

Évolution du peuplement piscicole de la Seine de 1990 à 2013

■ S. AZIMI¹, O. ROUSSELOT¹, V. ROCHER¹

Mots-clés : Seine, état écologique, pêche électrique, recensement piscicole, IPR, EROD

Keywords: Seine, ecological state, electric fishing, fish identification, IPR, EROD

Introduction

La gestion des milieux aquatiques est guidée par la directive européenne n° 2000/60/CE, retranscrite en France par la loi sur l'eau et les milieux aquatiques (2006-1772 du 30 décembre 2006). Cette politique, visant à améliorer et à rétablir le bon état écologique des masses d'eaux, a été relayée par les lois Grenelles 1 et 2 (2009-967 du 3 août 2009 et 2010-788 du 12 juillet 2010). Longtemps fondée uniquement sur l'analyse de sa composition physico-chimique, la qualité des cours d'eau est maintenant également appréciée par rapport à des composantes biologiques des écosystèmes aquatiques tels que les algues (diatomées), les macrophytes, les macro-invertébrés benthiques et les poissons. Parmi l'ensemble de ces indicateurs potentiels, les poissons constituent de véritables intégrateurs de la qualité des eaux et, plus largement, du fonctionnement des milieux aquatiques en raison de leur position au sommet de la chaîne alimentaire, de leur sensibilité à la qualité de l'eau et à l'intégrité de l'habitat physique, de leur longévité et de leur mobilité importante [SANCHEZ *et al.* 2012 ; TALES, 2008 ; POLARD, 2010 ; COUILLARD, 2009].

Afin de permettre une surveillance des milieux aquatiques, les deux approches (physico-chimique et espèces bio-indicatrices) sont complémentaires. La première est fondée sur l'analyse chimique d'un certain nombre de polluants dans les matrices

environnementales et permet d'évaluer la contamination du milieu. Cependant, cette approche ne fournit pas d'informations sur l'impact réel des molécules chimiques sur les organismes vivants. La seconde intègre l'occurrence et l'abondance d'espèces bio-indicatrices afin de diagnostiquer la qualité de l'eau et des biocénoses, *a posteriori* d'une perturbation, en regardant les effets biologiques des polluants sur les organismes. L'utilisation des poissons dans de tels programmes de surveillance est peu fréquente, notamment à cause de leur vie moins sédentaire et de leur capacité à s'adapter aux perturbations du milieu [ARENDETT, 1997]. Cependant, les poissons représentent des espèces d'intérêt de par leur forte diversité et leur valeur commerciale en tant qu'importante ressource halieutique.

Afin de contribuer à cette acquisition de connaissance et permettre le suivi de la qualité des cours d'eau, depuis 1990, le Syndicat interdépartemental pour l'assainissement de l'agglomération parisienne (Siaap) s'est assuré du concours du Conseil supérieur de la pêche – dont les attributions furent intégrées par la suite au sein de l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques (Onema) – pour effectuer un suivi du peuplement piscicole de la Seine le long de l'agglomération parisienne. Ce suivi a été complété depuis les années 2000 par des analyses de divers polluants – métaux lourds, polychlorobiphényles (PCB), pesticides – dans la chair de certaines espèces ainsi que l'activité EROD (7-éthoxyrésorufine-O-dééthylase) dans le foie des chevesnes.

Cet article vise à synthétiser les résultats obtenus sur le fleuve Seine. La première partie est consacrée au

¹ Syndicat interdépartemental pour l'assainissement de l'agglomération parisienne (Siaap) – Direction développement et prospective – 82, avenue Kléber – 92700 Colombes.

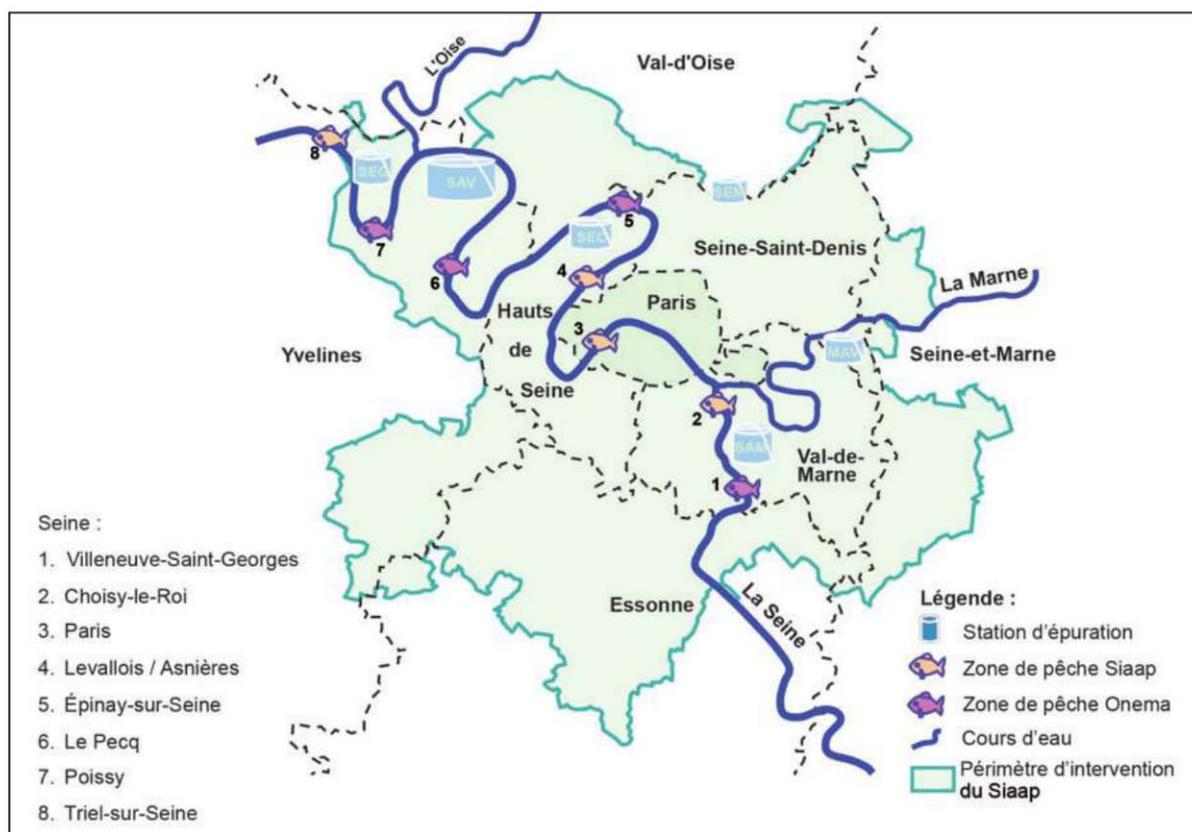
recensement piscicole sur huit sites définis d'amont en aval de l'agglomération parisienne. Les résultats décrivent le dénombrement et la typologie des différentes espèces recensées. L'ensemble des données recueillies a permis de calculer l'indice poisson rivière (IPR), indicateur permettant de caractériser la qualité biologique des masses d'eau. La seconde partie de l'étude présente les teneurs en micropolluants (métaux, PCB et pesticides) dans les chairs des anguilles, chevesnes et gardons. Ces résultats sont complétés par la description de l'indice EROD, déterminé dans le foie des chevesnes.

