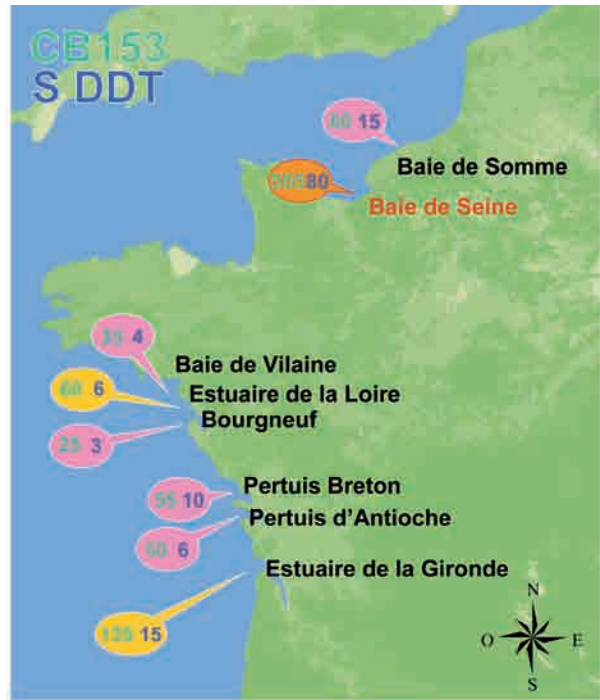
Figure 38 : Résultats des analyses de performances biologiques réalisées sur les différents sites de nourriceries, en relation avec le degré de contamination*

Les axes « verts », croissance et densité, sont opposés aux axes « rouges », contamination organique et métallique.

Sur la partie droite du graphique sont représentés les sites où la croissance des juvéniles est plus élevée et, dans la partie inférieure, ceux où la densité de juvéniles est plus importante. A l'opposé, dans la partie gauche et supérieure, figurent les sites les plus contaminés, sites où la densité de juvéniles est plus faible (Seine) et la croissance moins importante (Gironde).

Alors que l'estuaire de la Gironde est fortement contaminé du point de vue métallique, l'estuaire de la Seine se distingue par une contamination organique très élevée. Si on prend l'exemple des PCBs, la contamination y est 10 fois supérieure à celle des autres secteurs (Figure 39).

Il semble peu probable que les mauvaises performances écologiques des juvéniles de sole en estuaire de Seine soient occasionnées par des différences de température et/ou de disponibilité en nourriture, c'est-à-dire par les deux principaux facteurs naturels qui conditionnent la qualité de l'habitat. En effet, en Manche Est, la



GIP Seine-Aval 2010 - Source des données : V. Loizeau (2005)

Figure 39: Niveaux de contamination organique mesurés dans les foies de jeunes soles de groupe 1 (ng¹.g PS de foie).

température à la côte est très homogène sur tout le littoral et les disponibilités en proies benthiques sont fortes, notamment en estuaire de Seine. Il paraît donc logique de lier les faibles performances écologiques de ces juvéniles à la mauvaise qualité du milieu, et notamment à la contamination organique. Ces résultats sont par ailleurs corroborés par des travaux d'écotoxicologie (Burgeot et al., 1999) qui soulignent le stress des organismes marins du fait de la forte contamination en estuaire de Seine, à l'origine de coûts métaboliques élevés et de perturbation du développement.

A échelle locale, à l'intérieur de l'estuaire de la Seine, il est également possible de mettre en évidence des disparités de performances biologiques des juvéniles de soles selon un gradient géographique (Figure 40). Le secteur de la fosse nord (point C), pourtant très productif, semble offrir un habitat de moins bonne qualité aux juvéniles de soles. Ceux-ci présentent en effet des performances biologiques inférieures à celles des individus capturés à l'embouchure de l'estuaire (points A et B), performances pouvant être mises en parallèle avec un gradient de la contamination organique mesurée dans les juvéniles de soles.

Cette approche composite, basée sur une comparaison inter-sites et utilisant plusieurs indicateurs de performance écologique, avec des temps de réponse et de niveaux d'intégration différents, permet de parvenir à un diagnostic synthétique qu'il n'est pas possible d'atteindre par une étude mono-facteur.

Ces indicateurs s'avèrent être des outils pertinents pour évaluer la qualité des habitats de nourriceries de poissons. L'ensemble des études menées à différentes échelles géographiques conduit au constat que, en estuaire de Seine, les performances biologiques des juvéniles de soles sont moins bonnes que sur les autres sites de

16 RNO : Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin qui a pour objectif d'évaluer les niveaux et les tendances des polluants et des paramètres généraux de la qualité du milieu marin. L'ensemble des activités du RNO est coordonné par l'IFREMER, et le suivi est effectué sur trois compartiments : eau, matière vivante (moules, huîtres) et sédiment.

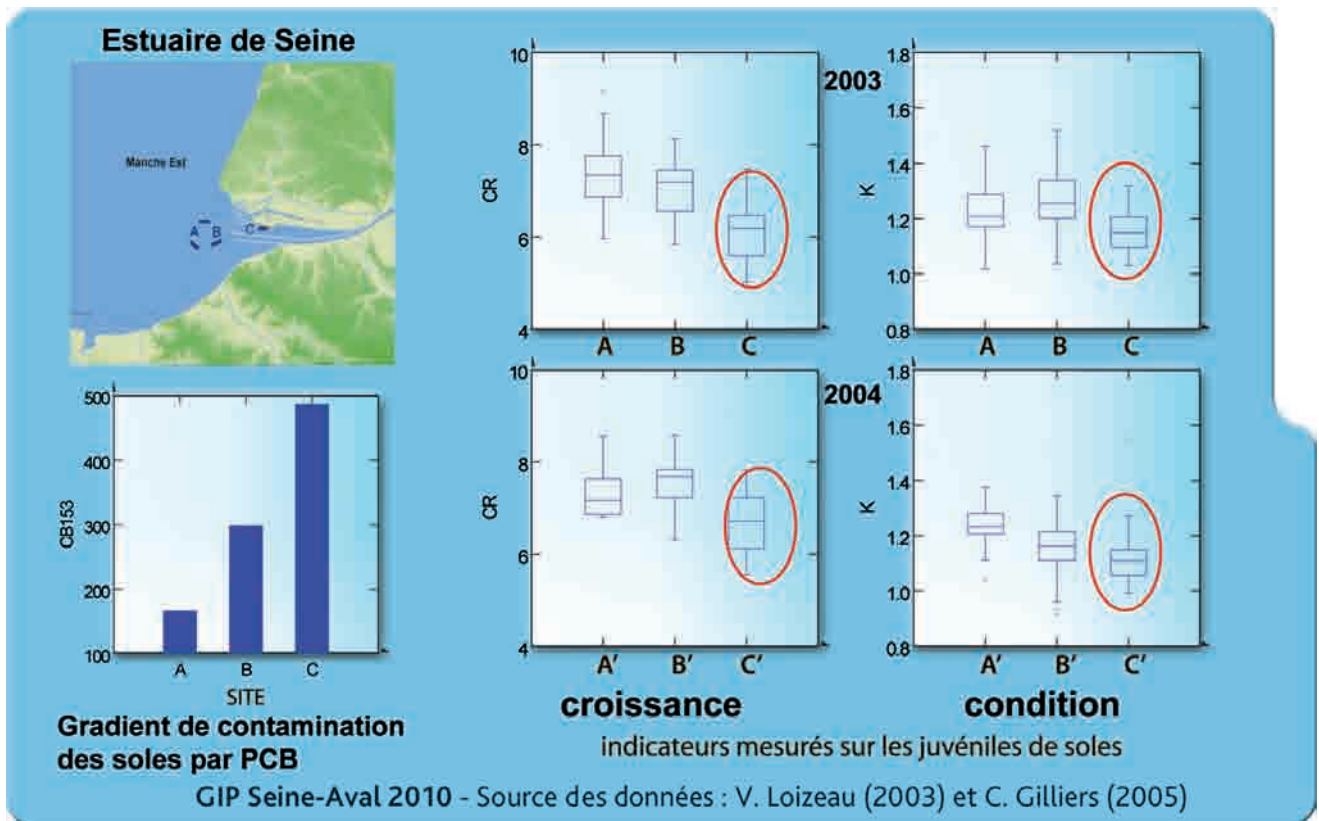


Figure 40: Gradient de contamination des jeunes soles et indices de croissance et de condition mesurés sur les soles groupe 0 prélevées à l'automne 2003 et 2004, en estuaire de Seine (K : indice de condition de type morphométrique, CR : croissance récente de l'otolithe). Les « diagrammes en boîte » ou « boxplot » indiquent les valeurs de la médiane, des quartiles 25 % et 75 % ainsi que les valeurs maximum et minimum.

nourriceries de Manche Est et du golfe de Gascogne (Le Pape *et al.*, 2007). Les habitats de nurserie y seraient de moins bonne qualité, en raison notamment d'aménagements successifs ayant pour résultat une réduction et une modification des surfaces disponibles, et en raison également d'une forte contamination.

Bien qu'en l'état actuel des connaissances il ne soit pas possible d'apporter un diagnostic sur l'importance et les raisons du dysfonctionnement observé, les perturbations d'origine anthropique en sont probablement une des causes majeures. D'une part, la chenalisation de l'estuaire et les différents aménagements réalisés au cours des derniers siècles (extensions portuaires successives, construction du Pont de Normandie, ...), a entraîné une réduction importante des surfaces potentielles de nurserie (cf § 2.2). D'autre part, les apports massifs de contaminants chimiques, très importants en estuaire de Seine (Guézennec *et al.*, 1999), affectent la physiologie des populations halieutiques (Burgeot *et al.*, 1999) et ont certainement un impact sur la dynamique des populations de juvéniles.

4.1.2. Quel avenir pour les habitats de nurseries ?

Pour la plupart des stocks de sole de l'Atlantique Nord-Est, il existe une relation positive entre le niveau du recrutement et la surface des nurseries, ce qui indique que la capacité d'accueil de ces habitats peut jouer un rôle important dans la régulation des populations de cette espèce. Préserver, voire le cas échéant, rétablir quantitativement et qualitativement les habitats côtiers qui jouent un rôle de nurserie pour de nombreuses espèces de poissons

est donc fondamental pour maintenir le potentiel de renouvellement des stocks halieutiques. La fonction de nurserie de ces habitats doit être prise en compte dans la définition des zones sensibles qui font l'objet de mesures particulières de conservation et de restauration. Elle est d'ailleurs désormais prise en compte à ce titre, notamment aux Etats Unis, mais aussi à l'échelon européen. Une directive européenne, appelée Directive Cadre sur l'Eau (DCE), a en effet institutionnalisé l'utilisation d'indicateurs, basés notamment sur les peuplements de poissons pour le suivi de la qualité des eaux estuariennes, avec pour objectif la restauration d'une qualité satisfaisante de ces systèmes à l'horizon 2015.

Le fait que la diminution des surfaces d'habitats soit la principale menace affectant le caractère pérenne des espèces marines a d'ailleurs conduit le Congrès des Etats-Unis à voter le décret Magnuson Stevens (NMFS, 1996). Ce décret spécifie que la protection des habitats côtiers doit prendre une place croissante dans la gestion des ressources marines et se traduit par des plans de gestion halieutique très opérationnels. Un rapport récent du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche sur l'exercice de la pêche dans la zone côtière en France (Bolopion *et al.*, 2000) confirme l'objectif de protection des « espaces de grand intérêt halieutique (estuaires, frayères, nurseries) » en zone côtière.

Au niveau régional, cette prise de conscience se traduit par une prise en compte de plus en plus grande des facteurs environnementaux lors de la mise en œuvre de nouveaux aménagements. Ce fut le cas pour le projet « Port 2000 ». Outre les études biologiques et halieutiques, des mesures

Mesures compensatoires en relation avec la pêche et les ressources halieutiques :

- mise en place d'un observatoire de l'activité des flottilles de la Baie de Seine, ainsi que d'un dispositif d'alerte pour évaluer les conséquences à court et long terme de Port 2000 sur les métiers de la pêche ;
- création d'un épi dans la fosse nord, à proximité de la digue nord du chenal de navigation de la Seine ;
- creusement d'un méandre artificiel, en amont du Pont de Normandie, pour augmenter l'hydrodynamisme dans la fosse Nord ;
- financement d'études de suivi des peuplements de poissons de l'estuaire aval.

compensatoires de nature environnementale ont fait suite aux aménagements portuaires. Des commissions de suivi de l'estuaire ont été créées pour accompagner la mise en œuvre et le suivi de ces mesures.

L'effet de ces mesures compensatoires n'est pour le moment pas encore mesurable. Il faut, d'une part, prendre en compte la période de stabilisation du milieu, tant du point de vue physique que faunistique. D'autre part, compte-tenu des variabilités naturelles d'abondance des poissons au sein des estuaires, plusieurs années de suivi sont nécessaires pour évaluer l'impact d'un aménagement sur les peuplements marins.

Dans le cadre du Programme Seine-Aval, le GIP a mis en place un groupe de travail « restauration des fonctionnalités de l'estuaire de Seine » dont l'objectif est de définir les fonctionnalités à préserver et/ou à restaurer en estuaire de Seine. Parmi celles-ci, sera prise en compte la fonctionnalité de nourricerie basée sur l'existence de conditions environnementales convenables, dont la quantité et la qualité d'habitats de nourriceries pour les juvéniles de poissons.

4.2. Contamination des poissons par les xéno-oestrogènes

A côté des contaminants organiques présents à des concentrations très élevées en estuaire de Seine tels que les PCB (polychlorobiphényles), HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques) et dioxines, ont également été identifiés, depuis de nombreuses années, des contaminants métalliques tels que le mercure et l'argent. Récemment, grâce au développement de techniques de mesures performantes ainsi qu'à la prise de conscience de l'importance des rejets de la population humaine, de nouveaux contaminants ont pu être mis en évidence et dosés. Il s'agit de composés pharmaceutiques, analgésiques, antidépresseurs, hormones synthétiques, hypolipémiants et antibiotiques, régulièrement déversés dans les eaux de la Seine.

Les œstrogènes peuvent être source de perturbation endocrinienne chez les organismes vivants, et donc avoir des conséquences très importantes sur le développement et la reproduction des organismes vivants, dont les

poissons. La réalisation de bioessais, et leur validation, permet aujourd'hui de mesurer l'activité des perturbateurs endocriniens dans l'environnement aquatique, eau et sédiments.

Ainsi, les eaux proches des rejets de stations d'épuration de l'estuaire de la Seine contiennent des concentrations de l'ordre du nanogramme d'équivalents œstradiol par litre tandis que leur concentration dans les eaux de l'estuaire, après dilution dans le courant, est généralement en dessous des limites de détection. La plupart des composés biologiquement actifs sont liés aux matières en suspensions et peuvent sédimenter (Peck *et al.*, 2004). L'analyse des sédiments a en effet permis de trouver des composés œstrogéniques dans de très nombreux échantillons tout le long du linéaire de l'estuaire de la Seine, montrant une contamination répandue sur l'ensemble de l'estuaire. Les concentrations varient selon le site de prélèvement mais semblent indiquer une origine urbaine des contaminants (Minier *et al.*, 2007).

Les échantillons biologiquement actifs ont été soumis à une analyse chimique par HPLC (chromatographie liquide à haute pression) puis GC-MS en tandem (chromatographie gaz couplée à un double spectre de masse) afin d'identifier les principaux agents responsables de la réponse mesurée. Les composés actifs présents correspondent principalement à des stéroïdes naturels (œstradiol, œstrone), à des stéroïdes synthétiques issus des pilules contraceptives (éthynyl-œstradiol) et à des détergents d'origine industrielle utilisés dans différents produits d'entretien comme agent dispersant dans des formulations de pesticides et comme additif dans certains composés plastiques (alkyl-phénols) (Gallien-Landriau, 2003).

Les poissons sont susceptibles d'accumuler les perturbateurs endocriniens, qui peuvent être détectés tout particulièrement dans la bile où de nombreux xénobiotiques sont excrétés (Gibson *et al.*, 2005).

Deux espèces de poissons ont fait l'objet de prélèvements et de dosages :

- le gardon (*Rutilus rutilus*), qui est une espèce très répandue dans les eaux douces et qui tolère diverses formes de pollution et de dégradation physique des habitats ;
- le flet (*Platichthys flesus*), présent dans toutes les masses d'eaux estuariennes depuis les eaux douces jusqu'en mer et qui, du fait de son comportement benthique, est en contact très régulier avec le sédiment.

Une plus grande diversité de composés chimiques a parfois été observée chez le flet vivant en estuaire et baie de Seine. En effet, certains composés dont la nature chimique n'a pu être pour l'instant élucidée s'ajoutent aux stéroïdes naturels et synthétiques et aux alkylphénols et bisphénol A (Denier *et al.*, 2007). Cette plus grande diversité est peut-être liée au mode de vie benthique des flets qui pourrait les exposer à un nombre important de composés présents dans les sédiments. Une moins grande diversité de composés est observée chez les populations de gardons vivant en rivière et dont le mode de vie n'est pas benthique. On ne peut toutefois pas écarter la possibilité que les flets soient exposés à des

composés uniquement présents en quantités importantes dans la partie la plus aval de l'estuaire suite aux activités et rejets spécifiques à ces lieux.