1. Matériel et méthodes

1.1. Sites d'étude

Des stations de pêches ont été sélectionnées et réparties entre l'amont et l'aval de l'agglomération parisienne et permettent ainsi d'encadrer le périmètre d'intervention du Siaap. Elles ont été choisies pour obtenir une représentativité des milieux aquatiques en zones urbanisées (figure 1).

Jusqu'en 1999, le réseau de suivi comportait quatre stations d'échantillonnage situées sur la Seine à Villeneuve-Saint-Georges, Paris, Asnières et Épinay-sur-Seine. Le réseau a été élargi à sept stations en 2000. La prospection est effectuée en partenariat avec l'Onema. En effet, dans le cadre de ses réseaux RHP (Réseau hydrobiologique et piscicole) et RCS (Réseau de contrôle de surveillance), l'Onema suit quatre stations dans l'agglomération parisienne : Villeneuve-Saint-Georges, Épinay-sur-Seine, Le Pecq et Poissy. Ces stations sont suivies dans le cadre d'une convention entre le Siaap et l'Onema et ont été choisies pour permettre de surveiller l'éventuel impact des rejets de la plupart des aménagements importants en milieu urbain. Elles encadrent notamment les quatre stations d'épuration de l'agglomération parisienne qui rejettent directement en Seine. Des campagnes de pêches spécifiques ont été organisées dans le cadre de l'analyse des micropolluants sur les sites de Villeneuve-Saint-Georges, Levallois et Triel. Ces sites permettent d'encadrer l'amont, l'aval immédiat et l'aval éloigné de la capitale.



MAV : usine Marne Aval, 75 000 m³/j ; SAM : Seine Amont, 600 000 m³/j ; SEM : Seine Morée, 15 000 m³/j ; SEG : Seine Centre, 240 000 m³/j ; SAV : Seine Aval, 1 500 000 m³/j ; SEG : Seine Grésillons, 300 000 m³/j.

Figure 1. Réseau de suivi de l'évolution piscicole sur la Seine

1.2. Présentation des protocoles employés

1.2.1. Technique de la pêche électrique

La mise en œuvre des réseaux de surveillance de la directive cadre européenne sur l'eau (DCE) a conduit à multiplier les suivis des peuplements de poissons. Ces suivis obéissent à des protocoles conformes aux normes européennes concernant l'échantillonnage à l'électricité (CEN 14011). À des fins d'homogénéité des protocoles, la pêche électrique a donc été mise en œuvre sur les stations prospectées [LEPICHON *et al.*, 2012]. Elle se pratique à flot, à partir d'une embarcation légère et consiste à soumettre les poissons à un courant électrique continu (de 200 à 1 000 V, et de 3 à 20 A) généré par deux électrodes plongées dans l'eau. La cathode reste immobile (accrochée au bateau), alors que l'anode est manipulée par le pêcheur. Ce courant électrique contrôlé crée alors un champ électrique qui attire et/ou paralyse le poisson. Ce dernier est ainsi facilement capturé à l'épuisette. Les poissons capturés sont triés par espèces, comptabilisés et classés par taille pour faciliter leur étude (figure 2).

Leur poids est ensuite déterminé à l'aide d'abaque. Seuls les plus gros spécimens sont pesés. L'utilisation des abaques pour le poids permet de réduire le temps de capture des poissons et augmente leurs chances de survie après leur remise à l'eau. Durant la première moitié de l'étude, de 1990 à 1999, les pêches ont été réalisées durant deux périodes de l'année, au printemps et à l'automne. À partir de 2000, les pêches n'ont été réalisées qu'une seule fois par an en période printanière.



Figure 2. Brochet pêché à la station de Triel-sur-Seine (78) lors de la campagne 2008

1.2.2. Modes d'échantillonnage

Le protocole d'échantillonnage n'a pas été pratiqué de façon identique sur toute la période d'étude en raison de l'adaptation du protocole national en 2005. De 1990 à 2004, l'échantillonnage a été effectué selon la méthode de pêche par ambiances. Cette méthode consiste à identifier et à prospecter de façon discrète une quinzaine d'habitats remarquables, à la fois typiques de la station et particulièrement attractifs pour les poissons. Les captures sont séparées par ambiance, le résultat final étant la somme des captures rapportée à la somme des surfaces des ambiances prospectées. Il ne s'agit donc pas d'une estimation de densités des populations, mais d'une capture par unité d'effort (CPUE). On considère que cette méthode est très fiable pour la capture des différentes espèces présentes sur la station, et relativement fiable pour évaluer la proportion des différentes espèces présentes, toutefois l'image du peuplement peut être assez déformée par rapport à la réalité.

À partir de 2005, c'est la méthode de pêches par échantillon ponctuel d'abondance (EPA) qui a été mise en œuvre. Pour les « grands » cours d'eau, l'exhaustivité est impossible, soit en raison de profondeurs excessives (la pêche électrique n'étant plus efficace au-delà de 2 m), soit parce que la station atteint une dimension (largeur) telle qu'une prospection complète nécessiterait le déploiement de moyens considérables, soit encore à cause des utilités (navigation fluviale). L'alternative est donc de réaliser un sondage qui, à partir de la prospection partielle de la station, doit permettre d'obtenir un échantillon



Figure 3. Pêche par échantillonnage ponctuel d'abondance lors de la campagne 2012

représentatif du peuplement réel en matière de richesse, de composition et d'abondance (figure 3). Cette méthode, développée en France par l'Irstea, se pratique sur les hauts fonds (le long des berges) des grands cours d'eau [TALES, 2008 ; LEPICHON *et al.*, 2012].