Contrairement aux moules, la perturbation de signaux endocriniens peut être facilement mise en évidence chez les poissons par le dosage de vitellogénine. En effet, cette phospho-lipoglycoprotéine est une macromolécule utilisée comme substance de réserve dans les œufs afin de permettre le développement des larves de poissons. Elle est donc naturellement synthétisée par les poissons femelles en réponse à l'œstradiol excrété par les ovaires lors du cycle sexuel. Cependant, la présence de composés œstrogéniques dans les poissons mâles conduit à une réponse inadaptée à leur physiologie puisqu'elle induit la synthèse anormale de vitellogénine (Van der Ven *et al.*, 2003). Cette protéine peut être dosée dans le plasma ou le foie des poissons et, en estuaire de Seine, elle a été mise en évidence chez les gardons et les flets. Les dosages font apparaître des taux particulièrement importants chez certains gardons mâles puisqu'ils atteignent $10\ 000\ \text{ng.mL}^{-1}$ de plasma. D'une façon générale, 80 % des gardons analysés présentent des concentrations plasmatiques très significatives, car supérieures à $100\ \text{ng.mL}^{-1}$ (Minier *et al.*, 2005). Les quantités présentes dans le plasma des flets sont généralement moins élevées que celle des gardons montrant que l'embouchure de la Seine et la baie sont sans doute moins contaminées que la partie fluviale à moins que ce ne soit le résultat d'une moins grande sensibilité de l'espèce. La concentration moyenne en 2001 était de $125\ \text{ng.mL}^{-1}$. Cependant, une comparaison des taux plasmatiques de vitellogénine mesurés dans des flets des grands estuaires européens montre que la Seine est le troisième estuaire le plus contaminé en Europe derrière le Mersey et le Tyne (Angleterre) mais devant d'autres grands estuaires tels que la Tamise, l'Escaut et l'Elbe pourtant réputés pour leur contamination (Kleinkauf *et al.*, 2003 ; Vethaak *et al.*, 2005). La présence de quantités importantes de vitellogénine a pu être reliée à des problèmes d'excrétion, se traduisant par des dysfonctionnements rénaux chez les poissons mâles qui ne peuvent naturellement éliminer ces protéines plasmatiques lors de la ponte d'œufs. De plus, les poissons dont les taux plasmatiques en vitellogénine sont importants auraient une fertilité significativement réduite (Nash *et al.*, 2004).

L'effet le plus manifeste, témoin d'une perturbation du système endocrinien, est l'intersexualisation des poissons vivant en estuaire de Seine (Minier *et al.*, 2000a et 2000b). Ces poissons intersexués ont des testicules engendrant non seulement des spermatozoïdes mais aussi des ovocytes. Une coupe histologique fait ainsi apparaître, à côté d'un tissu mâle généralement normal, des cellules femelles : ovocytes primaires et secondaires (Figure 41). Cependant, les images obtenues au cours d'un cycle sexuel montrent que les poissons intersexués ne peuvent permettre un développement normal et complet des ovocytes. Ceux-ci ne deviennent donc pas des œufs et dégèrent prématurément. Les cellules doivent être détruites et n'ont donc conduit qu'à une perte du potentiel reproducteur des animaux. Il est important de noter que de telles intersexualisations de poissons peuvent être induites expérimentalement chez les poissons montrant l'implication de certains composés dans le phénomène, dont des stéroïdes (Baroiller et D'Cotta, 2001). Certains

traitements peuvent aller jusqu'à inverser complètement le sexe d'un individu. Ce qui est particulièrement éclairant sur l'étendue des effets en estuaire de Seine est que de nombreuses espèces sont touchées. Des individus intersexués ont été observés chez pratiquement toutes les espèces étudiées en Seine : gardon, goujon, chevaîne et brème. Des espèces vivant aussi en milieu plus ouvert et donc vraisemblablement moins contaminés sont aussi touchés, comme le flet et l'éperlan.

D'autres modifications cytologiques accompagnent ces modifications profondes. Une fréquence deux fois plus élevée de nécroses est observée dans les gonades des poissons intersexués par rapport aux individus normaux. Ces événements indiquent que certains mécanismes moléculaires sont perturbés dans les organes reproducteurs et réduisent encore les capacités reproductrices des poissons. Un autre dérèglement moléculaire est souvent observé : les ovocytes des poissons intersexués de l'estuaire de la Seine subissent des divisions anormales conduisant à l'apparition de plusieurs noyaux par cellule, effet rarement observé dans la littérature scientifique, mais qui peut engendrer une chute de la fertilité et une baisse des abondances à moyen terme pour certaines populations. Ces « erreurs » touchant des mécanismes moléculaires importants tels que ceux régissant la division cellulaire sont potentiellement inquiétantes car elles pourraient être à l'origine d'autres effets à long terme. Il est à noter que certains perturbateurs endocriniens sont cancérigènes, en particulier les stéroïdes qui sont des promoteurs de tumeurs.

Bien qu'une relation de cause à effet ne puisse être facilement établie, il a été constaté que la proportion de mâles touchés était significativement inférieure à celles des femelles. Les gardons, les flets et les gobies mâles représentent moins de 40 % des poissons de leur espèce dans l'estuaire de la Seine.

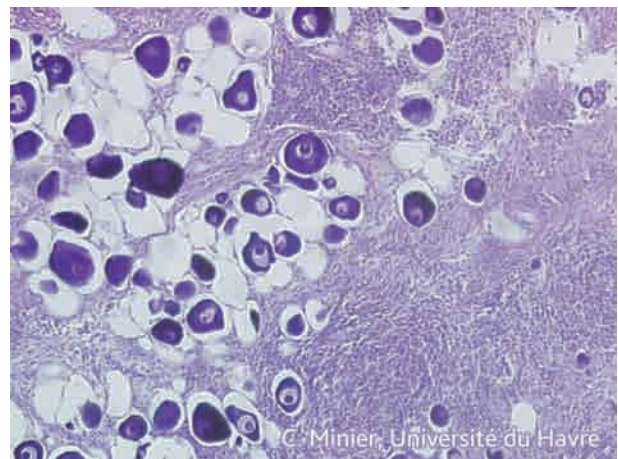


Figure 41 : Coupe histologique de testicule de flet montrant la présence d'ovocytes primaires en dégénérescence au sein du tissu mâle.

L'estuaire de la Seine apparaît donc comme le réceptacle de nombreux contaminants dont certains affectent le système endocrinien des poissons. L'effet le plus manifeste semble être une féminisation des poissons qui peut être aussi le reflet de la stratégie d'étude utilisée. La recherche s'est surtout focalisée sur les xéno-œstrogènes, mais l'action d'autres composés induisant d'autres effets est vraisemblable. Des effets androgéniques sont déjà

manifestes sur les populations de gastéropodes (Huet). Les effets constatés sur la fertilité des vers euryhalins* nereis (*Hediste diversicolor*) vivant dans les vasières de l'estuaire de la Seine impliquent peut-être des interactions complexes et variées des composés avec le système endocrinien des vers que nous ne connaissons que partiellement (Amiard Durou). D'autres études doivent donc se développer afin de rechercher d'autres types d'effets et d'autres cibles. Le cerveau, qui est un organe à la fois à l'origine de la synthèse d'hormones et sensible à leur présence, constitue un sujet important à étudier.

Chapitre 5. La pêche professionnelle

A la fin du XIX^{ème} siècle, la pêche fluviale était une activité à plein temps pour 150 inscrits maritimes dans le quartier de Rouen. Il n'en reste que trois en 1968, et le dernier pêcheur de l'estuaire amont est Ismaël Billard qui, au début des années 1980 et alors retraité, fait connaître son métier lors des premières études sur les poissons de Seine (Marquet, 1984). En 1974, avait déjà pris fin la cohabitation de la navigation marchande avec les derniers irréductibles pêcheurs «d'en bas» et depuis 1975, la pêche est interdite en amont de la limite administrative de la mer par arrêtés interministériel et interpréfectoral.

Extrait du règlement figurant dans l'annuaire des marées pour le Port de Rouen et la Seine-Maritime (in : Billard A., Flux et reflux de la Seine Normande, 1989) :

Article 21. - Pêche dans le fleuve - : Dans le fleuve à l'approche des navires et bateaux, les pêcheurs doivent lever leurs filets ou les manoeuvrer de façon à laisser le passage libre sur la moitié au moins de la largeur sur un bord ou sur l'autre, si la route suivie par les navires et bateaux passe au milieu du fleuve.

Si le chenal ne passe pas vers le milieu, ce passage doit toujours être laissé libre du côté de la route. Les filets de pêche tendus pendant la nuit dans le fleuve ne peuvent le barrer qu'en préservant en permanence le passage des navires et bateaux tel qu'il est prévu à l'alinéa précédent...

Les pêcheurs de l'estuaire aval ont dû eux-aussi s'adapter aux aménagements et à l'évolution des contraintes liées à la navigation marchande vers Rouen. Certaines pratiques telles que l'usage du guideau, typiques de l'estuaire aval, ont aujourd'hui disparu et il ne subsiste qu'une petite dizaine de professionnels qui, à partir de canots de petite taille, exploitent encore régulièrement la ressource présente entre le Pont de Normandie et le Pont de Tancarville. Même dans l'estuaire aval, les pêcheries ont subi de profondes modifications à la faveur de métiers* plus tournés vers la mer.

Parmi les raisons de ce déclin, celles qui sont le plus souvent relatées se rapportent aux effets négatifs des aménagements, aux atteintes portées aux habitats, aux obstacles à la circulation des migrateurs, à la dégradation de la qualité de l'eau, ou encore à la surpêche. Bien que peu évoqués, d'autres facteurs semblent avoir également favorisé cette évolution. Morel (1984) mentionne qu'avec les endiguements, le va-et-vient incessant des bateaux de tonnages de plus en plus élevés et d'allure de plus en plus rapide, les pêcheurs se sont trouvés physiquement contraints dans l'exercice de leur activité, les remous manquant fréquemment de renverser embarcations et occupants. La Seine était alors un boulevard maritime qui laissait bien peu de place à la pêche : «*il était même devenu impossible de tendre un filet tant l'affluence était grande*». Aujourd'hui encore, au passage d'un cargo, les

séquences de pêche en zone rivulaire, cette fois à des fins scientifiques, sont parfois interrompues pour ne pas être drossé sur la berge par les vagues de batillage.

L'évolution du marché de la pêche a vraisemblablement influencé aussi celle des pratiques de pêche et des espèces ciblées. Ainsi, le poisson de Seine, à cause du grand nombre d'arêtes de certaines espèces, mais aussi d'une détérioration de la qualité, a perdu progressivement de l'intérêt et s'est trouvé peu à peu supplanté par le poisson de mer (morue). Plus tard, l'internationalisation des ventes a engendré aussi des évolutions au sein des pêcheries estuariennes, en exacerbant parfois l'exploitation de certaines espèces (civelle).

La pêche professionnelle en estuaire de Seine a donc subi des évolutions majeures, conduisant au constat actuel de l'existence d'une pêcherie professionnelle essentiellement orientée vers le milieu maritime. Cette pêcherie est toujours en évolution, en raison principalement de l'application de la politique communautaire (quotas, réglementation de la pêche, subventions aux flottilles, ...), de la disponibilité de la ressource et, dans une moindre mesure, des fluctuations de comportement des consommateurs.

5.1. Situation générale en estuaire de Seine et en Baie de Seine orientale

NB : L'ensemble des données présentées ci-après proviennent du Dispositif d'Alerte Port 2000 et du SAPAC (Suivi des Activités de la Pêche Antifer-Courseulles), mis en place dans le cadre des suivis environnementaux liés à Port 2000 (encart Observatoire de la pêche- Port 2000).

Composée d'environ 150 navires de moins de 16 m, la pêcherie professionnelle de Baie de Seine orientale est répartie sur plusieurs ports : Antifer-Le Havre, Honfleur, Trouville, Dives, Ouistreham et Courseulles. La flottille de pêche concernée est majoritairement inscrite en petite pêche (marées de durée inférieure à 24h). Différentes sous-flottilles peuvent être identifiées en fonction des métiers* pratiqués par les marins-pêcheurs et selon leur stratégie de pêche (Sulpice & De Roton, 2004 ; Martin & Boncoeur, 2002). La sous-flottille des chalutiers-dragueurs est de loin la plus importante sur le secteur Antifer-Courseulles avec une contribution de 56 % ; les sous-flottilles des crevettiers, fileyeurs et caseyeurs co-dominent, chacune de ces trois catégories représentant de 10 à 13 % de l'ensemble. Les chalutiers purs, les mouliers et les pêcheurs d'estuaire sont des métiers plus discrets sur ce plan avec une contribution cumulée de 8 % (Figure 42).

La production moyenne de pêche de ces flottilles s'élève à 6 829 tonnes par an sur la période 2002-2005, avec un écart-type de 837 tonnes. Trois espèces dominent largement dans la production, la coquille St Jacques (43 %), le maquereau (25 %) et la sole (7 %), toutes trois cibles des principaux métiers pratiqués par la sous-flottille des Chalutiers-dragueurs. Ce classement ne préjuge

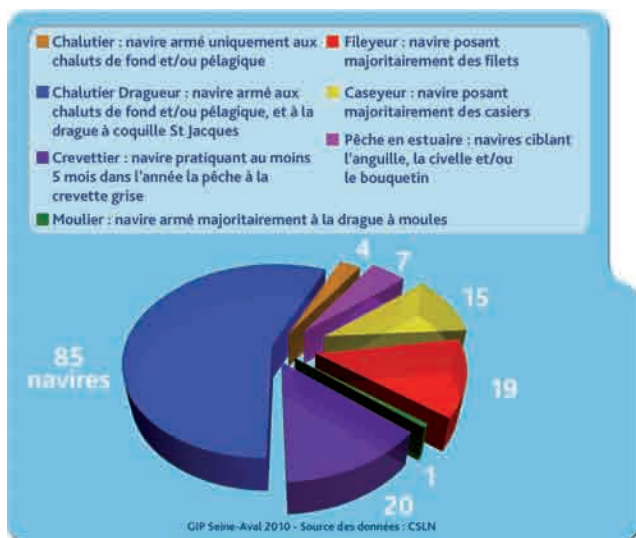


Figure 42 : Effectif moyen de bateaux représenté par chacune des sous-flottilles identifiées au sein de la flottille de pêche de Baie de Seine orientale pour la période 2002-2005.

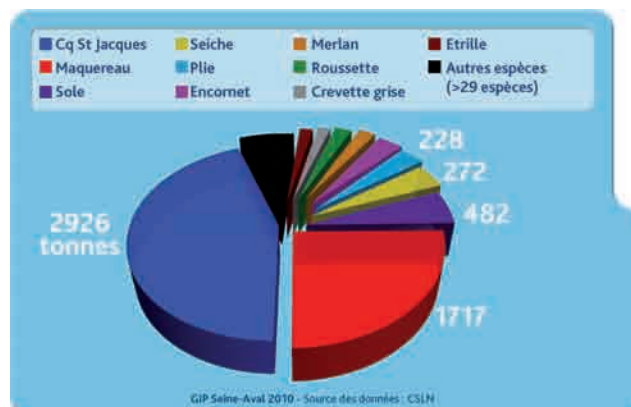


Figure 43 : Production moyenne des principales espèces à la production de pêche professionnelle de Baie de Seine orientale pour la période 2002-2005.

pas de l'importance économique des espèces puisque la civelle, stade juvénile de l'anguille, ne représente que 0,01 % de la production totale alors qu'elle constitue une ressource économique loin d'être négligeable (Figure 43).

Observatoire de la pêche - PORT 2000



Figure S : Carroyage de la zone Baie de Seine défini dans le cadre de l'Observatoire de la pêche – Port 2000, et localisation des ports de pêche suivis dans le cadre du Dispositif d'Alerte (Antifer-Barfleur) et du SAPAC (Antifer-Courseulles).

Le suivi de la pêche professionnelle fait partie intégrante des mesures environnementales mises en place dans le cadre de la construction de Port 2000. Financé par des fonds européens IFOP, le Grand Port Maritime du Havre et l'Etat, il se décompose en deux dispositifs : le dispositif d'alerte Port 2000 (2000-05), prolongé par le Suivi des Activités de la Pêche Antifer-Courseulles (2006-11), et l'Observatoire de la pêche maritime de Baie de Seine (2001-11). Le premier dispositif a pour objectif de détecter le plus rapidement possible les éventuelles baisses d'activités liées à l'exécution des travaux de Port 2000 ; il est basé sur les documents statistiques de production. Un carroyage plus fin a été mis en place pour les besoins spécifiques de ce suivi. Le second dispositif

porte sur l'observation à long terme de l'activité de la flottille et l'évaluation des conséquences de Port 2000 sur les métiers de la pêche et sur les productions ; il est basé sur des critères socio-économiques.

La Cellule de Suivi du Littoral Normand (CSLN) accueille depuis 2000 un à deux enquêteurs de pêche, qui ont pour mission de collecter les déclarations de production des bateaux de Baie de Seine (fiches de pêche, log-book), de les saisir et d'en effectuer le traitement ; ils réalisent également des enquêtes socio-économiques auprès d'un échantillon de pêcheurs volontaires. La présence d'enquêteurs dans les ports a permis d'améliorer considérablement le taux de retour des documents déclaratifs (Figure T) et constitue un facteur de proximité vis-à-vis des professionnels. La saisie en temps réel des statistiques de pêche permet de suivre de près l'évolution de la production par espèce et par sous-flottille, sur chaque zone de pêche.

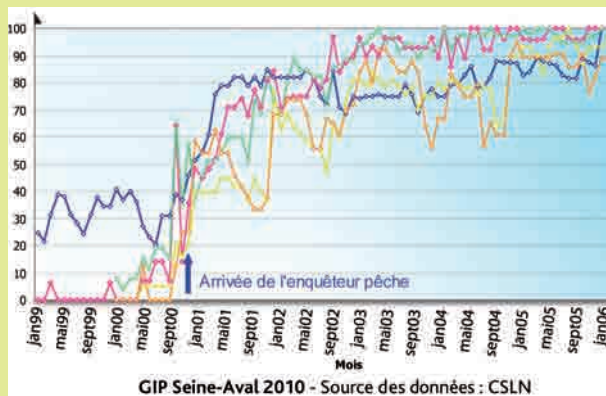


Figure T : Evolution du taux de retour des documents déclaratifs de production des bateaux de pêche professionnelle du secteur Antifer-Courseulles de 1999 à 2006.

5.2. Pêche, flottilles et métiers de pêche: une organisation structurée

Les navires de pêche professionnelle de Baie de Seine sont caractérisés par leur polyvalence. A chaque type de bateau (caractéristiques, équipement) correspond un panel limité de stratégies de pêche, représenté par les sous-flottilles ; parmi ce panel, la stratégie de pêche relève du choix du patron de pêche en fonction de sa connaissance de la pratique des différents métiers.