1.3. Indice poisson rivière

L'indice poisson rivière (IPR) est un outil normé utilisé par l'Onema pour classer et comparer les cours d'eau métropolitains entre eux. Il est également intégré à l'arrêté du 25 janvier 2010, relatif à l'évaluation de l'état écologique des eaux de surfaces. Ce système se base sur la mesure de l'écart entre la composition du peuplement recensé et la composition du peuplement naturellement présent dans le cours d'eau en l'absence des perturbations provoquées par les activités humaines. Ce calcul permet de diagnostiquer la qualité du cours d'eau vis-à-vis des peuplements de poissons [BELLIARD et ROSET, 2006]. Le calcul de cet indice se base sur sept critères ou métriques (nombre total d'espèces, nombre d'espèces rhéophiles, nombre d'espèces lithophiles, densité d'individus tolérants, densité d'individus invertivores, densité d'individus omnivores, densité totale d'individus). Lors des pêches, chaque métrique est évaluée et comparée à ce qu'elle devrait être si le milieu n'était pas soumis à la pression anthropique. L'IPR constitue la somme de toutes ces différences. La valeur de l'IPR

est de 0 lorsque le peuplement évalué est en tout point conforme au peuplement attendu en situation de référence. Au fur et à mesure que le milieu se dégrade, la note augmente. Le calcul de l'IPR se base sur la reconnaissance de 34 espèces ou groupes d'espèces, représentant au mieux les milieux de France métropolitaine. Au total, les cours d'eau sont classés en cinq catégories en fonction de la note IPR obtenue (tableau I).

1.4. Analyse des chairs

Trois familles de micropolluants ont été recherchées : les métaux, les PCB et les pesticides (tableau II). Les dioxines (PCDD), furanes (PCDF) et PCB de type dioxine (PCB DL) ont été recherchés pour la première fois en 2007.

Le niveau de contamination des chairs de poissons de la Seine porte essentiellement sur trois espèces de poissons : gardon, anguille et chevesne. Ce dernier est notamment requis pour l'application du protocole EROD et peut également constituer une espèce de substitution lorsque les captures de gardons sont insuffisantes. Le nombre d'individus par pêche et par site est compris entre 8 et 15. Les lots de poissons sont ajustés en fonction des captures, de façon à homogénéiser les gammes de tailles tout en permettant une extraction de chair suffisante pour les analyses. Pour atténuer les sources de variabilité biologique et

Note de l'indice	Classe	Signification
≤ 7	Très bon	Comparable à la meilleure situation attendue. Toutes les espèces typiques du milieu y sont représentées, y compris les plus intolérantes. La composition trophique est stable
] 7 : 16]	Bon	La richesse est légèrement inférieure à celle attendue du fait de la disparition des espèces les plus intolérantes. Quelques espèces ont une abondance réduite. La structure trophique montre des signes de déséquilibre
] 16 : 25]	Moyen	Peuplement ayant perdu ses espèces intolérantes et montrant des signes d'instabilité (abondance excessive d'espèces généralistes, structure trophique déséquilibrée)
] 25 : 36]	Médiocre	Peuplement dominé par des espèces tolérantes et/ou omnivores. Peu d'espèces piscivores et/ou invertivores. Richesse spécifique faible. Abondance généralement réduite
> 36	Très mauvais	Peu d'espèces présentes, pour la plupart tolérantes. Abondance réduite ou échantillonnage sans capture de poisson. Stade de dégradation ultime

Tableau I. Classes de l'état écologique suivant l'indice poisson rivière

Famille de polluant	Type
Métaux	Mercure* , zinc
Organochlorés	PCB : indicateur (28, 52, 101, 138, 153, 180) et type dioxine* (12 congénères) Dioxines* (7 congénères) et furanes* (10 congénères)
Pesticides (19 composés)	1,2,4-trichlorobenzène , 1,2,4,5-tétrachlorobenzène, DDT (4 composés), aldrine, dieldrine, endrine, endosulfan totaux , heptachlore et époxyde* , hexachlorobenzène* , hexachlorobutadiène* , hexachlorocyclohexane totaux , lindane, méthoxychlore, oxychlordane, pentachlorobenzène

Tableau II. Liste des paramètres recherchés

analytique, le protocole retenu des chairs s'inspire de la méthode utilisée par l'Office fédéral de l'environnement allemand, qui consiste à réaliser plusieurs analyses sur un même échantillon, la moyenne des résultats constituant la valeur officielle de la station. Pour ce faire, une quantité identique de muscle (30 g) est extraite sur chaque poisson du lot, soit un total de 450 g de chair d'une espèce d'une station (pour 15 individus). Ces 450 g sont mélangés jusqu'à obtention d'une pâte homogène. Cette masse de chair est ensuite divisée en trois sous échantillons de 150 g qui seront analysés. La recherche des micropolluants s'effectue sur 1 g de matière grasse extraite de la matière sèche (à l'exception des métaux qui sont analysés sur la matière fraîche). La valeur moyenne des trois réplicats est retenue. Lorsque les concentrations sont inférieures au seuil de quantification dans un ou deux des trois réplicats, la valeur moyenne retenue est calculée en utilisant la valeur de quantification. Dans ce cas, la valeur obtenue est une moyenne par excès.

1.5. Biomarqueur EROD

Depuis 2004, l'analyse de l'activité enzymatique de l'éthoxyrésorufine O dééthylase (EROD) complète les analyses. Ce dernier paramètre témoigne de l'exposition des poissons à plusieurs familles de substances toxiques (PCB notamment) [SANCHEZ et PORCHER,

2009]. L'indice EROD a été calculé à partir de l'analyse de la concentration en protéines dans les foies de chevesnes. Après avoir sacrifié chaque poisson et déterminé son sexe, les échantillons de foie (10) prélevés ont été conditionnés à sec en tubes de polypropylène et congelés dans l'azote liquide avant l'envoi au laboratoire de l'Irstea pour analyse. L'homogénéisation des foies a été effectuée au laboratoire (broyeur à bille). Les dosages EROD ont été réalisés selon la norme NF T 90 385. La concentration en protéines des échantillons a été déterminée sur aliquotes décongelées et selon la méthode de Lowry. Chaque échantillon fait l'objet d'un dosage de l'induction EROD. La moyenne géométrique permet d'exprimer une seule valeur EROD par station (en pmol/min/mg protéines) qui est retenue pour l'interprétation (tableau III).

Les travaux de calibration de la méthode EROD ont permis, sur des critères statistiques, de proposer cinq classes d'induction de l'activité EROD selon FLAMMARION et GARRIC [1997]. La classe 1 décrit l'absence d'exposition à des inducteurs.