Les arts traînants regroupent les métiers nécessitant de tracter des engins de pêche sur le fond. Les bateaux de cette catégorie sont reconnaissables à leur portique disposé sur le pont arrière le plus souvent munis d'un ou de plusieurs enrouleurs. Cet équipement leur permet de travailler avec des engins de pêche diversifiés : divers types de chaluts ou de dragues.

Dans cette catégorie, les chalutiers-dragueurs présentent les dimensions les plus importantes et sont les seuls à cibler la coquille Saint Jacques. Ces bateaux mesurant plus de 10 m sont moins contraints par les conditions météorologiques et peuvent accéder à des zones de pêche plus éloignées que les petits chalutiers.

Les sous-flottilles des crevettiers et des chalutiers présentent des caractéristiques intermédiaires (chalutiers généralement de moins de 10 m) qui ne leur permettent de pratiquer qu'un nombre limité de métiers, à savoir ceux nécessitant une puissance motrice limitée et dont les zones de pêche restent proches de la côte (chalut de fond à crevette grise, chaluts à poissons).

Les arts dormants définissent quant à eux la pratique d'une pêche à partir de pièges ou de filets qui sont disposés en position fixe sur le fond durant un certain temps. Les zones de pêche peuvent être localisées sur des substrats impropres ou peu accessibles au chalutage. Les bateaux qui pratiquent ce type de pêche sont principalement des caseyeurs (pêche au casier) et des fileyeurs (pêche au filet), qui se distinguent des autres sous-flottilles, principalement du fait de leur équipement (absence de portique et d'enrouleurs comme sur un chalutier). Ces navires aux dimensions modestes (bateaux de 7-8 m en moyenne) fréquentent essentiellement la bande côtière où ils ont l'autorisation de mouiller filets et casiers (Figure 44).

La pêche d'estuaire concerne des bateaux de petite taille appelés canots et qui ciblent l'anguille aux stades civelle et adulte, la crevette blanche, appelée aussi bouquetin, et la crevette grise. Ces activités sont parfaitement adaptées à cette catégorie de bateau. Le faible tirant d'eau (2,4 tonneaux de Jauge Brute) rend possible la prospection de l'ensemble des zones de pêche situées de l'estuaire de la Seine jusqu'au Pont de Tancarville. La puissance motrice de ces canots (39 kW) est suffisante pour l'exercice de ces métiers malgré les forts courants caractérisant la partie endiguée de la Seine. Leur port d'attache, Honfleur, permet de minimiser le temps de route vers les zones de pêche estuariennes fréquentées (zone endiguée et berges de la Seine). Ces petites unités sont généralement polyvalentes et armées de façon à pouvoir aussi bien mettre en œuvre les arts traînants (crevettes, sole, civelle) que les arts dormants (bar, anguille).

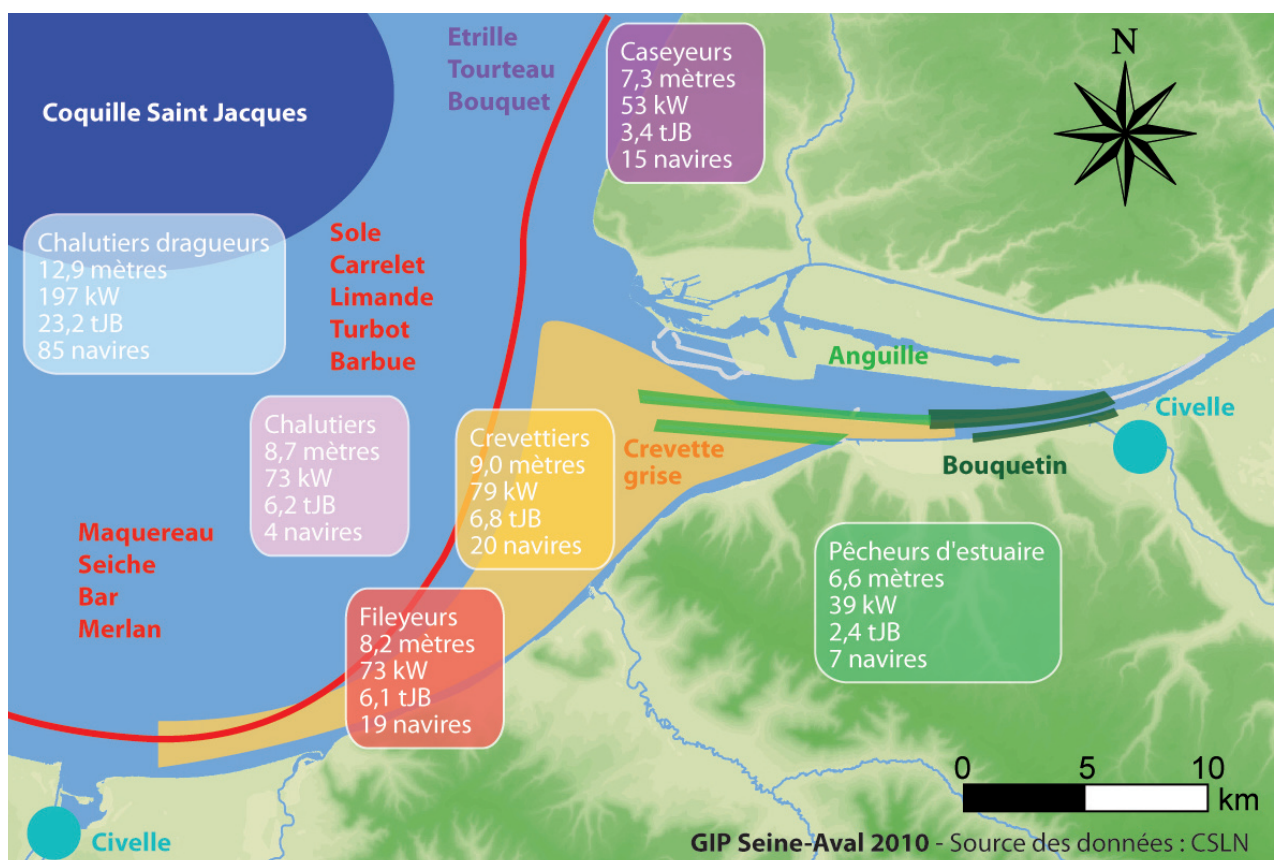


Figure 44 : Schéma de localisation des zones de pêche des principales espèces halieutiques de Baie de Seine orientale, et gradation des sous-flottilles le long des gradients longitudinal et de caractéristiques des navires.

5.2.1. Les Chalutiers Dragueurs

Caractéristiques moyennes des navires			
12,9 m	197 kW	23,2 tJB	85 navires
Longueur	Puissance	Jauge brute	Effectif

La sous-flottille des chalutiers-dragueurs rassemble les plus grandes unités de la pêche de la baie de Seine orientale. Ces chalutiers, armés en pêche arrière, mesurent généralement plus de 10 m et sont les plus fortement motorisés, ce qui leur permet de fréquenter les secteurs de pêche situés plus au large. Ils sont basés sur l'ensemble des ports de la baie de Seine orientale.



Figure 45 : Les chalutiers dragueurs

Les chalutiers-dragueurs pratiquent trois métiers principaux : le chalut de fond ciblant la sole et les espèces benthiques, le chalut semi-pélagique à maquereau et la drague à coquille. Les deux premiers métiers sont pratiqués essentiellement pendant la fermeture des gisements de coquille St Jacques. La pêche de cette espèce est très réglementée. Elle est ouverte du début octobre jusqu'au 15 mai pour le gisement « hors baie de Seine » (Figure 46). Les plus petits navires ne travaillent que sur le gisement « Baie de Seine », plus proche, qui n'est ouvert que de décembre à début mai. Du fait d'une saison de pêche à la coquille plus courte, ces chalutiers présentent une diversification plus importante des métiers pratiqués : chaluts pouvant cibler les poissons benthiques, le maquereau, la crevette grise, l'anguille et la seiche.

Trois espèces contribuent à elles-seules à 87 % de la production totale : ce sont les espèces cibles des trois principaux métiers pratiqués par la sous-flottille des chalutiers-dragueurs : la coquille, le maquereau et la sole (Figure 48).

La coquille Saint Jacques représente 51 % de la production totale de cette sous-flottille, soit près de 2900 tonnes débarquées par an. Le maquereau se place en seconde position, avec près de 30 % de la production totale. Il est pêché surtout en été sur la totalité de la Baie de Seine. D'autres espèces accompagnatrices du maquereau dans les captures au chalut semi-pélagique, sont bien représentées, comme par exemple le merlan. La seiche et l'encornet sont ciblés à partir de chaluts spécifiques. La sole (7 %), la plie (3 %) et la limande (1 %) constituent les principales prises au chalut de fond à poissons. La crevette grise apparaît relativement anecdotique dans la production de cette sous-flottille (0,2 %), même si la

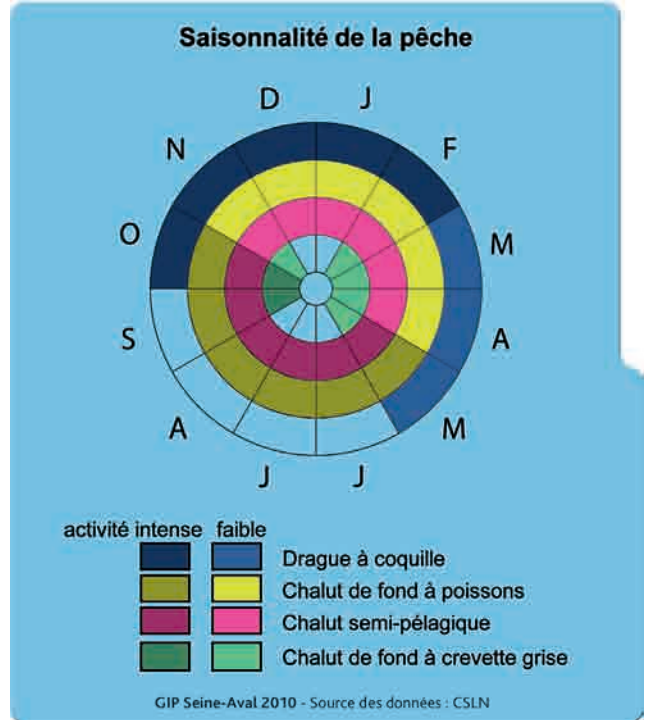


Figure 46: Saisonnalité des activités de pêche principales des chalutiers dragueurs



Figure 47 : Drague à coquille Saint Jacques

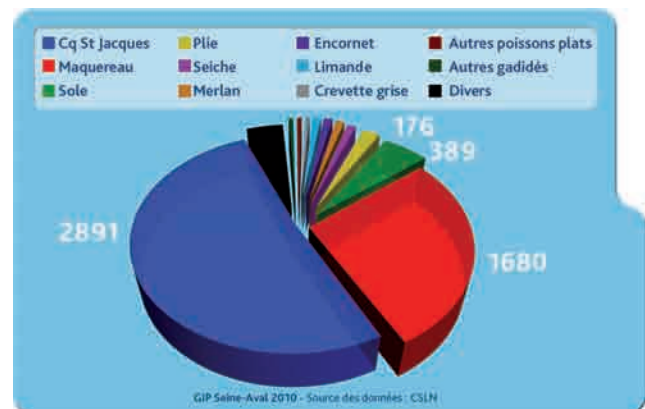


Figure 48: Importance pondérale moyenne (en tonnes) des principales espèces pêchées par les Chalutiers-dragueurs sur la période 2002-05.

production annuelle de cette espèce atteint 12 tonnes. Cette sous-flottille est moins dépendante de l'estuaire que celle des chalutiers purs et des crevettiers.

5.2.3. Les Chalutiers

Caractéristiques moyennes des navires			
8,7 m	73 kW	6,2 tJB	4 navires
Longueur	Puissance	Jauge brute	Effectif

La sous-flottille des chalutiers est constituée de bateaux qualifiés de « pêche arrière », pratiquant exclusivement la pêche au chalut. Elle rassemble les petits chalutiers ne disposant pas d'un gabarit et d'une puissance suffisants pour cibler la coquille Saint Jacques. Du fait de la forte attractivité de cette dernière espèce, les chalutiers « purs », ne pêchant pas la coquille, sont peu nombreux.



Figure 49 : Un chalutier

Les chalutiers pratiquent principalement la pêche aux poissons plats, à l'aide d'un chalut de fond. Ce métier est exercé toute l'année, mais surtout d'avril à septembre. Quelques bateaux arment au chalut de fond à crevette en fin d'été-début d'automne, sans que cette activité ne devienne prépondérante (Figure 50).

Trois espèces contribuent à 86 % de la production totale: la sole, la plie et la crevette grise qui sont les espèces cibles des deux principaux métiers pratiqués par la sous-flottille des chalutiers (Figure 52).

Les espèces benthiques (cibles du chalut de fond) dominent largement dans la production. La sole et la plie représentent chacune plus d'un tiers de la production totale des chalutiers (contributions respectives de 40 % et 34 %). Avec 2,2 t/an, la crevette grise se place en 3ème position (12 %).

Cette sous-flottille présente une dépendance vis-à-vis de l'estuaire plus forte que celle des chalutiers-dragueurs, notamment en raison de la place prépondérante occupée par la sole, présente au stade juvénile dans l'estuaire, et par la crevette grise qui effectue une grande partie de son cycle dans l'estuaire.

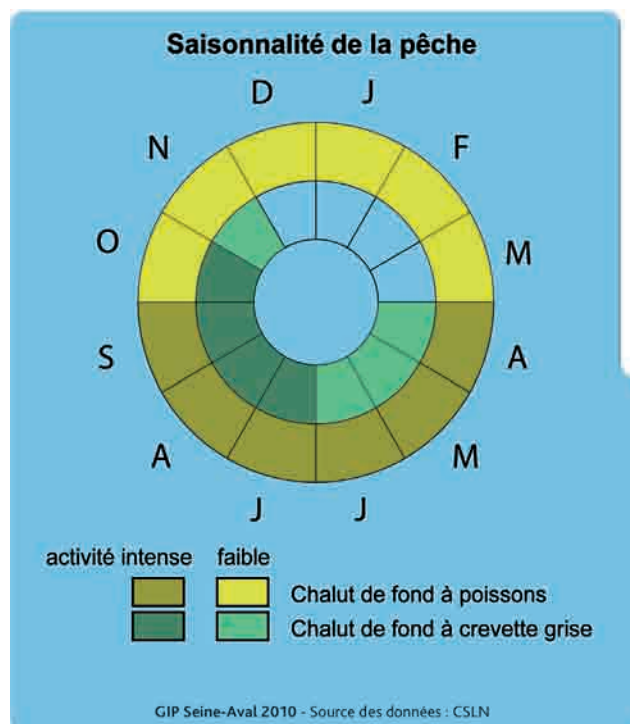


Figure 50 : Saisonnalité des activités de pêche principales des chalutiers.

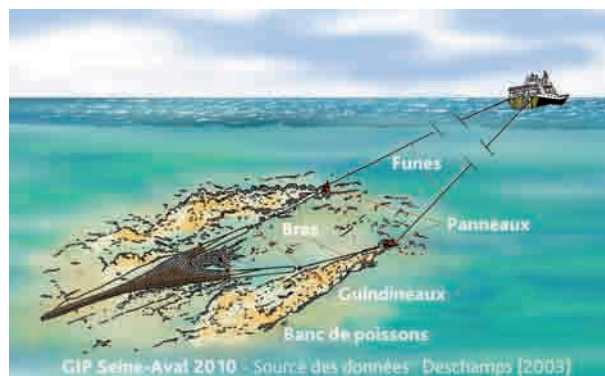


Figure 51 : Chalut de fond à poissons (Deschamps, 2003)

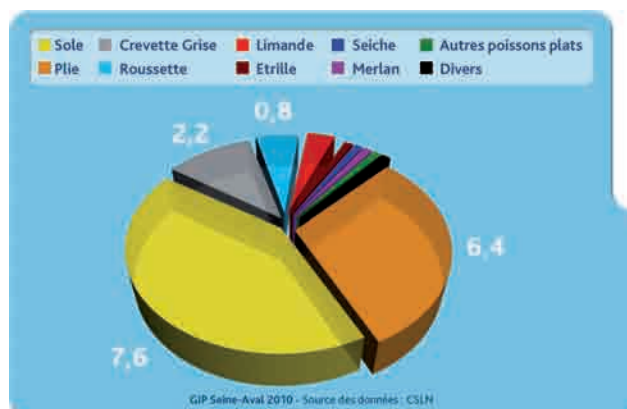


Figure 52 : Saisonnalité des activités de pêche principales des chalutiers.

5.2.4. Les Crevettiers

Caractéristiques moyennes des navires			
9 m	79 kW	6,8 tJB	20 navires
Longueur	Puissance	Jauge brute	Effectif

La sous-flottille des crevettiers rassemble de petits chalutiers, sous-dimensionnés pour la pêche à la coquille. Ils se sont spécialisés dans la pêche à la crevette grise, qu'ils pratiquent au minimum 5 mois dans l'année. Les crevettiers typiques de Honfleur, armés en pêche sur le côté, ont progressivement cédé la place aux chalutiers armés en pêche arrière.

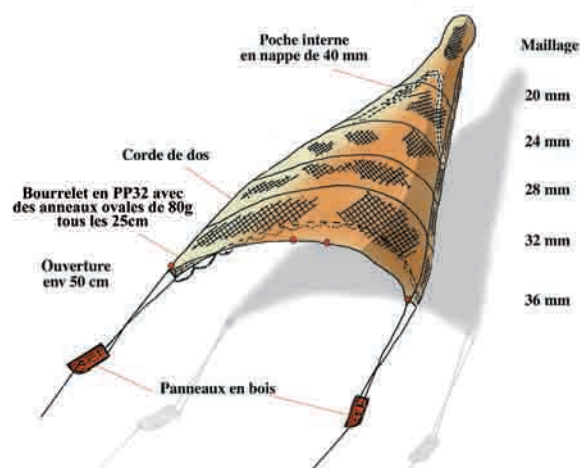


Figure 53 : Un crevetteur

Suivant la stratégie de pêche adoptée par chaque marin-pêcheur, l'activité de pêche à la crevette grise peut être une activité exclusive (stratégie A) ou pratiquée en alternance avec un ou plusieurs autres métiers (Figure 54). La pêche à la crevette est une activité saisonnière qui présente deux pics disjoints spatialement, l'un au printemps sur le littoral du Calvados, l'autre, de plus forte intensité, à l'automne dans l'estuaire de la Seine.



Figure 54: Saisonnalité des activités de pêche principales des crevettiers



GIP Seine-Aval 2010 - Source des données : Deschamps (2003)

Figure 55 : Chalut de fond à crevette (Deschamps, 2003)

Les crevettiers dits opportunistes ciblent la crevette grise en septembre/octobre, pendant l'intersaison de pêche aux poissons et à la coquille (stratégies B, C) ou celle à la civelle et au bouquetin (stratégie D). Ceci permet aux bateaux, y compris les canots honfleurais, de cibler une espèce abondante lors de la saison touristique tout en minimisant le temps de route vers les zones de pêche.

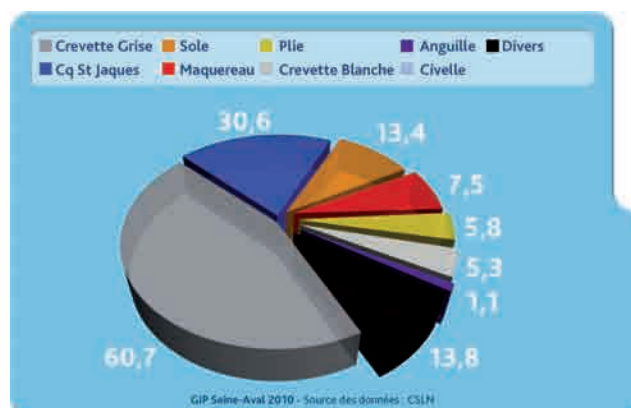


Figure 56: Importance pondérale moyenne (en tonnes) des principales espèces pêchées par les Crevettiers sur la période 2002-05.

La composition des captures illustre bien les différentes stratégies de pêche évoquées ci-dessus, puisque ce sont les espèces cibles des métiers du chalut de fond à crevette, de la drague à coquille, du chalut de fond à poissons plats, du chalut semi-pélagique, de la drague à bouquetin et de la nasse à anguille qui dominent.

La crevette grise représente 44 % de la production totale de cette sous-flottille, soit près de 61 tonnes débarquées par an. La coquille Saint Jacques se place en deuxième position, avec près de 22 % de la production totale. L'attractivité de cette espèce semble s'accroître depuis 2001. Les espèces cibles du chalut de fond à poissons et du chalut semi-pélagique (sole et maquereau) occupent les deux rangs suivants, avec des contributions respectives de 10 % et 5 %. Les espèces cibles de la pêche d'estuaire contribuent de manière plus modeste à la production, en raison du nombre limité de canots classés dans la catégorie des crevettiers. Cette sous-flottille présente une dépendance importante vis-à-vis de l'estuaire.

La crevette grise – Crangon crangon (L., 1758) : Une espèce sous haute surveillance

En raison de son importance, tant écologique qu'économique (cf fascicule Seine-Aval 1.7), la crevette grise, crustacé décapode de la famille des Crangonidés, a fait l'objet d'un suivi particulier depuis 2000 dans le cadre de la construction de Port 2000.

La première phase du suivi (2000-01) s'est attachée à actualiser le cycle biologique établi vingt ans plus tôt par Laniessse (1982). Il s'avère que les principales composantes de ce cycle n'ont pas évolué de manière importante en 20 ans (Figure U) : le cycle se base toujours sur l'existence de deux générations annuelles de crevette grise, qui ont pour origine les pics de reproduction de mars/avril et juillet/août. L'estuaire de la Seine joue donc toujours un rôle majeur dans le cycle biologique de la crevette grise, puisqu'il constitue un milieu indispensable pour le bon développement de chacune des générations de crevette grise, à savoir une zone de reproduction, un rôle de nourricerie et de support trophique vis-à-vis de l'ensemble des stades de vie de l'espèce.

Un suivi sur mesure

Suite à l'établissement de l'état de référence sur la crevette grise, un suivi a été mis en œuvre sur huit années (2002-09). Son originalité tient au fait qu'il allie à la fois le suivi de la ressource et le suivi de l'exploitation par pêche.

Le suivi de la ressource s'est focalisé sur la période pendant laquelle la population se concentre dans l'estuaire de la Seine. Il permet d'appréhender les fluctuations spatio-temporelles d'abondance de l'espèce pour chaque stade, la structure en taille et les modalités de recrutement et de reproduction. Il est ainsi possible de mettre en évidence tout changement dans la distribution de l'espèce, et de vérifier s'il affecte ou non tous les stades auxquels l'espèce est présente.

Le suivi de la pêcherie crevetteière est un suivi réalisé en continu, basé sur l'exploitation de carnets de pêche et de déclarations officielles de production, et sur des entretiens avec les pêcheurs. Un rendement de pêche journalier (poids de crevette commercialisé / temps de pêche par marée) a été établi par bateau, et peut être assimilé à un indice de productivité.

La mise en place de tels outils permet de réaliser une véritable surveillance de la crevette grise, depuis le recrutement des juvéniles jusqu'à l'exploitation par pêche des adultes. L'intérêt d'une démarche de ce type est en outre de vérifier l'adéquation entre les données issues des campagnes scientifiques et les rendements de pêche. Ces données s'avèrent complémentaires sur plusieurs aspects, à savoir sur le plan temporel (campagnes scientifiques ponctuelles / rendements de pêche journaliers), spatial (données homogènes sur la zone d'étude / rendements par zones de pêche) et biodémographique (population entière / individus de taille marchande).

Il est intéressant de constater que l'évolution de l'indice de biomasse commercialisable, estimé à partir des pêches scientifiques, est conforme à celle des rendements de pêche, et se superpose à l'indice d'activité des bateaux (Figure V). Les trois paramètres sont caractérisés par une saisonnalité forte, engendrée par le cycle biologique de l'espèce (deux générations annuelles) et déterminant des pics d'abondance de celle-ci, et donc des pics d'activité de la pêcherie crevetteière.

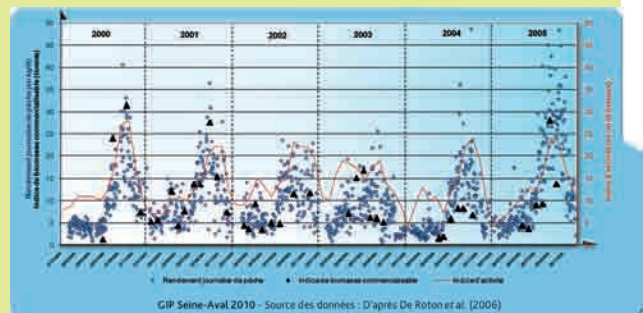


Figure V : Evolution du rendement de pêche journalier, de l'indice de biomasse commercialisable et de l'indice d'activité de la pêcherie crevetteière sur la période 2000-05 (d'après De Roton et al., 2006).



GIP Seine-Aval 2010 - Source des données : De Roton et Duhamel (2002)

Figure U : Cycle biologique de la crevette grise de Baie de Seine orientale établi en 2000-01 dans le cadre des suivis environnementaux de Port 2000 (De Roton & Duhamel, 2002).



GIP Seine-Aval 2010 - Source des données : CSLN

Figure W : Déroulement d'une marée au chalut de fond à crevette.

5.2.5. Les Pêcheurs d'estuaire

Caractéristiques moyennes des navires			
6,6 m	39 kW	2,4 tJB	7 navires
Longueur	Puissance	Jauge brute	Effectif

La sous-flottille des pêcheurs d'estuaire rassemble la majorité des canots hors-bord honfleurais, détenteurs de la licence CIPE* les autorisant à pêcher certaines espèces amphihalines dans les estuaires. Ce sont les seuls navires de pêche professionnelle autorisés à pêcher entre les ponts de Tancarville et de Normandie.

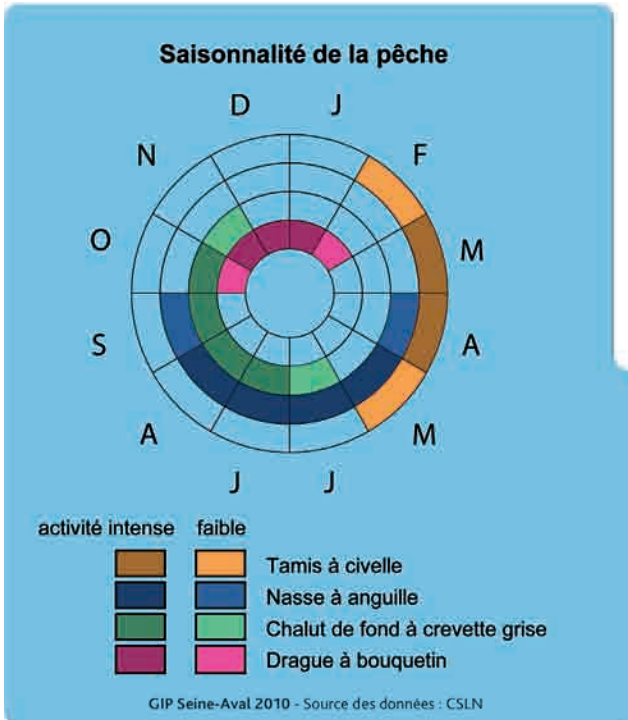


Figure 58 : Saisonnalité des activités de pêche principales des pêcheurs d'estuaire

Les pêcheurs d'estuaire ont tous en commun l'exploitation de l'anguille au stade civelle, autorisée de février à mai (Figure 58); celle-ci se pratique sur les rivières de l'Orne pour la moitié des canots, et de la Risle pour l'autre moitié. De mai à octobre, deux activités sont exercées selon les bateaux : la pêche de l'anguille adulte à la nasse au pied des digues submersibles du port de Rouen, et la pêche à la crevette grise sur le talus du secteur central endigué. A partir d'octobre et jusqu'en janvier-février, l'ensemble des canots pêche la crevette blanche, appelée aussi bouquetin, à l'aide d'une drague unique ou double, sur les berges enrochées de la Seine en amont du Pont de Normandie.

Les espèces cibles des métiers cités précédemment, sont prédominantes dans les captures, à l'exception de la civelle qui, du fait de son stade juvénile, présente un très faible poids individuel.

L'anguille domine nettement la production, avec une contribution de 48 % à la production totale de la sous-flottille, alors que seule la moitié des bateaux pose des nasses à anguille. Le bouquetin se place en deuxième position, avec près de 38 % de la production totale et 6



Figure 57 : Les pêcheurs d'estuaire

tonnes débarquées par an. La crevette grise occupe le 3ème rang. La production annuelle de civelle s'élève à 200 kg. Ce faible tonnage est compensé par une valeur commerciale élevée.

Cette sous-flottille présente une dépendance totale vis-à-vis de l'estuaire, tant au niveau de la localisation de ses zones de pêche que du point de vue de l'écologie des espèces pêchées.

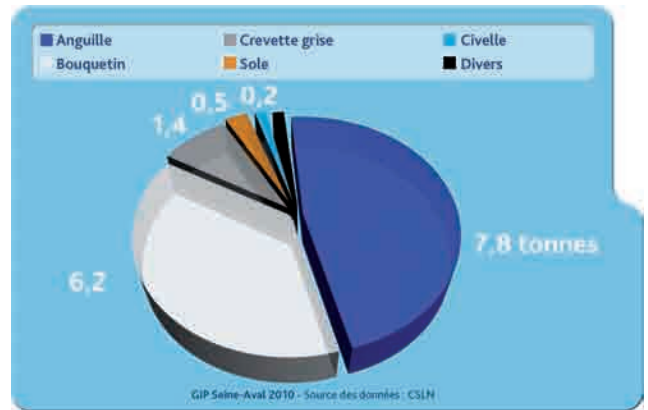


Figure 59 : Importance pondérale (moyenne annuelle en tonnes) des principales espèces pêchées par les Pêcheurs d'estuaire sur la période 2002-05.

Le bouquetin *Palaemon longirostris*, (Milne Edwards, 1837)

Le bouquetin ou crevette blanche, est un crustacé décapode présent en grande abondance dans l'estuaire de la Seine, principalement entre les ponts de Tancarville et de Normandie (cf. fascicule Seine-Aval 1.7). Cette espèce, importante sur le plan écologique en tant qu'espèce fourrage pour l'ichtyofaune et l'avifaune, est en outre la cible d'une pêcherie locale depuis les années 90. Moins d'une dizaine de canots hors-bord, détenteurs de la licence CIPE*, pratiquent cette pêche au moyen de dragues à bouquetin. Les zones de pêche sont situées sur les berges caillouteuses et les endiguements de la Seine. Classiquement, les professionnels commencent la saison (octobre/novembre) au niveau du Pont de Tancarville, puis se rapprochent progressivement du

Pont de Normandie (décembre – mars/avril). Ce schéma varie suivant les années en fonction des fluctuations de débit, le bouquetin suivant le front de salinité.

La production de pêche est extrêmement fluctuante, mais son évolution n'est pas affectée seulement par l'état de la ressource. En effet, la filière aval du bouquetin est caractérisée par l'existence d'un monopole. Un seul mareyeur, venant de St Nazaire, collecte le bouquetin, comme la civelle et l'anguille, à Honfleur. Ses propres contraintes tendent à rigidifier les pratiques de pêche au bouquetin, notamment au niveau de la période de pêche, du nombre de marées par semaine, du poids commercialisé à chaque marée, ...



GIP Seine-Aval 2010 - Source des données : CSLN

Figure X : Déroulement d'une marée à la drague à bouquetin

5.2.6. Les Caseyeurs

Caractéristiques moyennes des navires			
7,3 m	53 kW	3,4 tJB	15 navires
Longueur	Puissance	Jauge brute	Effectif

Les caseyeurs pratiquent les arts dormants et sont reconnaissables par leur treuil vire-casier. Généralement plus petits que les fileyeurs, ils se distinguent de ces derniers par l'absence de parcs à filets sur le pont arrière du navire. Ces unités sont absentes des ports de Honfleur et Trouville, en raison de la présence de fonds meubles peu favorables à la pratique de ces métiers.



Figure 60 : Les filières de casier



Figure 61 : Saisonnalité des activités de pêche principales des caseyeurs.

Les caseyeurs pratiquent principalement la pêche au casier. Ce métier qui s'exerce à proximité de la côte, généralement dans la bande des 3 milles, est soumis à la détention d'une licence de pêche. Les stratégies de pêche développées diffèrent sur le plan géographique, ceci s'expliquant par la nature des fonds. Sur Antifer-

Le Havre, les bateaux ciblent l'étrille et le tourteau toute l'année, ainsi que le homard surtout en été, et le bouquet de septembre à mars. Sur Ouistreham et Courseulles, la pêche de la seiche au casier est l'activité principale, dont la saison s'étend d'avril à juin. Des casiers à crustacés ciblant l'étrille et le tourteau, sont également mis en place. La pêche de la sole, du cabillaud ou du bar au filet, du congre à la palangre* et de la moule à la drague, viennent compléter ces activités en été, lorsque les crustacés sont moins abondants.

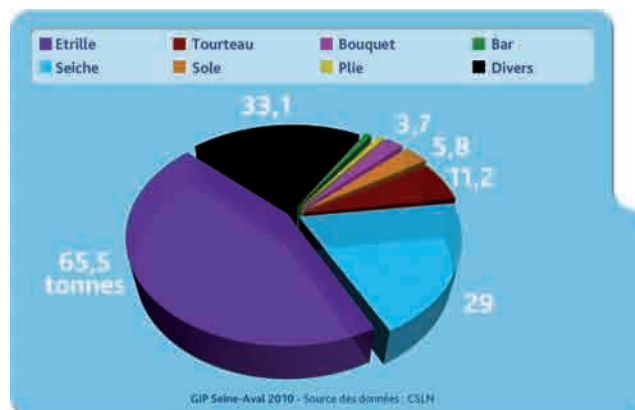


Figure 62: Importance pondérale (moyenne annuelle en tonnes) des principales espèces pêchées par les Caseyeurs sur la période 2002-05.

Les crustacés et la seiche dominent largement dans les captures de cette sous-flottille.

L'étrille est prépondérante et contribue à 43 % de la production totale annuelle, soit 65 tonnes débarquées par an. La seiche, cible des caseyeurs du Calvados, apparaît au second plan, représentant 19 % de la production annuelle malgré les fortes fluctuations qui caractérisent cette ressource.

La production de tourteau est moins abondante que celle de l'étrille et s'élève à 11 tonnes par an. Le bouquet n'arrive dans le classement qu'après la sole, mais sa valeur marchande en fait une espèce très importante dans les revenus des caseyeurs hauts-normands. La part du « divers » est conséquente en raison de la forte production engendrée par la pêche de la moule sur les gisements de Baie de Seine occidentale. Cette sous-flottille est peu dépendante de l'estuaire.

5.2.7. Les Fileyeurs

Caractéristiques moyennes des navires			
8,2 m	73 kW	6,1 tJB	19 navires
Longueur	Puissance	Jauge brute	Effectif

Les fileyeurs pratiquent, comme les caseyeurs, les arts dormants, et sont reconnaissables par leur treuil vire-filet et leur parc à filets sur le pont arrière du navire. Ces unités ne sont présentes que sur les ports de Le Havre-Antifer, Ouistreham et Courseulles. Les navires du Havre et d'Antifer présentent un gabarit et une puissance supérieurs à leurs homologues bas-normands, en

raison de contraintes hydrodynamiques plus fortes. Des trémailleurs de Fécamp fréquentent aussi ponctuellement l'aval de l'estuaire.



Figure 63 : Un fileyeur

les caseyeurs apparaît là encore, puisque les fileyeurs havrais pratiquent accessoirement la pêche du bouquet au casier en hiver, et les fileyeurs bas-normands celle de la seiche au printemps.