2. Résultats et discussion

2.1. Évolution du peuplement piscicole

2.1.1. Évolution du nombre d'individus et d'espèces

La découverte des espèces peuplant la Seine a été progressive depuis 1990 et s'est améliorée au fur et à

Classes	1	2	3	4	5
Qualité	Très bon	Bon	Moyenne	Médiocre	Très mauvaise
Activité EROD (moyenne géométrique)	< 11	11 – 18	18 – 30	30 – 55	> 55

Tableau III. Grille de qualité du paramètre EROD [FLAMMARION et GARRIC, 1997]

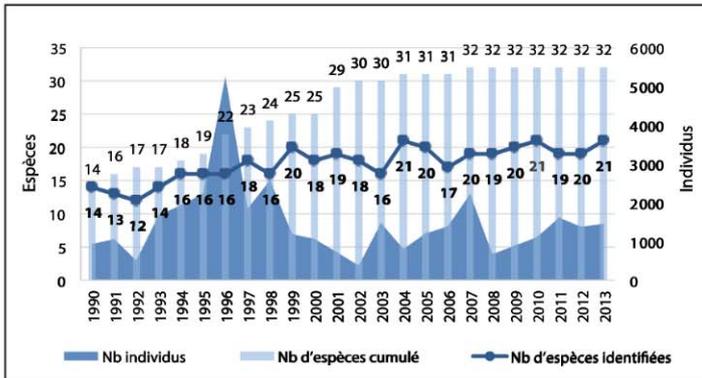


Figure 4. Nombre d'espèces et d'individus recensés en Seine par année de pêche et cumul sur la période d'étude (1990-2013)

mesure de l'évolution de la qualité du fleuve (figure 4).

Deux grandes périodes se distinguent suivant cette représentation. Durant la première période, de 1990 à 1999, le nombre d'espèces augmente de manière progressive passant de 12 à 20. Sur la seconde période, soit depuis 2000, ce nombre reste constant autour de 20 espèces. Le nombre total d'espèces suit la même tendance avec une augmentation et une nouvelle espèce recensée chaque année durant les années 1990. Puis, depuis 2000, et à la suite d'une année 2001 riche en découverte d'espèces (4), ce nombre reste quasi constant et atteint le palier de 32. Cette évolution reflète les changements opérés en matière de gestion des eaux usées et l'augmentation progressive de la capacité de traitement des usines

d'épuration. Alors qu'en 1970, à peine 30 à 40 % des eaux usées étaient traitées, les efforts consentis pour augmenter les capacités de traitement ont permis, au début des années 1990, d'atteindre un taux de plus de 80 %. Ces actions ont permis une nette amélioration de la qualité du fleuve et une diversification de l'activité piscicole. Cependant, les berges de Seine sont fortement anthropisées et ne permettent pas d'établir des zones de tranquillité adaptées à la vie piscicole. C'est pourquoi le nombre d'individus, voire le nombre d'espèces n'augmente plus de manière significative d'une année sur l'autre.

Le nombre total d'individus pêchés varie fortement en fonction des années. Ce chiffre dépend des conditions du milieu tout au long de l'année, mais aussi des événements en cours de période de reproduction. L'année 1996, par exemple, a été marquée par une forte recrudescence des juvéniles d'ablettes. En excluant cet événement, le nombre d'individus capturés évolue depuis 20 ans entre 381 et 2 587 avec une valeur moyenne de 1 331 (\pm 580). Deux pics de population sont visibles avec 9 ans d'écart. Le premier, en 1998, est causé par la présence de nombreux juvéniles d'ablettes et de gardons. Le second, en 2007 est constitué de juvéniles de gardons principalement.

Outre cette approche globale, il est à noter que, récemment, de grands migrateurs ont également été

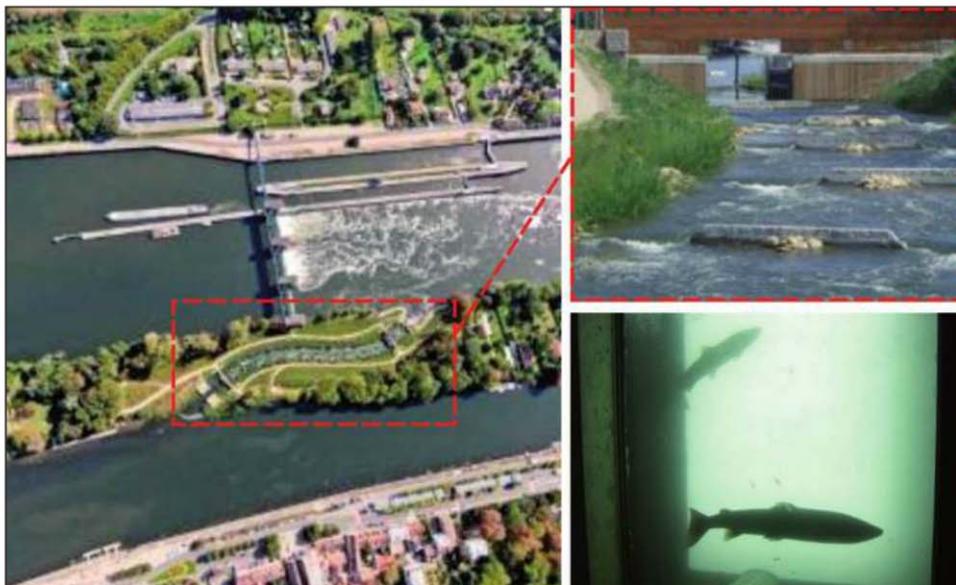


Figure 5. Passe à poissons sur la Seine à Andrésy (78) et observation de saumons devant l'installation de vidéo-comptage

recensés en Seine. Ainsi, un saumon a été pêché à Maisons-Lafitte en 2009 par un pêcheur amateur. Une alose a également été identifiée en Marne, à la confluence avec la Seine en 2010 (source Onema). Ces espèces ne sont pas répertoriées dans cet inventaire, car elles n'ont pas été identifiées dans le cadre de ce recensement. Cependant, leur présence, même de manière sporadique, nous rassure d'une part sur l'attrait retrouvé de la Seine pour les grands migrants (qualité d'eau, etc.) et, d'autre part, sur l'efficacité de l'effacement progressif d'obstacles jusqu'alors infranchissables par ces poissons, par l'intermédiaire des passes à poissons notamment (figure 5).

L'implication du Siaap auprès du Syndicat de Léry-Poses (27) pour l'installation d'un dispositif vidéo sur la passe à poissons du barrage hydroélectrique de Poses permet d'accéder à des informations concernant les poissons qui remontent en Seine (figure 5). Grâce à ce dispositif, il est possible de voir les mouvements migratoires d'espèces (montaison ou avalaison) qui confirment l'impact positif des améliorations apportées sur les cours d'eau (aspects physiques, chimiques et biologiques).

2.1.2. Évolution de la typologie des espèces

Parmi les espèces recensées, deux catégories ont été distinguées : les espèces limnophiles et les espèces rhéophiles. Les espèces de la première catégorie vivent et se reproduisent en biotope rocheux et préfèrent les eaux stagnantes alors que celles de la seconde catégorie évoluent dans les eaux courantes. Du point de vue de l'alimentation, deux catégories ont également été distinguées. Les espèces carnassières se nourrissent d'organismes vivants alors que les espèces omnivores sont des espèces ayant recours à tout type d'alimentation.

Ainsi, les espèces limnophiles carnassières ou rhéophiles carnassières sont sensibles à la qualité du milieu (envasement, MES, etc.) et ont une alimentation sélective. À l'opposé, les espèces limnophiles omnivores sont des espèces ayant peu d'exigences par rapport au milieu. Les espèces rhéophiles omnivores, quant à elles, sont des espèces ayant une certaine exigence par rapport à l'aération et à la circulation de l'eau. Afin d'affiner la caractérisation des peuplements,

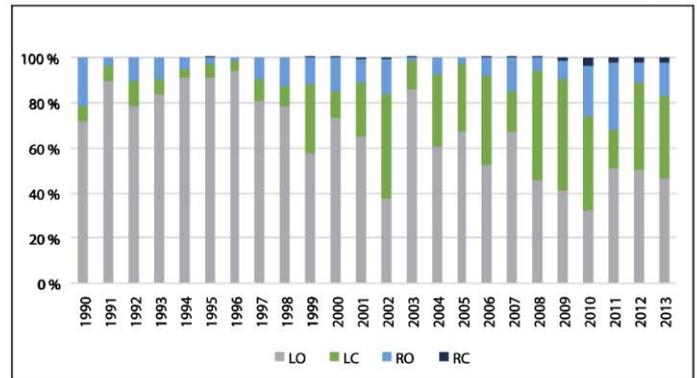


Figure 6. Distribution de la présence des individus selon leur mode de vie (limnophile (L)/rhéophile(R)) et d'alimentation (carnassier(C)/omnivore(O))

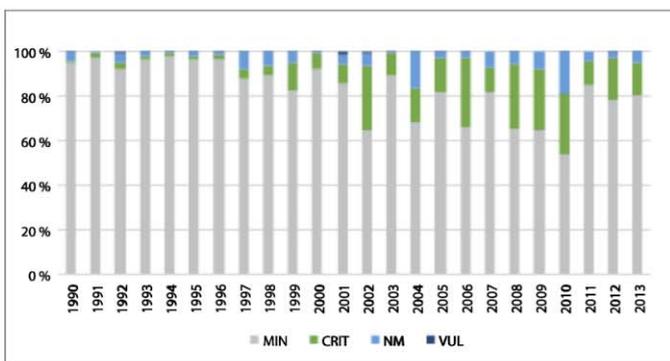
les espèces ont été regroupées en fonction de leur mode de vie et d'alimentation (figure 6).

De manière générale, en Seine, sur les 20 dernières années, les espèces prépondérantes sont limnophiles et omnivores, soit peu exigeantes envers la qualité de l'eau et leur alimentation. Ce groupe représente en moyenne 72 % (± 19) des espèces recensées. 23 % (± 16) des espèces sont à tendance limnophile et carnassière. Depuis 1997, les espèces de cette famille augmentent progressivement ; une cassure est toutefois visible en 2011. Cette augmentation est liée à l'augmentation des anguilles, très présentes en Seine. Ce constat est en accord avec les résultats obtenus par BESLAGIC et coll. [2013] qui ont montré que les peuplements piscicoles actuels (2010) autour de la capitale étaient représentés par une plus large proportion d'espèces limnophiles.

En ce qui concerne les espèces rhéophiles et omnivores, le pourcentage fluctue d'une année sur l'autre, fortement influencé par le nombre de goujons, chevesnes et vandoises recensés chaque année. Cependant, leur part a augmenté sensiblement depuis l'apparition de l'ide mélanote de manière continue depuis 2009. Les espèces rhéophiles et carnassières restent marginales sur le cours d'eau. Néanmoins, depuis 2006, le chabot apparaît de manière continue, représentant près de 2,5 % des individus en 2013.

Une seconde distinction des espèces a été faite en fonction du classement de la liste rouge des espèces menacées en France (figure 7).

La majorité des espèces vivant en Seine, soit en moyenne 83 % (± 13), sont classées comme « espèces



MIN : espèces en préoccupation mineure ; CRIT : espèces en danger critique d'extinction ; NM : espèces non menacées ; VUL : espèces vulnérables.

Figure 7. Distribution de présence des individus selon le classement de la liste rouge des espèces menacées en France (comité français de l'Union internationale pour la conservation de la nature)

en préoccupation mineure ». Les espèces vulnérables (brochet) restent marginales et peu présentes dans le cours d'eau, elles sont estimées à 0,2 % de la population totale (moins de dix individus recensés par an). En Seine, la seule espèce considérée comme « en danger critique d'extinction » est l'anguille. Globalement, sur les 20 années d'étude, elles représentent 11 % de la population totale. Depuis 2001, le pourcentage de présence de cette espèce est en perma-

nence supérieur à 10 %. La variation de distribution des espèces non menacées est principalement liée à la variation du nombre de goujons recensé chaque année et ne reflète pas d'augmentation significative du nombre d'espèces de cette famille ; bien que, depuis 2009, l'ide mélanote ait fait son apparition (près de 110 individus en 2010 et 35 en 2013).

2.2. Indice poisson rivière

En complément du dénombrement des espèces, l'IPR a été calculé sur l'ensemble des stations de pêche décrites précédemment. Pour des raisons de lisibilité, seuls les résultats en amont et en aval de la capitale ont été représentés (figure 8).