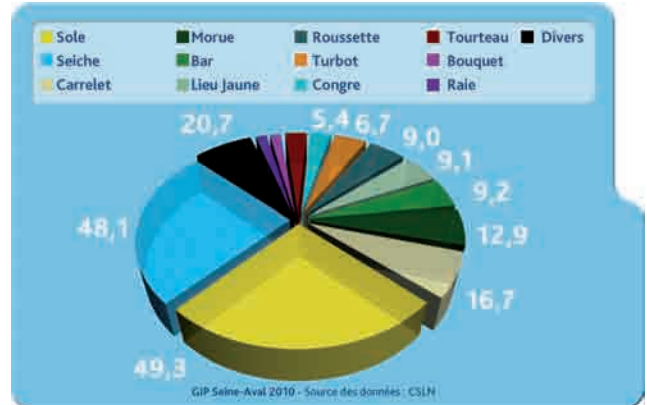


Figure 65 : Importance pondérale (en tonnes) des principales espèces pêchées par les Fileyeurs sur la période 2002-05.

La production est très diversifiée, comme en témoigne le nombre d'espèces contribuant à plus de 1 % de la production (16 espèces), même si deux espèces représentent à elles seules près de la moitié de la production totale. Cela illustre les multiples métiers pratiqués par cette sous-flottille.

La sole et la seiche co-dominent, chacune contribuant à 24 % de la production totale. Les apports en seiche des fileyeurs dépassent même ceux des caseyeurs.

La plie, espèce accompagnatrice de la sole dans les captures aux trémails à sole, se place au troisième rang (8 %). La morue, le bar, le lieu jaune, la roussette et le turbot représentent chacun 3 à 6 % de la production. Cette sous-flottille est moyennement dépendante de l'estuaire.

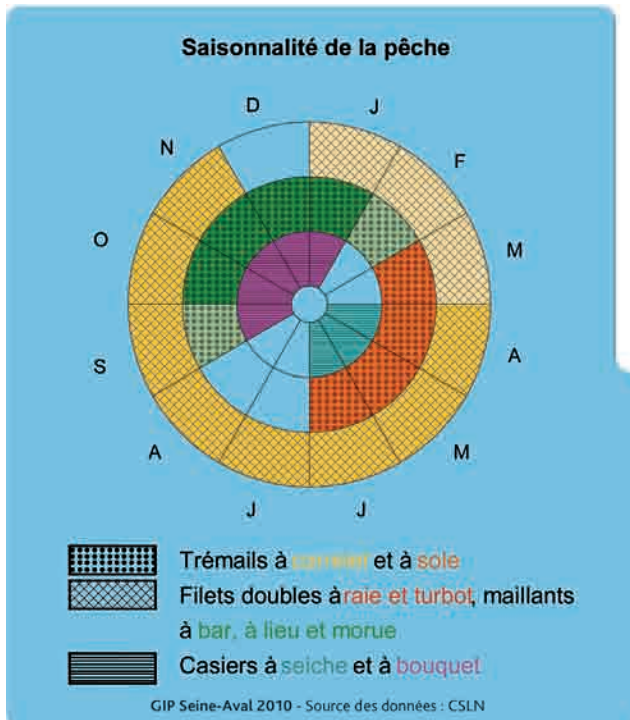


Figure 64 : Saisonnalité des activités de pêche principales des fileyeurs.

Les fileyeurs pratiquent principalement la pêche aux filets. Ce métier qui s'exerce généralement à proximité de la côte, dans la bande des 3 milles, est soumis à la détention d'une licence. La pêche au filet est pratiquée tout au long de l'année ciblant, selon la saison et l'engin de pêche, de nombreuses espèces de poissons. Elle est principalement calée sur les périodes de mortes-eaux. La plie, appelée aussi carrelet, est ciblée de janvier à mars au filet trémail, puis ce sont la raie et le turbot, de mars à juin. D'avril à septembre, l'activité de pêche se recentre sur la sole au moyen de trémails, ainsi que sur le congre à la palangre ou la ligne de fond. Le bar est ciblé au filet maillant de septembre à décembre ; le lieu jaune et la morue, de novembre à janvier. La différenciation géographique de la stratégie de pêche observée chez

5.3. Mesures de préservation des ressources exploitées

Les poissons pêchés par les flottilles de l'estuaire de la Seine sont, pour une grande part, rattachés aux stocks de Manche Est. Ces stocks ne sont pas inépuisables et certains d'entre eux sont même dans une situation critique. Le renouvellement des stocks de poissons, et donc le maintien d'une biomasse féconde suffisante, passe par la préservation des juvéniles ainsi que par une exploitation limitée des individus adultes.

Les secteurs côtiers et estuariens sont reconnus pour être des zones fragiles où séjournent de nombreux poissons juvéniles qui rejoindront, au bout de 1 à 2 ans, les adultes présents plus au large. Des réglementations de pêche ont été mises en place au niveau local, national et également européen, dans l'objectif de protéger ces juvéniles de poissons. Parmi celles-ci, des mesures d'ordre technique portent sur l'usage des engins de pêche et aussi sur les tailles des poissons capturés. D'autres mesures visent à limiter l'exploitation des adultes par une limitation des quantités capturées.

Une des principales mesures visant à protéger le secteur côtier et estuarien est l'interdiction d'utiliser des engins de pêche remorqués (chaluts et dragues) à moins de 3 milles nautiques des côtes. Tout chalutage est donc interdit dans cette bande des 3 milles (Arrêté n°90-94 du 24/01/90). Des dérogations sont cependant accordées en fonction des secteurs de pêche, des espèces cibles et des types de chalut, soit pour des saisons spécifiques, soit pour l'année entière. C'est le cas pour la crevette grise qui peut être pêchée au chalut de fond dans la bande côtière des 3 milles au large du Calvados et de l'estuaire de la Seine, au sud du parallèle passant par le cap de la Hève, à condition que soit utilisé un « chalut sélectif à crevette », obligatoire depuis le 1^{er} janvier 2000 (règlement CE n°850/98 modifié). Le chalut utilisé doit être conçu de façon à permettre aux jeunes poissons de pouvoir s'échapper de l'engin sans subir de dommages.

Dans le même objectif de préservation des juvéniles, les maillages des chaluts utilisés en dehors de la bande côtière des 3 milles sont réglementés. Une taille minimale de maille de cul de chalut ou de filet est fixée en fonction des espèces cibles et des engins utilisés pour les capturer. En Manche Est le maillage réglementaire des culs de chalut est fixé à 80 mm (maille étirée). Des dérogations peuvent cependant être octroyées pour la capture d'espèces de petite taille comme la crevette grise. Celle-ci peut être pêchée avec un chalut de maillage de 22 mm (maille étirée) à condition que l'engin utilisé soit « sélectif » (voir ci-dessus).

Comme indiqué précédemment, la bonne santé d'un stock de poissons passe par le maintien d'une capacité de reproduction suffisante. Cela suppose que chaque année un nombre suffisant de jeunes poissons ayant acquis la maturité sexuelle rejoignent le stock d'adultes. Pour une grande majorité d'espèces exploitées en Baie de Seine, il existe des tailles minimales de capture fixées par un règlement européen. Ces tailles ont été définies de façon à ce que chaque individu ait pu se reproduire au moins une fois avant d'être capturé.

En Manche Est, certains stocks de poissons marins, dont les juvéniles séjournent en estuaire au début de leur cycle biologique, font chaque année l'objet d'une évaluation effectuée au niveau européen. C'est le cas notamment de la sole et de la plie, ainsi que d'autres espèces telles que le hareng, le sprat, le merlan et la morue. Suite à une estimation des capacités de maintien et de reproduction de chacun des stocks étudiés, des Tacs (totaux admissibles de capture) sont fixés pour chaque sous-zone CIEM (exemple VIId pour la Manche Est). Des quotas de pêche sont ensuite attribués à chaque pays riverain de la sous-zone considérée.

Les espèces estuariennes ne sont pas soumises à une réglementation européenne. Des règlements locaux ou régionaux sont établis sur la base de propositions effectuées par les professionnels au sein des Comités Régionaux des Pêches (Basse-Normandie et Haute-Normandie) ainsi que par les membres du Cogepomi* du bassin Seine-Normandie. C'est le cas notamment pour l'exploitation de la civelle qui fait l'objet d'un encadrement. La pêche des juvéniles est en principe interdite.

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Taille minimale de capture
<i>Anguilla anguilla</i>	Anguille d'Europe	/
<i>Clupea harengus</i>	Hareng	20 cm
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	Gronchin perlon	/
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Bar	36 cm
<i>Limanda limanda</i>	Limande	15 cm
<i>Merlangius merlangus</i>	Merlan	27 cm
<i>Plattichthys flesus</i>	Flet	25 cm
<i>Pleuronectes platessa</i>	Plie	22 cm
<i>Raja clavata</i>	Raie bouclée	/
<i>Scophthalmus rhombus</i>	Barbue	30 cm
<i>Solea solea</i>	Sole commune	24 cm
<i>Sprattus sprattus</i>	Sprat	/
<i>Trachurus trachurus</i>	Chinchard	15 cm
<i>Trisopterus luscus</i>	Tacaud commun	/
<i>Crangon crangon</i>	Crevette grise	3 cm
<i>Necora puber</i>	Etrille	5 cm
<i>Palaemon serratus</i>	Bouquet	5 cm

Tableau 1 : Tailles minimales de capture

La pêche des civelles peut toutefois être autorisée en dehors d'une période de 210 jours consécutifs comprise entre le 15 avril et le 15 décembre. Sur le bassin Seine-Normandie, cette pêche est interdite en amont de la LSE, et elle est autorisée en aval de la LSE uniquement pour les pêcheurs professionnels détenant la licence de « pêche des poissons migrateurs et de pêche dans les estuaires » (licence CIPE). Une période de pêche est définie chaque année, généralement de janvier à mai, incluant des « relèves décadaires ». Il s'agit de périodes de 24h préalablement définies à raison de une tous les 10 jours, pendant lesquelles la civelle ne peut pas être pêchée (Plagepomi, bassin Seine-Normandie). Cette pêche est également réglementée d'un point de vue plus technique, relatif au nombre et à la taille des engins de pêche.

Chapitre 5. Conclusion et perspectives

Les travaux menés dans le cadre du programme Seine-Aval, et aussi d'autres programmes, ont permis d'améliorer l'état des connaissances sur les peuplements halieutiques de l'estuaire de la Seine, entre Poses et la mer. Un état des lieux de la ressource halieutique et de son utilisation a pu être dressé prenant en compte les peuplements de poissons, leurs habitats et leur exploitation par la pêche.

Un état des lieux...

Le peuplement ichtyologique de l'estuaire amont, avec 56 espèces, apparaît moins pauvre que ce que l'on pouvait supposer jusqu'à présent. Les différentes techniques d'échantillonnage ont permis d'inventorier 80% du cortège de poissons dulcicoles répertoriées dans les eaux continentales de l'ensemble du bassin de la Seine. Les secteurs qui apparaissent les plus riches se situent là où les habitats sont les plus diversifiés et où plusieurs techniques d'échantillonnage ont pu être mises en œuvre. Cette richesse globale est toutefois à relativiser en raison de la rareté (faible taux de présence) de nombreuses espèces d'eau douce, parmi lesquelles figurent les plus exigeantes vis-à-vis de la qualité de l'eau, du substrat ou de la courantologie (goujon, chabot commun, vairon, spirilin, loche franche).

L'estuaire amont contribue indéniablement au rôle global de l'hydrosystème en tant que lieu de transit (migrateurs anadromes et catadromes) et de nurserie (sandre, flet, éperlan, anguille). Cependant, les eaux douces soumises à la marée, et leurs habitats, semblent avoir un intérêt limité pour la plupart des poissons les plus communs (cyprinidés). Leur principale fonction, en particulier pour des poissons adultes, serait celle d'habitat complémentaire par rapport aux milieux aquatiques situés en amont de l'estuaire et typiquement fluviaux. Cette hypothèse se trouve confortée par le caractère peu adapté des habitats de la zone limnique* en tant que lieux de frai et de nurserie pour ces espèces. Quant aux espèces rares, leur présence peut être considérée comme étant tout à fait fortuite car les habitats les plus favorables au déroulement de leur cycle biologique ne correspondent généralement pas à ceux que l'on peut trouver dans les estuaires.

Le peuplement ichtyologique de l'estuaire aval se compose surtout de poissons d'origine marine et présente une relative stabilité au cours du temps. L'abondance de poissons juvéniles confirme l'importance de la fonction de nurserie qui peut être considérée comme majeure dans cette partie aval de l'estuaire, favorisée notamment par l'existence de fonds meubles subtidiaux et intertidaux riches en faune benthique, source de nourriture pour les jeunes poissons. Les principaux facteurs qui régissent les niveaux spatio-temporels d'abondance sont la température, la salinité, la bathymétrie ainsi que la nature du substrat, très fluctuante dans cette partie de l'estuaire, car soumise à des apports sableux de la mer et des dépôts de vases en provenance du fleuve. Les poissons les plus sensibles à ce paramètre sont ceux qui vivent sur le fond tels que les poissons plats (sole, plie, flet, limande, ...).

Dans la mosaïque d'habitats estuariens, les chenaux de marée intertidaux dénommés localement « filandres », sont particulièrement difficiles d'accès et n'avaient encore fait l'objet d'aucune étude des assemblages d'espèces de poissons. Des méthodes efficaces d'échantillonnage montrent que ces milieux, généralement abrités et de faible profondeur, constituent des zones de refuge pour les poissons d'eau douce et participent à la fonction de nurserie de l'estuaire pour les jeunes poissons marins et amphihalins qui viennent s'y nourrir, notamment le bar. Ces filandres ont un rôle fonctionnel complémentaire à ceux des autres habitats de l'estuaire. Elles constituent un exemple de la nécessité d'une diversité et d'une connectivité transversale entre les habitats aquatiques, depuis le chenal central jusqu'à l'intérieur de la plaine alluviale.

L'estuaire de la Seine constitue aussi un lieu de passage obligatoire pour les espèces migratrices qui vivent alternativement en eau de mer et en eau douce. La dégradation de la qualité de l'eau ainsi que les aménagements du fleuve tels que les barrages qui constituent des obstacles à la libre circulation des grands migrateurs anadromes (salmonidés, grande alose, lamproie marine) sont à l'origine de la rareté actuelle, dans l'estuaire de la Seine, de la plupart des espèces appartenant à cette catégorie de poissons. A cela s'ajoute la disparition des habitats de frayères, consécutive aux travaux de remblaiement et d'endiguement du fleuve. Celle-ci semble être la principale cause de la grande rareté de juvéniles d'espèces telles que l'aloise feinte, dans les eaux estuariennes, alors que les adultes sont toujours bien présents le long des côtes normandes.

Les peuplements ichtyologiques de l'estuaire sont l'objet d'une exploitation par la pêche essentiellement dans la partie la plus aval de l'estuaire soumise à la réglementation « pêche maritime ». La pêche professionnelle fluviale a quasiment disparu. Seules subsistent une pêche dite d'estuaire ciblant principalement l'anguille (adulte et civelle), la crevette grise et la crevette blanche et une pêche maritime, plus importante. La flottille, constituée d'unités polyvalentes de petite taille, exerce principalement en secteur côtier, ce qui la rend fortement dépendante des espèces fréquentant l'estuaire. Les flottilles travaillant plus au large sont, elles aussi, indirectement dépendantes de l'estuaire de la Seine dans la mesure où elles exploitent des espèces à écophase estuarienne dont les juvéniles séjournent en estuaire une ou deux années avant de rejoindre les stocks du large auxquels ils appartiennent. Toutes ces flottilles sont, à un degré plus ou moins élevé, dépendantes de la quantité et de la qualité des habitats de nurseries des estuaires. De ceux-ci dépendent le bon état physiologique et l'abondance des jeunes individus, et par conséquent celui des populations de poissons du large, comme par exemple la sole et la plie.

Comme de nombreux estuaires du nord de l'Europe, l'estuaire de la Seine est un espace fortement anthropisé. Les différents aménagements, endiguements, dragages, ainsi que la contamination chimique, ont entraîné une réduction de la quantité et de la qualité des milieux favorables à la reproduction et à la croissance des

poissons fréquentant l'estuaire de la Seine. La perte quantitative d'habitats affecte principalement l'estuaire aval avec notamment une réduction des zones intertidales de plus de 100 km² depuis 1850 (Dauvin, 2006), ayant des conséquences sur la capacité d'accueil de ce site de nourricerie. Dans l'estuaire amont, la diversité des habitats semble avoir été fortement affectée par les endiguements qui réduisent, voire suppriment totalement les possibilités d'échanges transversaux entre la Seine et les zones connexes. Au morcellement des unités biologiques s'est ajoutée la perte d'habitats. La disparition des habitats « ressource » (refuge, alimentation, nourricerie, frayères) liée à l'endiguement presque total du fleuve en aval de Rouen conduit à un peuplement appauvri et ce, jusqu'à la limite de salure des eaux.

A cette dégradation s'ajoute celle de la qualité des eaux. Localement, les faibles teneurs en oxygène dissous qui sont régulièrement enregistrées en été ont des effets visibles sur l'ichtyofaune et engendrent un appauvrissement de celle-ci sur environ 40 km, le secteur le plus touché étant situé entre Duclair et La Bouille. Les performances biologiques des juvéniles de poissons semblent être influencées par les fortes concentrations de contaminants organiques. Des perturbations endocriniennes ont également été mises en évidence, conséquence probable d'une contamination par les résidus de produits pharmaceutiques présents dans l'eau et les sédiments de la Seine. Les risques chimiques et microbiologiques et leur conséquences sur les organismes vivants sont préoccupants pour le fonctionnement à long terme de l'estuaire.