Au regard des résultats sur la station amont (Villeneuve-Saint-Georges) et la station à l'aval immédiat (Levallois), l'IPR oscille entre l'état médiocre et le très bon état écologique. Il ne semble pas exister une amélioration nette de la qualité de l'eau vis-à-vis de cet indice. Les résultats obtenus depuis 2011 présentent des valeurs au moins équivalentes au bon état écologique bien qu'à la station amont l'IPR tende vers une qualité moyenne (IPR 2013 de 16,4). Cette dégradation, liée

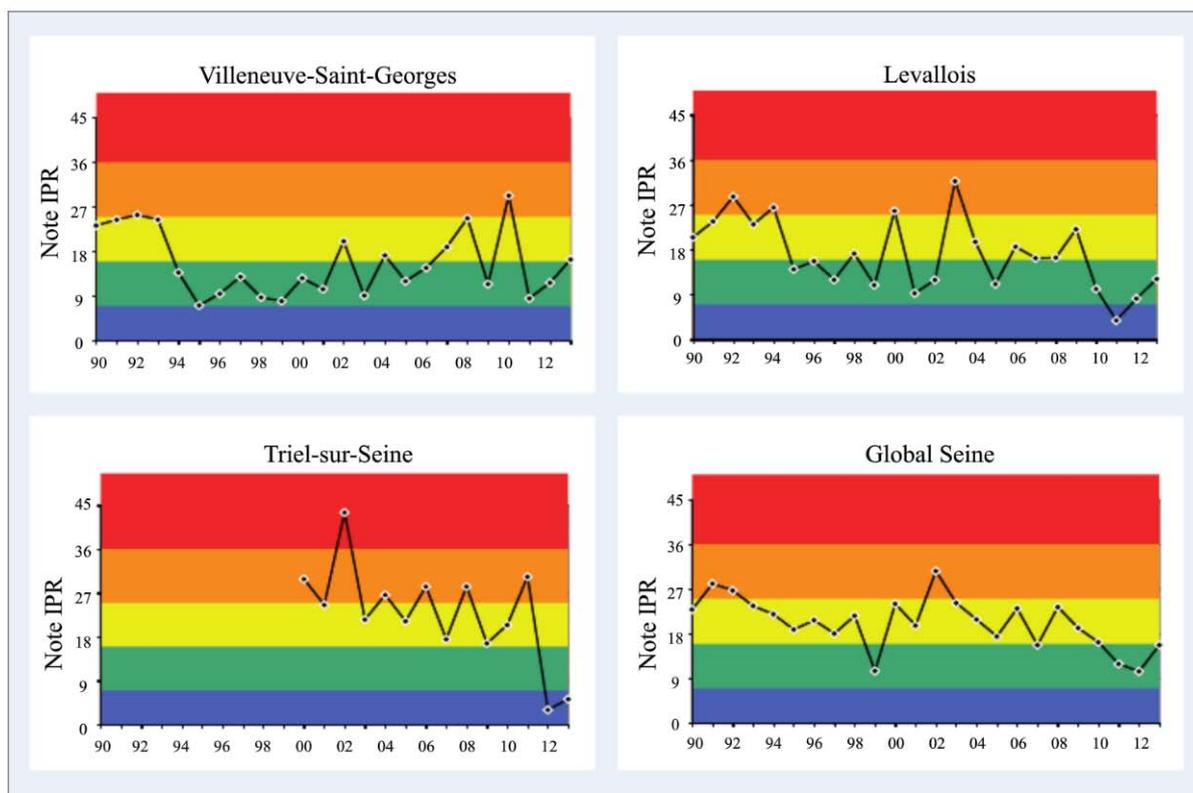


Figure 8. Évolution de l'indice poisson rivière (IPR) sur trois sites de suivi (Villeneuve-Saint-Georges, Levallois et Triel-sur-Seine) ainsi que la valeur moyenne sur le fleuve Seine de 1990 à 2013

au nombre d'espèces rhéophiles et lithophiles, montre une faible attractivité de ce site pour la faune piscicole. Sur le site aval (Triel-sur-Seine), la qualité est très bonne pour les années 2012 et 2013, à la suite d'une amélioration sensible par rapport à l'année 2011. Cette note IPR est probablement liée à la mise en route des nouveaux procédés de traitement sur l'usine Seine Aval. La figure concernant le « global Seine » représente la valeur moyenne des notes des différentes stations de mesure et montre une amélioration de la qualité de la Seine, principalement en aval de Paris. Une dégradation semble cependant apparaître bien que la note IPR de 2013 soit encore de qualité bonne (15,8). Les métriques défavorables ne sont pas identiques sur les

différentes stations, mais celles qui reviennent en majorité sont le nombre d'espèces rhéophiles et lithophiles et, en troisième point, la densité d'individus. Ce constat d'hétérogénéité, liée à la présence de discontinuités physiques ou non, a été rapporté pour d'autres cours d'eau [LEPICHON *et al.*, 2012].

2.3. Analyse des chairs

2.3.1. Contamination en métaux lourds

L'analyse de métaux lourds, le mercure et le zinc, a été effectuée sur les chairs des anguilles et gardons depuis 2000 et sur celle des chevesnes depuis 2009 sur les trois stations (amont, aval immédiat et aval éloigné) proches de Paris (figure 9). Les résultats sont

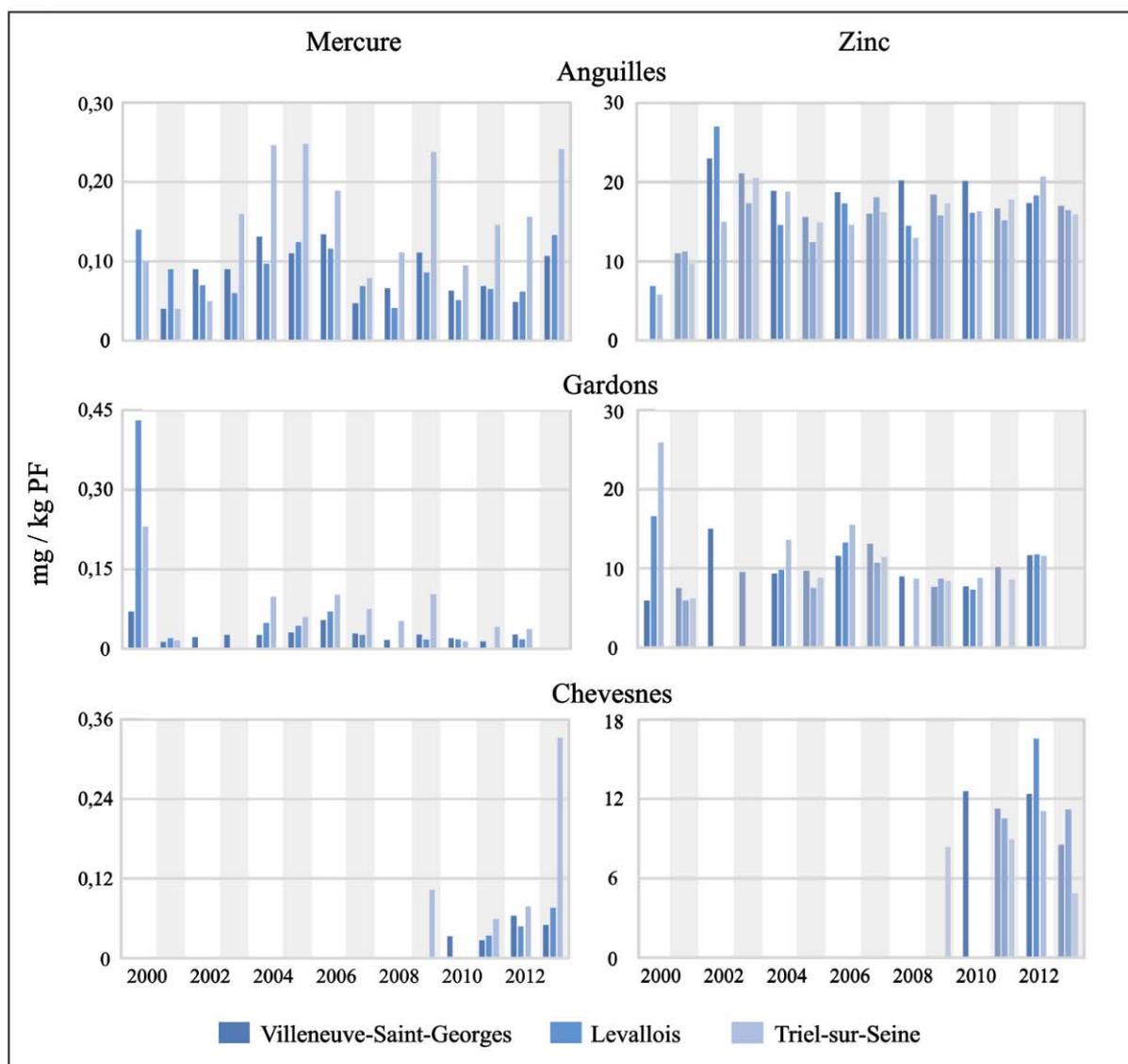


Figure 9. Évolution de 2000 à 2013 des teneurs en mercure et en zinc dans la chair des anguilles, gardons et chevesnes à Villeneuve-Saint-Georges, Levallois/Paris et Triel-sur-Seine

exprimés en mg d'élément métallique par kilogramme de poids frais (PF) de l'espèce considérée. Les années pour lesquelles les résultats ne sont pas représentés sont liées à l'absence de l'espèce lors de la campagne de pêche spécifique. Dans le cas du mercure, la directive européenne 2008/105/CE du 16 décembre 2008 fixe une norme de qualité environnementale (NQE) de 0,02 mg/kg PF dans les tissus des poissons pour que le bon état chimique de la masse d'eau puisse être atteint. Les teneurs en mercure, comprises entre 0,02 et 0,43 mg/kg PF, sont globalement en excès pour l'ensemble des sites, des espèces et pour toutes les années. Seules les teneurs mesurées en 2001, 2008 et 2011 sur le site amont présentent des valeurs inférieures (respectivement 0,013 ; 0,017 et 0,014 mg/kg PF).

Les teneurs sont sensiblement plus élevées dans la chair des poissons pêchés à l'aval éloigné de Paris (Triel-sur-Seine) depuis 2003. Entre 2003 et 2013, les teneurs sur ce site sont de l'ordre de 26 à 64 % plus élevées par rapport à la teneur moyenne des deux autres sites pour les anguilles, de 38 à 67 % plus élevées pour les gardons (sauf 2010) et 28 à 81 % plus élevées pour les chevesnes (depuis 2010). Les teneurs en zinc sont similaires sur l'ensemble de la zone parisienne. Elles sont comprises entre 5,8 et 27 mg/kg PF pour l'ensemble des années, sites et espèces. De plus, il n'apparaît pas de différence significative entre l'amont et l'aval de la capitale. Cette différence de comportement entre les deux composés métalliques

est probablement liée au caractère de l'élément considéré. En effet, les métaux non essentiels (mercure) sont toxiques à l'état de trace alors que les métaux essentiels tendent à être régulés [FERNANDES *et al.*, 2007]. Par ailleurs, pour des raisons de santé publique ou de consommation, la plupart des études se sont concentrées à doser l'accumulation des métaux dans les tissus musculaires [STORELLI *et al.*, 2006 ; KESKIN *et al.*, 2007]. C'est ce qui a été également fait dans le cas de cette étude. Cependant, la présence de certains ligands, comme la métallothionéine, qui joue le rôle de séquestration et de détoxification de certains métaux tels que Cu, Cd et Zn [ENGEL et ROESIJADI, 1987] fait du foie un meilleur témoin de l'accumulation de ces métaux que le muscle [PLOETZ *et al.*, 2007 ; UYSAL *et al.*, 2009].

2.3.2. Contamination en PCB

Bien que les micropolluants organiques (PCB, dioxines, pesticides) se fixent préférentiellement sur les lipides [LAZARTIGUE, 2010], les seuils de concentrations en micropolluants dans les chairs des poissons ainsi que les recommandations sanitaires liées à leur consommation sont toujours rapportés au poids frais (PF). Ainsi, à concentration identique dans la matière grasse, les poissons seront d'autant plus contaminés (en poids frais) qu'ils sont gras. En conséquence, l'aspect environnemental du suivi doit également tenir compte des concentrations mesurées dans la masse grasse (MG).