La fonctionnalité d'un système estuarien tient à un réseau très complexe de relations existant entre le vivant et son environnement. Malgré leur aptitude naturelle à évoluer, les milieux estuariens sont très fragiles, d'autant plus que leur évolution est forcée par l'homme. Les différents milieux qui les composent sont en effet de plus en plus contraints, sinon détruits, et risquent de ne plus pouvoir se reconstituer ailleurs et en surface suffisante. La destruction massive, à l'échelle du globe, des milieux naturels est d'ailleurs à l'origine d'essais d'évaluation de leur valeur économique jusqu'à présent peu reconnue. Les systèmes côtiers et estuariens, identifiés comme favorables aux nourriceries, ont toujours été considérés comme rares et de surface limitée. Or, on constate depuis de nombreuses années une forte régression de leur étendue et de leur fonctionnalité en relation avec un comblement général des estuaires et des baies. Dans certains cas, tel que celui de l'estuaire de la Seine, ce comblement a été accru par une chenalisation systématique du cours principal du fleuve au profit de la navigation commerciale (Elliott et Hemingway 2002).

Malgré les nombreuses atteintes à la qualité environnementale de l'estuaire, la principale fonctionnalité de celui-ci vis-à-vis de l'ichtyofaune marine et dulcicole est celle de nourricerie. Cette fonctionnalité toujours effective, ne se situe vraisemblablement pas au niveau où elle pourrait l'être si les habitats aquatiques n'avaient pas été aussi dégradés par les actions humaines. Sur certains points, la qualité de l'eau s'est améliorée au cours des dernières années, contribuant à la réapparition d'espèces telles que le saumon ou l'éperlan qui est à nouveau abondant en estuaire de Seine. Une réversibilité est donc

possible, du point de vue de la qualité des habitats et aussi du point de vue de la présence des espèces.

Enjeux, outils et perspectives ...

La forte pression anthropique qui s'exerce en estuaire de Seine pose de véritables questions sur le devenir d'habitats jugés par la communauté scientifique comme essentiels pour le renouvellement de la ressource halieutique. La nécessité de préserver leur qualité et leur quantité repose sur l'émergence de réelles perspectives de gestion des fonctions écologiques de ces habitats. Dans ce contexte, où des défis importants sont à relever, le choix des méthodes de gestion constitue l'un des enjeux majeurs des prochaines décennies. Une réflexion sur la mise en place d'un plan de gestion des habitats aquatiques de l'ensemble de l'estuaire de la Seine est nécessaire, en accord avec les principaux acteurs et utilisateurs de l'estuaire.

Une prise de conscience importante aux niveaux local, régional, national et européen fait que beaucoup de personnes ou organismes sont actuellement « au chevet » de l'estuaire. Cela se traduit notamment par la mise en place d'actions et d'outils parmi lesquels on peut citer : études, groupes de travail, plans de restauration, zones protégées visant la préservation et la restauration des fonctionnalités de l'estuaire.

Des outils de suivi scientifique

Les préoccupations relatives au bon état écologique de l'estuaire ne sont pas nouvelles. Un suivi de la qualité des eaux de l'estuaire existe depuis 1965. Des études ont été menées sur les ressources halieutiques de la Baie de Seine et sur la qualité du milieu, dans différents cadres et objectifs : SAUM* estuaire de la Seine (fin des années 1970), commission Baie de Seine, groupement régional des pêches, impact de différents aménagements (Pont de Normandie, Port 2000).

Un accroissement des connaissances sur l'estuaire de la Seine a pu être entrepris grâce au Programme Seine-Aval. Ce programme multidisciplinaire de recherche finalisée, actuellement dans sa phase 4, a été initié au début des années 1990 pour améliorer la compréhension des processus estuariens et aider à la prise de décision publique. Ce programme, dont la maîtrise d'ouvrage est assurée depuis 2003 par le Groupement d'Intérêt Public Seine-Aval (GIP Seine-Aval), constitue un des outils principaux des décideurs et aménageurs de l'espace estuarien de la Seine. Le GIP est appelé à contribuer à la réflexion engagée dans le cadre du Plan de Gestion Globale de l'Estuaire de la Seine à qui il apporte son expertise et son savoir-faire opérationnel, au travers notamment d'études, de tableaux de bords avec indicateurs, de groupes de travail, notamment les groupes de travail « restauration environnementale » ou encore « stratégie d'observation à long terme » (<http://seine-aval.crihan.fr>).

D'autres travaux ont été, ou sont menés, en estuaire de Seine dans le cadre d'autres programmes. On peut citer, de façon non exhaustive, la mission sur la contamination

chimique de l'estuaire de Seine coordonnée par le pôle Environnement et Développement Durable de la DRIRE/DIREN et réalisée par le GIP Seine-Aval (Lachambre & Fisson, 2007), les suivis de contaminants dans les poissons (plan PCB), les études sur les effets des contaminants sur les jeunes soles (projet ANR coordonné par Ifremer), les recherches effectuées par l'Université du Havre, les études financées par les Ports du Havre et de Rouen.

Tous ces travaux scientifiques sont réalisés dans un objectif commun de mieux connaître le fonctionnement de l'estuaire de la Seine afin de contribuer à la préservation et à la restauration de ses principales fonctionnalités.

Des instances de concertation et de décision

Afin de disposer d'un instrument de programmation des interventions en estuaire de Seine, et aussi d'accompagner la mise en place des mesures environnementales prévues dans le cadre de l'agrandissement du port du Havre (Port 2000), l'élaboration d'un plan de gestion globale de l'estuaire de Seine a été prévue par le Contrat de Plan Etat Région (CPER) (20/03/2000).

Afin de piloter la mise en œuvre de ce plan, le CPER a prévu la création de trois instances chargées d'initier une dynamique de concertation et de décision partagée à l'échelle de l'estuaire.

Depuis 2001, le Conseil de l'Estuaire de la Seine est chargé de veiller à la cohérence de l'ensemble des politiques menées sur l'estuaire de la Seine. Il réunit, sous la présidence du Préfet de la région de Haute-Normandie, les principaux décideurs de l'action publique.

Il est assisté par le Conseil Scientifique et Technique, composé d'experts indépendants, pour suivre l'état de l'environnement dans l'estuaire, rendre des avis sur les sujets pour lesquels le Conseil de l'estuaire l'a saisi, proposer des orientations, des études et des travaux permettant d'améliorer la gestion de l'estuaire.

Le Comité de suivi, qui rassemble les usagers et les gestionnaires de l'estuaire, est informé et consulté, et peut faire des propositions sur les orientations et les actions en matière de gestion de l'estuaire.

A la demande du Conseil de l'Estuaire, une démarche prospective a été menée en 2004. Pilotée par l'Agence de l'Eau Seine-Normandie et la DIREN Haute-Normandie, elle a été conduite collectivement par les acteurs locaux dans une perspective de restauration des fonctions environnementales de l'Estuaire de la Seine à l'horizon 2025. Cette étude souligne la nécessité de poursuivre une réflexion concertée pour construire et suivre la mise en œuvre d'un projet de gestion globale, permettant de restaurer les fonctions environnementales de l'estuaire (<http://www.eau-seine-normandie.fr>).

Un Conseil Scientifique de la réserve naturelle de l'estuaire de la Seine a été créé le 30 décembre 1997. Son avis peut être sollicité pour toute question à caractère scientifique touchant la réserve naturelle.

Les outils de gestion et de protection

Les dispositifs de gestion mis en œuvre s'appuient sur des textes européens ou nationaux ayant ou non un

caractère juridique contraignant.

La gestion des poissons migrateurs est actuellement encadrée par le troisième Plan de Gestion des Poissons Migrateurs (PLAGEPOMI 2006-2010) du bassin Seine Normandie, rédigé par la Diren Ile de France dans le cadre du Cogepomi. Dans ce même cadre, est préparé un plan de gestion « anguille » à la demande de l'Union Européenne (cf § 3.2).

Les travaux menés dans le cadre de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE) du 22 décembre 2000 ont pour objectif, après réalisation d'un état des lieux de la qualité des eaux côtières et de transition, le maintien ou l'amélioration de la qualité de ces masses d'eau. La directive du 23 octobre 2000, adoptée par le Conseil et par le Parlement européen définit un cadre pour la gestion et la protection des eaux par grand bassin hydrographique, au plan européen. Elle fixe en effet des objectifs ambitieux pour la préservation et la restauration de l'état des eaux superficielles (eaux douces et eaux côtières) et pour les eaux souterraines. Sur proposition du ministre de l'Ecologie et du Développement durable, la loi n°2006-1772 sur l'eau et les milieux aquatiques a été promulguée le 30 décembre 2006 (J.O. du 31/12/2006). Elle a pour objectif de donner les outils à l'administration, aux collectivités territoriales et aux acteurs de l'eau en général, pour reconquérir la qualité des eaux et atteindre en 2015 les objectifs de bon état ou de bon potentiel écologique fixés par la DCE.

Les zones « Natura 2000 » et les réserves naturelles ont pour objectif de préserver les habitats et leurs peuplements tout en tenant compte des activités sociales, économiques et culturelles régionales.

Le réseau écologique européen dénommé Natura 2000, issu de la Directive « Habitats » 2/43/CEE du 21 mai 1992, est formé par des sites abritant des types d'habitats naturels et les habitats des espèces figurant aux annexes I et II de la Directive. L'objectif est de préserver les habitats naturels et les espèces animales et végétales reconnues d'importance communautaire. Sur l'ensemble du territoire de l'Union Européenne, le réseau Natura 2000 est constitué des ZSC¹⁷ issues de la directive habitats de 1992 et des ZPS¹⁸ découlant de la directive « oiseaux » de 1979. En estuaire de Seine, le site « Natura 2000 » abrite une zone humide de plus de 10 000 ha (Dauvin, 2009), d'importance internationale, présentant une mosaïque d'habitats naturels remarquables en qualité comme en surface, composée de milieux estuariens *sensu stricto*, de roselières, de prairies humides et de milieux aquatiques.

La réserve naturelle de l'estuaire de la Seine, créée en 1999, figure parmi les plus grandes réserves de France avec plus de 8000 ha, dont plus de 6000 ha dans sa partie maritime. Un comité consultatif, un conseil scientifique et un organisme gestionnaire, « la Maison de l'Estuaire », assurent, sous la responsabilité du Préfet, la mise en œuvre du plan de gestion.

17 Zone Spéciale de Conservation, concerne la conservation des habitats naturels en application de la directive communautaire de 1992 (directive Habitats).

18 Zone de Protection Spéciale, concerne la conservation des oiseaux sauvages, en application de la directive communautaire de 1979 (directive Oiseaux)

Les Directives Territoriales d'Aménagement (DTA), qui sont élaborées et adoptées par l'état, fixent les orientations en matière d'aménagement et d'équilibre entre les perspectives de développement, de protection et de mise en valeur des territoires. La DTA de l'Estuaire de Seine (décret du 10/07/06) décline les grands objectifs que l'état souhaite poursuivre dans l'estuaire de la Seine à un horizon de 20-25 ans. Parmi ceux-ci, figure la préservation des infrastructures naturelles et des ressources halieutiques de l'estuaire de la Seine (<http://www.seine-maritime.gouv.fr/>).

La construction de Port 2000 a été à l'origine de l'émergence de la notion de Plan de gestion globale de l'estuaire de la Seine et de la mise en place d'un Conseil de l'Estuaire. Le volet environnemental de ce plan repose sur cinq grandes orientations, parmi lesquelles, décloisonner l'estuaire, améliorer la qualité des eaux, restaurer les habitats et les populations.

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin Seine-Normandie fixe les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau dans le respect des principes de la loi sur l'eau de 1992. Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) est un document de planification à l'échelle d'un périmètre hydrographique.

A ces outils de gestion et de protection s'ajoutent des dispositifs contractuels et des documents d'orientation et de planification qui favorisent la cohérence des politiques publiques et permettent de coordonner les différentes sources de financement des actions menées en estuaire de Seine.

De nombreux aspects du fonctionnement de l'estuaire restent à découvrir, afin de mieux comprendre les liens entre les espèces et les habitats ainsi que les conséquences de la dégradation de ces derniers sur le renouvellement des populations de poissons. Ceci confirme l'importance de la recherche scientifique pour la connaissance des écosystèmes estuariens et donc la pertinence du programme Seine-Aval dans des actions porteuses de nouvelles perspectives telles que celle orientée vers la reconquête de l'estuaire et la restauration de ses habitats.

Pour autant, « l'anthropisation » de l'estuaire de la Seine n'est vraisemblablement pas terminée. De nouveaux projets d'aménagement à court et moyen terme sont prévus, risquant de modifier un peu plus les fonctionnalités de l'estuaire. Le principe d'un nouveau franchissement de l'estuaire semble acquis. Un prolongement du grand canal du Havre est également prévu. Le port de Rouen envisage un dragage du chenal de navigation pour améliorer ses accès maritimes. Cette amélioration s'inscrit dans le cadre du projet « Rouen Port Maritime » qui englobe également la valorisation des berges de la Seine, avec notamment l'objectif de restaurer certaines fonctions environnementales du fleuve, comme la reconnexion de zones humides. Il faudra sans doute aussi répondre, dans un avenir proche, aux demandes de permis d'extraction de granulats qui risquent d'être plus nombreuses.

Cette pression humaine, toujours très forte, incite par conséquent à la mise en place de réseaux d'observation

et de suivi cohérents à l'échelle de l'ensemble de l'estuaire de la Seine, destinés à mesurer le succès des engagements pris en matière de gestion et de protection des habitats et des espèces. Alors que des progrès indéniables ont été réalisés au cours des 30 dernières années, sur certains aspects de la qualité de l'eau, il convient aujourd'hui de prendre acte de la notion de réversibilité possible de certaines situations écologiques. Par contre, pour certaines espèces à haute valeur marchande, telle que la sole, des signes convergents de dégradation des habitats essentiels sont constatés (Le Pape *et al.*, 2008), posant clairement la question du devenir de l'estuaire en tant que nourricerie. La création d'un dispositif d'observation de l'ichtyofaune et des habitats aquatiques dans l'estuaire de la Seine semble donc justifiée et complémentaire de réseaux déjà existants tels que l'observatoire « avifaune ». Des protocoles standardisés d'échantillonnage des poissons ont été récemment mis au point pour les estuaires (Lepage & Girardin, 2005). Outre le fait de permettre, pour la première fois, une comparaison de l'ichtyofaune au sein des grands estuaires français, ces avancées méthodologiques doivent également être exploitées pour concrétiser la notion de « stratégie d'observation à long terme » dans l'estuaire de la Seine, récemment initiée par le GIP Seine-Aval.

Les connaissances acquises sur l'ichtyofaune, au cours des dix dernières années, permettent de dégager les priorités en matière de gestion de l'estuaire de la Seine et de ses habitats aquatiques. Il apparaît nécessaire de poursuivre les efforts sur l'amélioration de la qualité de l'eau en tant que support de vie des poissons, qu'ils résident dans l'estuaire toute l'année ou qu'ils y séjournent pour des besoins précis (croissance, alimentation, refuge, migration de reproduction). Il est également indispensable d'accroître la connaissance des effets sur les organismes vivants, y compris l'homme, de substances dangereuses présentes dans l'eau, telles que les contaminants organiques. Toutefois, ces efforts n'auront qu'une portée très limitée sur la capacité d'accueil de l'estuaire, pour les poissons, s'ils ne s'accompagnent pas d'objectifs ambitieux dans les domaines suivants :

1 - la restauration de certains types d'habitats, leur décloisonnement longitudinal et transversal ainsi que l'augmentation des surfaces pour les habitats essentiels de nourricerie. L'ampleur de ces espaces à recréer devra être telle qu'un effet significatif sur l'abondance d'espèces d'intérêt commercial puisse être globalement mesurable.

2 – le maintien, autant que possible, et dans un contexte de changement climatique, d'une dynamique fluviale avec notamment l'existence de périodes de crues printanières. Ce phénomène est en effet déterminant pour la biodiversité ichtyologique de l'estuaire ainsi que pour sa productivité et constitue un enjeu majeur des décennies à venir.

Il est donc souhaitable que la notion de gouvernance de l'estuaire de la Seine s'organise concrètement à partir des multiples instances de décision, gestion et expertise scientifique qui existent actuellement. La concrétisation de cette notion constitue, avec celle qui consiste à donner vraiment corps au plan de gestion global de l'estuaire de la Seine, deux éléments clefs sur lesquels repose l'avenir des habitats aquatiques, de l'ichtyofaune dulcicole et de la ressource halieutique marine.

Références bibliographiques

Outre les résultats des auteurs et collaborateurs, acquis lors du programme Seine-Aval et publiés dans les rapports annuels thématiques, les travaux et documents sur lesquels s'appuie cette étude figurent dans la présente liste bibliographique.

Adam G., Feunteun E., Prouzet P., Rigaud C. coordinateurs, 2008. L'anguille européenne. Editions Quae, Versailles : 393p.

AESN-DIREN Haute-Normandie, 2004. Démarche prospective à l'horizon 2025 sur l'estuaire de la Seine. Synthèse réalisée par le BIPE-GERPA à la demande du Conseil de l'Estuaire de la Seine.

Amoros C., Bravard J.P., Reygrobellet J.L., Pautou G., Roux A.L., 1988. Les concepts d'hydrosystèmes et de secteur fonctionnel dans l'analyse des systèmes fluviaux à l'échelle des écosystèmes. *Bull. Ecol.*, 19 (4) : 531-546

Amoros C., 1991. Changes in side-arm connectivity and implications for river system management. *Rivers*, 2 (2) : 105-112

Atrill P., Rundle B., 2002. Ecotone or ecocline : Ecological boundaries in estuaries. *Estuar. Coast. Shelf. Sci.*, 55 : 929-936.

Baroiller J.F., D'Cotta H. 2000. Environment and sex determination in farmed fish. 2000. *Comp. Biochem. Physiol.* 126: 10.

Belliard J., 1999. Réseau Hydrologique et piscicole (RHP). Synthèse des données 1998, 115p. + annexes.

Bessineton C., Morin J., Duval P., Fiant L., 1994. Synthèse des connaissances sur l'estuaire de la Seine. Partie 5-Pêche. *Rapport Port Autonome du Havre*, 156p. + annexes

Bessineton C., Védieu C., Riou P., Simon S., 1999. Etude des nourriceries de la Baie de Seine orientale et de l'estuaire de la Seine. Annexe II : Exigences alimentaires et relations trophiques. *Ifremer/DRV-RH, Convention d'aide à la recherche n° 96/1212618BMF avec la Préfecture de Région de Haute-Normandie et le Port Autonome du Havre.* 86 p.

Bolopion J., Forest A., Sourd L. J., 2000. Rapport sur l'exercice de la pêche dans la zone côtière de la France. 137p.

Bouvet Y., Pattée E., Meggouh F., 1985. The contribution of backwaters to the ecology of fish populations in large rivers. Preliminary results on fish migrations within a side arm and from the side arm to the main channel of the Rhône. *Ver. Internat. Verein. Limnol.*, 22 : 2576-2580

Bruslé J. & Quignard J.P., 2004. Les poissons et leur environnement. Ecophysiologie et comportements adaptatifs. *Editions Tec & Doc, Paris* : 11-90.

Burgeot Th., 1999. Des organismes sous stress. *Programme Scientifique Seine Aval. Fascicule n°14.* 39 p.

Castelnaud G., E. Rochard, Gazeau C., 2000. Surveillance halieutique de l'estuaire de la Gironde : Suivi des captures 1998 - Etude de la faune circulante 1999. *Rapport CEMAGREF / Electricité de France* : 180p.

CIEM. Eels in crisis. *ICES-CIEM newsletter*, septembre 2003, 2p

CIEM. L'anguille européenne (*Anguilla anguilla*). *Fiche ACFM*, juin 2006.

CIEM. La sole (*Solea solea*) de Manche Est. *Fiche ACFM 2008.*

CIEM. La plie (*Pleuronectes platessa*) de Manche Est. *Fiche ACFM 2008.*

COGEPOMI du bassin Seine-Normandie, 2006. Plan de gestion des poissons migrateurs du bassin Seine-Normandie 2006-2010. Coordination DIREN Ile de France-Bassin Seine Normandie et le CSP. 123p + annexes.

Conseil de l'Union Européenne(2007). Règlement (CE) N° 1100/2007 du Conseil du 18 septembre 2007 instituant des mesures de reconstitution du stock d'anguilles européennes, 7p.

Copp G.H., 1989. The habitat diversity and fish reproductive function of floodplain ecosystems. *Environ. Biol. Fish.*, 26 : 1-27

CSP,1998. L'anguille dans le rouge. *Revue « eaux libres » du Conseil supérieur de la Pêche*, n°24, 75 p.

Dando P.R., 1984. Reproduction in estuarine fish. In : Potts G.W., Wootton R.J. (eds) *Fish reproduction : strategies and tactics.* Academic Press, London : 155-170.

Dauvin J.C. 2002. Patrimoine biologique et chaînes alimentaires. *Programme Seine Aval. Fascicule n°7*, 47p

Dauvin J.C., 2006. Estuaires Nord-Atlantique : problèmes et perspectives. *GIPSA - Bulletin Spécial Seine Aval. Septembre 2006*, 79 p

Dauvin J.C., 2009. Le programme Seine Aval 3. Contexte, bilan et enjeux. *Fascicule Seine Aval 2.1.* 56p.

Dekker W. 2003. Eels in crisis. *ICES CIEM Newsletter ; september 2003.* p. 10-11

Delsinne N. 2005. Evolution pluri-millénaire à pluriannuelle du prisme sédimentaire d'embouchure de la Seine. Facteurs de contrôle naturels et d'origine anthropique. *Thèse de doctorat spécialité « Terre solide et enveloppe superficielle »*, Université de Caen/Basse-Normandie, UFR Sciences, 179p

Denier X., Hill E.M., Gallien-Landriau I., Brion F., Porcher J.M., Minier C. 2009. Investigation of estrogenic contamination in the Seine estuary: Plasma vitellogenin and estrogenicity identification evaluation of flounder (*Platichthys flesus*) bile content. *Aquat. Toxicol.* In press.

Deschamps G., Dremière P.Y., George J.P., Meillat M., Morandeau F., Théret F., Biseau A. 2003. Les chaluts. Ed. Ifremer. 141p.

DIREN, ONEMA, Agence de l'Eau Seine-Normandie, Affaires Maritimes, 2008. Plan de gestion anguille de la France. Volet local de l'unité de gestion Seine-Normandie. *Document rédigé en application du règlement R(CE) n°1100/2007 du 18 septembre 2007.* 51p.

Ditche J.M. 2004. Caractérisation de la population d'anguilles du bassin Seine-Normandie à partir de l'exploitation des données du réseau hydrobiologique et piscicole (RHP). *CSP/DIREN Ile de France*, 3399p + annexes.

Duhamel S. Gouneau N., Lefrançois T., Mayot S., Perrot Y., Parlier E., Feunteun E., 2004. Programme Seine Aval. L'estuaire dulçaquicole : distribution longitudinale de l'ichtyofaune et comparaison de différents types d'habitats. L'éperlan d'Europe : Synthèse des connaissances, croissance et reproduction dans l'estuaire de la Seine. *Rapport final année 2003.* : 55p.

Duhamel S., Gouneau N., Lefrançois T., Mayot S., Perrot Y., Parlier E., Feunteun E., 2005. Le peuplement ichtyologique de l'estuaire amont. *Programme Seine Aval / thème IV : Ressource halieutique - rapport final année 2004* : 51p + annexes.

- Duhamel S., Gouneau N., Lefrançois T., Mayot S., Hanin C., 2006.** Le peuplement ichtyologique de l'estuaire amont de la Seine : étude spatio-temporelle dans les milieux profonds. *Programme Seine Aval / thème IV : Ressource halieutique - rapport final année 2005 : 30p + annexes.*
- Durou C., Mouneyrac C., Amiard-Triquet C. 2008.** Environmental quality assessment in estuarine ecosystems: Use of biometric measurements and fecundity of the ragworm *Nereis diversicolor* (Polychaeta, Nereididae). *Water Research*, 42: 2157-2165.
- Elliott M., Hemingway K.L., (Ed.), 2002.** Fishes in estuaries. *Blackwell Science : 636p.*
- FishBase.** Fiches « espèces » disponibles sur site web <http://www.fishbase.org/search.php>
- Gallien-Landriau I. 2003.** Etude de l'altération fonctionnelle du système reproducteur par les perturbateurs endocriniens. Caractérisation des effets, identification des xéno-estrogènes impliqués et conséquences sur les populations de poissons en estuaire et Baie de Seine. *Thèse de l'Université du Havre.*
- Gibson, R., Smith, M.D., Spary, C.J., Tyler, C.R., Hill, E.M., (2005).** Mixtures of estrogenic contaminants in bile of fish exposed to wastewater treatment works effluents. *Environ. Sci. Technol.* 39, 2461-2471.
- Gilliers C., (2004).** Recherche des bioindicateurs de la qualité des écosystèmes côtiers. Application aux nourriceries côtières et estuariennes de poissons plats. *Thèse spécialité « Sciences de la vie », Université du Littoral Côte d'Opale, Novembre 2004.*
- Gilliers C., Amara R., Bergeron J.P., Le Pape O., Désaunay Y. (2004).** Comparaison of growth and condition indices of juvenile flatfish in different coastal nursery grounds. *Environmental Biology of Fishes* 71:189-198.
- Gilliers C., Le Pape O., Amara R., Morin J., Désaunay Y. (2004).** Les estuaires fortement contaminés : des habitats de nourriceries de poissons aux performances écologiques médiocres. *RNO (2004) Surveillance du milieu marin. Travaux du réseau National d'Observation de la qualité du milieu. IFREMER- Ministère de l'écologie et du développement durable : 19-30.*
- Gillier C., Le Pape O., Desaunay Y., Morin J., Guérault D., Amara R. (2006)** Are growth and density quantitative indicators of essential fish habitat quality? An application to the common sole *Solea solea* nursery grounds. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 69(1-2), 96-106
- Gouneau N., S. Duhamel, T. Lefrançois, Mayot S. 2006.** L'éperlan d'Europe (*O. Eperlanus*) dans l'estuaire de la Seine : cycle biologique et éléments de dynamique de la population depuis 2000. *Programme Seine Aval / thème IV : Ressource halieutique - rapport final année 2005 : 51p + annexes.*
- Guézennec L., 1999.** Seine-Aval. Un estuaire et ses problèmes. *Programme Scientifique Seine Aval. Fascicule n°1, 29p.*
- Guézennec L., 1999.** Hydrodynamique et transport en suspension du matériel particulaire fin dans la zone fluviale d'un estuaire macrotidal : l'exemple de l'estuaire de la Seine (France). *Thèse de l'université de Rouen / Agence de l'Eau Seine-Normandie (Ed) : 240p.*
- Guitton J., Dintheer C., Dunn M.R., Morizur Y., Tétard A., 2003.** Atlas des pêcheries de la Manche. *Ed. Ifremer, 216p.*
- Houghton R.G., and Harding D. 1976.** The plaice of the English Channel: spawning and migration *Journal du Conseil* 1976 36(3):229-239.
- Huet M., 1962.** Influence du courant sur la distribution des poissons dans les eaux courantes. *Rev. Suis. Hydrol., Birkhauser Verlag Basel, vol. 24 fasc. 2 : 412-432.*
- Ifremer-MAFF, 1993.** Identification biogéographique des principaux stocks exploités en Manche, relations avec ceux des régions voisines. RI-DRV-93-028. *Contrat n° 91/1211416/BMF de la Commission DG XIV des Communautés Européennes. 256 p.*
- Ifremer, 2000.** La sole commune (*Solea solea*). Stock de Manche est (division VIII du CIEM). *Les nouvelles de l'Ifremer – n°14 – Avril 2000.*
- Ifremer, 2001.** Plie commune (*Pleuronectes platessa*). Stock de Manche est (division VIII du CIEM). *Les nouvelles de l'Ifremer – n°24 – Avril 2001.*
- Ifremer, 2003.** Le bar commun (*Dicentrarchus labrax*) (stocks du golfe de Gascogne, manche-Mer du Nord et plateau celtique). *Les nouvelles de l'Ifremer – N°51 – octobre 2003.*
- « **Indicang** » : Projet de mise en place d'un réseau d'indicateurs d'abondance et de colonisation sur l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) dans le sud de la partie centrale de son aire de répartition. 2004-2006. *Programme INTERREG III B « Espace Atlantique 2000-2006 ».*
- Joubert, A., Lemoine, M.H., Rousselet, D., 1994,** La Seine : mémoire d'un fleuve. *Société d'Éditions Régionales (éd.) - Parc Naturel Régional de Brotonne : 305p.*
- Keith P., Allardi J. (coord.), 2001.** Atlas des poissons d'eau douce de France. *Patrimoines naturels, 47 : 387p.*
- Kell L.T., Scott R., Hunter E. 2004.** Implications for current management advice for North Sea plaice: Part I. Migration between the North Sea and English Channel. *Journal of Sea Research, Volume 51, Issues 3-4, Pages 287-299.*
- Ketata I. Denier X., Chaffai A. & Minier C. 2008.** Endocrine-related reproductive effects in molluscs. *Comp. Biochem. Physiol.* 147: 261-270.
- Kleinkauf, A., A. P. Scott, C. Stewart, M. G. Simpson and R. T. R. T. Leah (2004).** Abnormally Elevated Vtg Concentrations in Flounder (*Platichthys Flesus*) from the Mersey Estuary (Uk)-a Continuing Problem. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 58(3): 356-364
- Laniese F. 1982.** Etude des relations entre la pollution, la pêche et la biologie de la crevette grise, Crangon crangon, dans l'estuaire et en Baie de Seine. *Etude réalisée pour le Groupement Régional des Pêches et Cultures Marines.*
- Lavoine E. & Lechallas M.C., 1885.** La Seine maritime et son estuaire. *Encyclopédie des travaux publics, 312p.*
- Lecoquierre B., 1998.** L'estuaire de la seine, espace et territoire. *Publications des Universités de Rouen et du Havre. 190p.*
- Lesourd S., 2000.** Processus d'envasement d'un estuaire macrotidal : zoom temporel du siècle à l'heure ; application à l'estuaire de la Seine. *Thèse de Doctorat Univ. Caen, 280p. + annexes.*
- Lesueur P., Lesourd S., 1999.** Sables, chenaux, vasières. Dynamique des sédiments et évolution morphologique. *Programme Scientifique Seine Aval. Fascicule n°3. 39 p.*
- Le Pape O., Gilliers C., Riou P., Morin J., Amara R. (2007)** Convergent signs of degradation in both the capacity and the quality of an essential fish habitat: state of the Seine estuary (France), flatfish nurseries. *Hydrobiologia*, 58 : 225-229.
- Le Pape O., Holley J. , Guérault D. , Désaunay Y. (2003,1).** Quality of coastal and estuarine essential fish habitat: estimations based on the size of juvenile common sole (*Solea solea* L.). *Estuarine, coastal and shelf science*, 58 : 793-803.
- MAP, ONEMA, MEEDA (2008).** Sauvegarde de l'anguille, un règlement européen : 14 questions-réponses.11 p
- Marchal J., 2005.** Première identification d'espèces migratrices emblématiques de la reconquête du bassin de la Seine à

l'aide d'un Système d'Information Géographique. *Rap Master « Environnement Méditerranéens et Développement Durable » Univ. Perpignan : 30p + annexes.*

Marquet C., 1984. Aperçu des peuplements piscicoles de la Seine et de leurs biotopes. Conditions de réalisation d'un suivi. *Thèse de Doctorat Univ. Rouen.* 336p.

Martin A., Boncoeur J., 2002. Observatoire des pêches maritimes de la Baie de Seine. Etude socio-économique des flottilles de baie de Seine – Enquête rétrospective. *Rapport CEDEM, 51p.*

Masson G., 1987. Biologie et écologie d'un poisson plat amphihalin, le flet (*Platichthys flesus*, L.) dans l'environnement Ligérien : distribution, démographie, place au sein des réseaux trophiques. *Thèse doct. Univ. Bretagne Occidentale : 344p.*

MEEDDAT, ONEMA, MAP 2008. Plan de gestion anguille. *Volet national. 89 p.*

Minier C., Levy F., Rabel D., Bocquené G., Godefroy D., Burgeot T. & Leboulenger F. 2000a. Flounder health status in the Seine Bay. A multibiomarker study. *Mar. Environ. Res.* 50 : 69-73.

Minier C., Caltot G., Leboulenger F. & Hill E.M. 2000b. An investigation of the incidence of intersex fish in Seine-Maritime and Sussex regions. *Analysis.* 28 : 801-806.

Minier C., Maltret P., Knigge T., Leray J., Cachot J., Monsinjon T., Denier X., Amara R., Selleslagh J., Hill E. M., Rotchell J.M., Puinean A.-M., Labadie P., Dussart G., Trigwell J., St Pierre S., Pringle N., Pepper R. 2007. Analyse des risques associés aux perturbateurs endocriniens en manche orientale (ARPE). *Rapport d'activité Interreg IIIA. 90p.*

Morel B., 1984. Pêche et Navigation de la Basse-Seine (1850-1950) tome 2. La pêche. *PNR Brotonne, rapport d'étude pour la mission du patrimoine ethnologique, 144p.*

Morin J., Riou P., Bessineton C., Vedieu C., Lemoine M., Simon S., Le Pape O., 1999. Etude des nourriceries de la Baie de Seine orientale et de l'estuaire de la Seine. Synthèse des connaissances. *Convention d'aide à la recherche n° 96/1212618BMF avec la Préfecture de Région de Haute-Normandie et le Port Autonome du Havre. Rapport final. 74 pages + annexes: 288 p.*

Muchiut S., Gallet F., Aubin D., Baranger L., Le Bihan V., Perraudeau Y., 2002. Principaux facteurs à prendre en compte pour une meilleure gestion de l'anguille européenne *Anguilla anguilla*. AGLIA *Observatoire des pêches et des cultures marines du golfe de Gascogne, février 2002 : 82p*

Nash, J. P., D. E. Kime, L. T. M. Van der Ven, P. W. Wester, F. Brion, G. Maack, P. Stahlschmidt-Allner, and C. R. Tyler. 2004. Long-term exposure to environmental concentrations of the pharmaceutical ethynylestradiol causes reproductive failure in fish. *Environ. Health Perspect.* 112: 1725-1733.

Nicolas Y., Pont D., 1995. Importance d'annexes latérales artificielles pour le recrutement de juvéniles de poissons dans un fleuve aménagé, le Bas-Rhône. *Bull. Fr. Pêche et Pisciculture, 337/338/339 : 249-257*

Parlement Européen, 2006. Rapport sur la proposition de règlement du Conseil instituant des mesures de reconstitution du stock d'anguille européenne. (COM(2005)0472 – C6-0326/2005 – 2005/0201-CNS). 21p.

Patey A. 2004. Evolution de l'estuaire de la Seine entre le pont de Tancarville et Rouen. *Rapport de DESS, Université de Rouen, 40p.*

Peck M.R., Labadie P., Minier C., Hill E.M. 2007. Profiles of environmental and endogenous estrogens in the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*). *Chemosphere . 69: 1-8.*

Pronier O., Rochard E., 1998. Fonctionnement d'une population d'Eperlan (*Osmerus eperlanus*, Osmériformes, osmeridae) située en limite méridionale de son aire de répartition, influence de la température. *Bull. Fr. Pêche Piscic. (1998) 350-351; 479-497.*

Quéro J.C., Vayne J.J., 1997. Les poissons de mer des pêches françaises. Identification, inventaire et répartition de 209 espèces. *Les encyclopédies du naturaliste. Editions Delachaux et Niestlé. 304 p.*

Riou P., Morin J., Lemoine M., 1999. Etude des nourriceries de la Baie de Seine orientale et de l'estuaire de la Seine. *Convention d'aide à la recherche n° 96/1212618BMF avec la Préfecture de Région de Haute-Normandie et le Port Autonome du Havre. Rapport final. Annexe I : Richesse biologique et halieutique.202p.*

Riou P., 1999. Etude des nourriceries côtières et estuariennes de sole *Solea solea* et de plie *Pleuronectes platessa*, en Manche Est. Importance écologique de l'estuaire de Seine. *Thèse de Doctorat de l'Université de Caen. 119p + bibliographie.*

Riou P., Le Pape O., Rogers S. (2001). Relative contributions of different sole and plaice nurseries to the adult population in the Eastern Channel: application of a combined method using Generalized Linear Models and a Geographic Information System. *Aquatic Living Resources, 14: 125-135.*

Robinet T., 2004. Mécanismes de persistance des assemblages piscicoles en eau douce : des îles océaniques aux bassins côtiers continentaux. *Thèse de Doctorat Univ. La Rochelle, 231p. + annexes.*

Rochard E., Boët P., Castelnaud G., Gauthiez F., Bigot J.F., Castillon B., 1997. Premier inventaire ichtyologique de la partie basse de la Seine. *Programme scientifique Seine Aval – exercice 1996. Thème édifices biologiques. Rapport 1996/FIN-4 : 8-31.*

Routledge E.J., Sumpter J.P. 1996. Estrogenic activity of surfactants and some of their degradation products assessed using a recombinant yeast screen. *Environmental Toxicology and Chemistry. 15 (3), 241–248.*

Roux A.L., Copp G.H., 1993. Peuplements de poissons. In : "hydrosystèmes fluviaux". *Amoros C., Petts G.E. Eds Masson (Paris), Collection d'écologie n°24 : 151-166.*

Schaan O. L'anguille, *Anguilla anguilla* (L.). *Plaquette Ifremer/Ensar. 4p.*

Sogreah & in Vivo, 2003. Dragages d'entretien du chenal d'accès au port de Rouen et immersions des produits de dragage. Dossier d'enquête public. *Rapport définitif n° 271 11 12 / Port Autonome de Rouen : 128p.*

Solé M., Raldua D., Barceló D., Porte C. 2003. Long-term exposure effects in vitellogenin, sex hormones, and biotransformation enzymes in female carp in relation to a sewage treatment works. *Ecotox. Environ. Safe.* 56: 373-380.

Statzner B., Gore J.A., Resh, V.H., 1988. Hydraulic stream ecology: Observed patterns and potential applications. *Journal of the North American Benthological Society. J. N. Am. Benthol. Soc. Vol. 7, no. 4, pp. 307-360.*

Sulpice A., De Roton G., 2004. Dispositif d'alerte Port 2000 – Rapport n°1 : Synthèse des données de production des années 2001 à 2003 du secteur Antifer – Courseulles – 1^{ère} partie : Les Sous-flottilles. *Rapport CSLHN / PAH, 60p.*

Sulpice A., De Roton G., 2005. Dispositif d'alerte Port 2000 – Rapport n°1 : Synthèse des données de production des années 2001 à 2003 du secteur Antifer – Courseulles – 2^{ème} partie : Les Espèces. *Rapport CSLHN / PAH, 64p.*

Thébaud O., Boncoeur J., Curtil O., Guyader O., Jezequel M., Martin A., Soulié J.C., Tétard A. (2003). Conséquences économiques de l'évolution de l'environnement dans l'estuaire de la Seine sur la pêche professionnelle. *Programme Seine Aval. Rapport final de projet.* 1144 p.

Thiel R., Sepulveda A., Kafemann R., Nellen W., 1995. Environmental factors as forces structuring the fish community of the Elbe estuary. *J. Fish Biol.*, 46: 47-49

Vethaak, A. D., J. Lahr, R. V. Kuiper, G. C. M. Grinwis, T. R. Rankouhi, J. P. Giesy and A. Gerritsen (2002). Estrogenic Effects in Fish in the Netherlands: Some Preliminary Results. *Toxicology 181-182: 147-150.*

Zander CD (1982) Feeding ecology of littoral Gobiid and Blennioid fishes of the Banyuls area (Mediterranean sea) -I Main food and trophic dimension of niche and ecotope. *Vie Milieu 32:1-10.*

Glossaire

Abiotique : se dit d'un facteur lié au milieu physique et chimique.

Ammocète : larve de la lamproie.

Amont : partie d'un cours d'eau comprise entre un point donné et la source.

Amphibiotique : se dit d'un poisson qui, au cours de migrations, passe du milieu marin en eau douce, ou inversement (opposé à holobiotique).

Amphihalil : poisson vivant alternativement en eau douce et en eau de mer.

Anadrome : se dit des poissons amphibiotiques qui remontent les fleuves pour y pondre (opposé à catadrome). Syn. : potamotoque.

Anthropique : relatif à l'action de l'homme, à l'origine des aménagements, des pollutions, etc...

Aval : le côté vers lequel descend un cours d'eau; la partie inférieure d'un cours d'eau entre un point donné et l'embouchure.

Avalaison : descente d'une rivière par des poissons migrateurs, en direction de la mer.

Bathymétrie : équivalent sous-marin de la topographie, c'est-à-dire description du relief immergé grâce aux mesures de profondeurs.

Benthique : se dit d'une espèce qui est inféodée au fond.

Benthos : ensemble des organismes vivant en relation étroite avec les fonds subaquatiques. Il comprend notamment le phytobenthos (végétaux) et le zoobenthos (animaux).

Biocénose : communauté biotique de populations animales et végétales vivant en équilibre dans un milieu biologique donné.

Biotique : se dit d'un facteur lié aux être vivants présents dans l'écosystème.

Biotope : milieu déterminé offrant aux espèces constituant la biocénose des conditions d'habitat relativement stables.

Bouchon vaseux : zone de turbidité maximale particulière aux estuaires, comprise entre les eaux douces peu chargées en matières en suspension, à l'amont, et les eaux salées marines, à l'aval. Sa situation n'est pas stable car il évolue au gré des conditions hydrologiques (débits, cycles de marée).

Castillon : saumon ayant passé un seul hiver en mer.

Catadrome : se dit des poissons qui vivent en rivière et vont frayer en mer (opposé à anadrome) - Syn. : thalassotoque.

Cauche : nom utilisé localement par les pêcheurs pour désigner la poche d'un chalut.

Chaîne trophique : suite de maillons reliés par des liens trophiques, dans laquelle la (ou les) population(s) constituant un maillon consomme(nt) le maillon précédent et sert (servent) de nourriture au maillon suivant.

CIEM : Conseil International pour l'Exploration de la Mer.

CIPE : Comité Interprofessionnel des Pêches en Estuaire.

Classe d'âge : ensemble des individus nés au cours d'une même année, identifiés par le millésime de l'année (ex : classe d'âge 2006).

COGEPOMI : Comité de Gestion des Poissons Migrateurs. Créé par le décret du 16 février 1994, il est chargé d'établir le plan de gestion des poissons migrateurs, en eau douce et en mer. Ses membres, nommés pour 5 ans par le préfet coordonnateur de bassin, représentent les collectivités territoriales, l'administration gestionnaire et les différentes catégories de pêcheurs, usagers, concessionnaires et propriétaires concernés ainsi que des scientifiques.

Cohorte : ensemble des poissons nés à une même période.

Communauté : groupement d'êtres vivants qui se maintiennent et se reproduisent dans un certain espace, de façon permanente.

Contaminant/polluant : un composé chimique est « classé » comme contaminant s'il est présent dans l'environnement sans provoquer d'effets toxiques pour l'écosystème, il devient un polluant dès qu'il est toxique pour le milieu où il se trouve.

Crue : augmentation importante du débit des cours d'eau qui, sous nos climats, intervient le plus souvent en hiver.

Cyprinidés : famille de poissons physostomes, vivant surtout en eau douce (ablette, barbeau, bouvière, brème, carassin, carpe, cyprin, gardon, goujon, ide, tanche, vairon, vandoise).

Dévalaison : pour un poisson, action de descendre un cours d'eau, vers l'aval.

DIREN : Direction Régionale de l'Environnement.

Dulçaquicole : qui vit en eau douce.

Dulcicole : synonyme de dulçaquicole

Ecosystème : organisation biologique composée de tous les organismes présents dans une aire donnée, présentant des interactions entre eux et avec le milieu physique.

Ecotone : zone de transition entre deux écosystèmes, où ils s'interpénètrent et où les conditions d'environnement sont intermédiaires.

Ecotoxicologie : science qui étudie les conséquences écologiques de la pollution, de la contamination chimique ou radioactive.

Engainement : entrée d'une passe, d'un canal resserré entre deux terres.

Espèce cible : espèce qui est recherchée en priorité par un bateau de pêche pour en effectuer la capture.

Estran : portion du littoral située entre les plus hautes et les plus basses mers.

Estuaire : embouchure d'un fleuve ; zone de mélange entre les eaux douces et les eaux marines dont les caractéristiques physico-chimiques sont très différentes.

Etiage : plus bas niveau atteint par un cours d'eau à la période où son débit est le plus faible (fin de l'été à début d'automne sous nos climats).

Euryhalin : se dit d'un organisme marin qui peut supporter de grands écarts de salinité.

Eutrophisation : accumulation, à température élevée, de débris organiques putrescibles dans les eaux stagnantes, provoquant la désoxygénation des eaux profondes.

Filandre : chenaux de marée creusés dans les vasières intertidales perpendiculairement à l'axe du fleuve.

Flot : marée montante.

Frayère : lieu où les poissons frayent, c'est-à-dire pondent leurs œufs.

Gilde : ensemble d'espèces appartenant à un même groupe taxonomique ou fonctionnel.

Habitat : ensemble de conditions environnementales (biotiques et abiotiques) dans lequel un organisme, une population ou une communauté peuvent survivre et se développer.

Halieutique : qui concerne la pêche. Est employé pour qualifier une ressource marine exploitable par la pêche. Ce mot désigne aussi la science de l'exploitation des ressources vivantes aquatiques.

HAP : (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques). Groupe de substances chimiques dont la structure est constituée de plusieurs noyaux aromatiques ayant en

commun plus d'un atome de carbone. Ces substances, retrouvées dans l'environnement, sont essentiellement issues de la combustion de carburants fossiles (chauffage domestique, transport, industries,...)

Holobiotique : se dit d'une espèce animale dont le cycle de vie est réalisé dans un seul milieu (la mer ou l'eau douce pour les poissons).

Hydrodynamique : cet adjectif composite de caractère néologique s'applique à la dynamique des masses d'eaux. Il inclut les données courantologiques et leurs fluctuations dans le temps, qu'elles soient cycliques ou aléatoires.

Hydrophyte : est qualifiée d'hydrophyte une plante qui vit immergée dans l'eau.

Hydrosystème : système composé de l'eau et des milieux aquatiques associés dans un secteur géographique délimité, notamment un bassin versant. Le concept d'hydrosystème insiste sur la notion de système et sur son fonctionnement hydraulique et biologique qui peuvent être modifiés par les actions de l'homme. Un hydrosystème peut comprendre un écosystème ou plusieurs écosystèmes». *Glossaire National des SDAGE*, O.I.E., 1995 : Hydrologie : science qui étudie les propriétés physiques, mécaniques et chimiques des eaux continentales et marines.

Ichtyofaune : ensemble des poissons.

Intertidal : zone comprise entre la plus haute mer et la plus basse mer de vive-eau (zone de balancement des marées, qui découvre à marée basse).

Jusant : marée descendante.

Juvenile : se dit d'un individu immature et généralement âgé de moins de 2 ans dans les secteurs de nourriceries côtières.

Limnique : qui a trait aux eaux douces plus ou moins stagnantes.

Lithophile : se dit d'un individu qui vit dans les endroits pierreux.

Maillage : dimension des mailles d'un chalut ou d'un filet de pêche.

Marée : mouvement journalier d'oscillation de la mer dont le niveau monte et descend alternativement en un même lieu.

Marnage : dénivellation entre le niveau de pleine mer et le niveau de basse mer.

Mascaret : longue vague déferlante produite dans certains estuaires par la rencontre du flux et du reflux.

Mésosalin : se dit d'un milieu aquatique dont la salinité est comprise entre 5 et 18 ‰.

Métier : mise en œuvre d'un engin pour la capture d'espèce(s) cible(s), dans une zone déterminée, pendant une saison donnée.

Morte eau : marée d'amplitude la plus faible se produisant deux fois par mois (premier et dernier quartiers de lune).

Nourricerie : site de séjour des juvéniles de poissons, souvent en zone côtière ou estuarienne.

Oligohalin : se dit d'un milieu aquatique dont la salinité est comprise entre 0,5 et 5 ‰.

ONEMA : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (antérieurement CSP, Conseil Supérieur de la Pêche).

Osmorégulation : ensemble des mécanismes par lesquels les organismes maintiennent leur pression osmotique interne dans un équilibre déterminé (qui peut être isosmotique ou anisosmotique) par rapport à celle du milieu externe.

Otolithe : concrétion minérale présente dans l'oreille interne des poissons osseux (Osteichthyens).

Palangre : ligne de fond, sur laquelle sont fixées, sur toute sa longueur, des cordelettes munies d'hameçons.

PCB : (PolyChloroBiphényles). Groupe de substances chimiques définies comme hydrocarbures halogénés à haut poids moléculaire. Ils sont connus sous différents noms selon le pays d'origine.

Pélagique : se dit d'un organisme vivant en pleine eau ou près de la surface, sans lien étroit avec le fond.

Peuplement : ensemble des organismes animaux et végétaux vivant dans un même milieu biogéographique.

Phytophile : qui recherche les plantes.

Plaine alluviale : dénivellation entre le niveau de pleine mer et le niveau de basse mer.

Plancton : ensemble des organismes (en général de très petite taille) qui vivent en suspension dans l'eau de mer.

Polyhalin : se dit d'un milieu aquatique dont la salinité est comprise entre 18 et 30 ‰.

Population : ensemble des individus de même espèce, occupant un même écosystème.

Potamotoque : se dit des poissons amphibiotiques qui remontent les fleuves pour y pondre (opposé à thalassothonque). Syn. : anadrome.

Potamobie : qui vit dans les rivières et les fleuves.

Productivité : production potentielle maximale d'un écosystème.

Radier : partie peu profonde d'un cours d'eau.

Recrutement : individus qui au terme de leur phase juvénile rejoignent l'ensemble des individus exploitables (par la pêche) d'une population.

Revif : période où la marée devient de plus en plus forte.

Ripisylve : ensemble de formations végétales bordant un cours d'eau.

Rivulaire : qualificatif désignant les organismes qui vivent et croissent dans les cours d'eaux ou sur leurs bords, c'est-à-dire la zone humide des rives.

Salinité : teneur en sel dissous.

SAUM : Schéma d'Aptitude et d'Utilisation de la Mer.

Saumâtre : qui est constitué d'un mélange d'eau douce et d'eau de mer.

Schorre : zone des prés-salés ou des herbues des estuaires et des petits havres côtiers.

Slikke : secteur vaseux de la zone intertidale estuarienne.

Sténohalin : se dit d'un organisme marin qui ne peut supporter que de faibles écarts de salinité.

Stock : unité sub-spécifique se rapportant à l'exploitation des populations par la pêche (on parle surtout des « stocks exploités »).

Subtidal : zone située en dessous de la zone de balancement des marées et ne découvrant pas à marée basse.

Suprabenthique : se dit d'une espèce présente dans la couche d'eau adjacente au fond.

Suprabenthos : ensemble des animaux de petite taille, en particulier des crustacés, possédant de bonnes capacités natatoires et pouvant occuper, pendant des périodes et à des distances variables, la couche d'eau adjacente au fond.

Supratidal : situé au-dessus du niveau de la pleine mer.

Taxon (plur. taxa) : unité systématique représentée par un groupe d'organismes, à chaque niveau de la classification (tel que famille, genre, espèce).

Thalassothonque : se dit des poissons qui vivent en rivière et vont frayer en mer (opposé à potamotoque) - Syn. : catadrome.

Tidal : relatif aux marées.

Trophique : qui concerne la nutrition des organismes (on parle par exemple des relations trophiques).



Turbidité : trouble lié à la présence de particules fines en suspension dans l'eau.


Vasière : étendue couverte de vase.

Vive eau : marée d'amplitude maximum correspondant aux périodes de pleine et nouvelle lune.

Xénobiotiques : composés de synthèse désignant les molécules chimiques étrangères à l'organisme.

Poissons, habitats, & ressources halieutiques : Cas de l'estuaire de la Seine

Fascicules Seine-Aval

- 1.1 Seine-Aval : un estuaire et ses problèmes
 - 1.2 Courants, vagues et marées : les mouvements de l'eau
 - 1.3 Sables, chenaux et vasières : dynamique des sédiments et évolution morphologique
 - 1.4  suspension
 - 1.5 L'oxygène : un témoin du fonctionnement microbiologique
 - 1.6 Contaminations bactérienne et virale
 - 1.7 Patrimoine biologique et chaînes alimentaires
 - 1.8 La contamination métallique
 - 1.9 Fer et manganèse : réactivités et recyclages
 - 1.10 Le cadmium: comportement d'un contaminant métallique en estuaire
 - 1.11 La dynamique du mercure
 - 1.12 Les contaminants organiques qui laissent des traces : sources, transport et devenir
 - 1.13 Les contaminants organiques : quels risques pour le monde vivant?
 - 1.14 Des organismes sous stress
 - 1.15 Zones humides de la basse vallée de la Seine
 - 1.16 Les modèles : outils de connaissance et de gestion
- 2.1 Le Programme Seine-Aval 3 : contexte, bilan et enjeux
 - 2.2 La génotoxicité : quel risque pour les espèces aquatiques ?
 - 2.3 Evolution morphologique d'un estuaire anthropisé de 1800 à nos jours
 - 2.4 Le Benthos de l'estuaire de la Seine
 - 2.5 Poissons, habitats et ressources halieutiques : cas de l'estuaire de la Seine

Réalisation	: GIP Seine-Aval 12 Avenue Aristide Briand 76 000 Rouen www.seine-aval.fr
Conception - Edition	: AAZ Consultants
Infographie	: Quai 24
Impression sur papier recyclé	: IB4
ISBN	:
Crédits photos (couverture)	: S. Duhamel, J. Morin
Date d'édition	: Décembre 2010