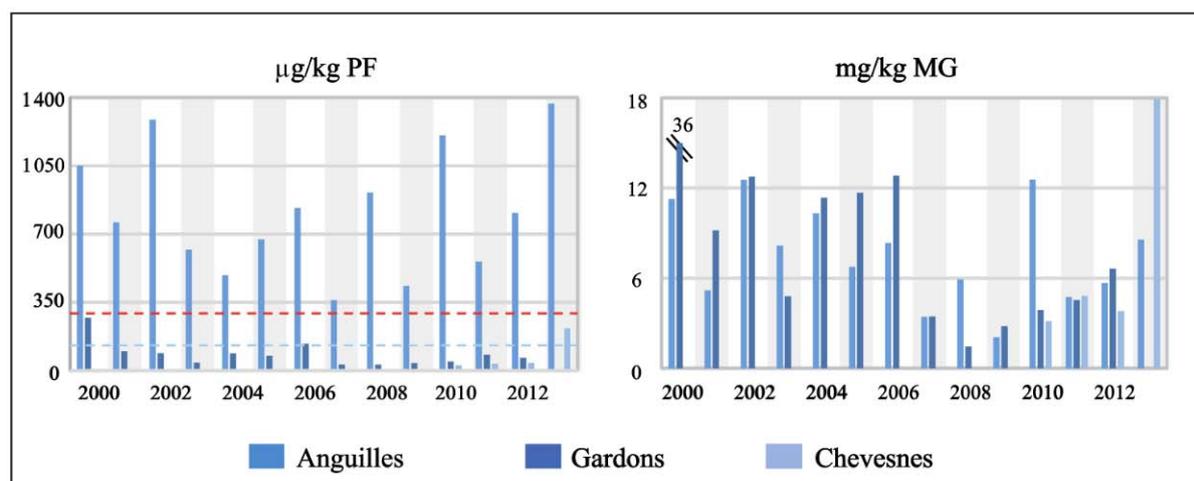


Figure 10. Évolution de la contamination moyenne en PCB indicateurs dans la Seine de 2000 à 2013 par kg de poids frais (PF) et par kg de masse grasse (MG) dans la chair des anguilles, gardons et chevesnes. Les seuils de contamination définis selon la réglementation européenne n° 1259/2011 sont reportés pour les anguilles (300 µg/kg PF) et les chevesnes (125 µg/kg PF)

Ainsi, la *figure 10* présente les teneurs moyennes en PCB indicateurs (PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180) dans les chairs d'anguilles, gardons et chevesnes de 2000 à 2013 par kilogramme de poids frais et de masse grasse. La somme obtenue pour chacun des trois sites (Villeneuve-Saint-Georges, Levallois et Triel-sur-Seine) a été moyennée pour représenter une valeur pour la Seine et pour chaque espèce.

Les valeurs seuils concernant les teneurs en PCB dans les chairs des poissons sont définies par le règlement européen n° 1259/2011 du 2 décembre 2011 relatif aux teneurs maximales dans les denrées alimentaires. Les valeurs limites (300 µg/kg PF pour l'anguille et 125 µg/kg PF pour le gardon et le chevesne) sont reportées sur la figure. En ce qui concerne la chair des anguilles, les teneurs moyennes en PCB indicateurs (moyenne des teneurs des trois sites d'études) sont toujours supérieures aux valeurs réglementaires. Les résultats obtenus sont compris entre 361 et 1 369 µg/kg PF de 2000 à 2013. La variation temporelle semble montrer une augmentation de cette teneur en 2013 avec la valeur la plus importante de la décennie (1 369 µg/kg PF). En ce qui concerne la chair des gardons et chevesnes, les seuils réglementaires ne sont pas atteints jusqu'en 2012 et les teneurs sont comprises entre 27 et 39 µg/kg PF. Les teneurs déterminées pour l'année 2013 (216 µg/kg PF pour

les chevesnes) sont supérieures aux seuils réglementaires et semblent confirmer l'augmentation constatée dans la chair des anguilles. Il n'a malheureusement pas été pêché de gardon en 2013 pour permettre la comparaison. Au regard de la masse grasse, les teneurs sont 1 000 fois plus élevées qu'en poids frais et sont comprises entre 1,5 et 17 mg/kg MG pour l'ensemble des espèces (de 2001 à 2013, les teneurs de l'année 2000 ont été exclues). De plus, les différences de teneurs entre les espèces sont moindres et mettent en exergue une assimilation similaire des différentes espèces vis-à-vis des PCB dans les masses grasses.

Les teneurs en dioxines, furanes et PCB type dioxines ont été mesurées dans les chairs des anguilles et chevesnes de 2007 à 2013 à Villeneuve-Saint-Georges, Levallois et Triel-sur-Seine. Les résultats de la somme de ces trois types de polluants sont présentés en toxicité équivalente (toxicité calculée par rapport à celle de la molécule 2,3,7,8-T4CDD avec les facteurs d'équivalence définis en 2005 par l'Organisation mondiale de la santé) par gramme de poids frais (PF) et par gramme de masse grasse (MG) (*tableau IV*).

Quelle que soit la station de mesure, il n'apparaît pas de variation temporelle marquée pour les deux espèces considérées. Les teneurs sont comprises entre

		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
		pg/g PF (TEQ 2005)						
Villeneuve-Saint-Georges	Anguilles	24,6	20,3	26,9	25,2	22,7	14,2	23,0
	Chevesnes			2,2	2,4	1,9		3,5
Levallois	Anguilles	21,3	31,4	31,2	38,5	21,4	18,3	23,4
	Chevesnes					1,2	1,5	2,5
Triel-sur-Seine	Anguilles	37,4	64,2	36,1	31,4	32,0	23,5	27,9
	Chevesnes			5,1		1,9	2,7	9,4
		pg/g MG (TEQ 2005)						
Villeneuve-Saint-Georges	Anguilles	263	317	115	134	302	219	150
	Chevesnes			150	251	184		219
Levallois	Anguilles	153	116	142	395	135	164	105
	Chevesnes					173	117	165
Triel-sur-Seine	Anguilles	195	288	135	286	189	153	234
	Chevesnes			244		218	235	1 002

Tableau IV. Teneur en PCB (somme des dioxines, furanes et PCB type dioxines) en toxicité équivalent (TEQ 2005) par kg de poids frais (PF) et par kg de masse grasse (MG) sur les trois stations de surveillance autour de Paris (Villeneuve-Saint-Georges, Levallois et Paris) de 2007 à 2013

14 à 64 pg/g PF chez les anguilles et entre 1,2 à 9,4 pg/g PF chez les chevesnes. Pour les anguilles, les teneurs sont supérieures aux seuils réglementaires définis par le règlement européen n° 1259/2011 du 2 décembre 2011 dans les denrées alimentaires (10 pg/g PF). Pour les chevesnes, seule la teneur mesurée en 2013 à Triel-sur-Seine présente une valeur supérieure (seuil à 6,5 pg/g PF). Les résultats dans les chairs des anguilles présentent un gradient d'amont en aval. Les teneurs mesurées à Triel-sur-Seine sont systématiquement supérieures aux teneurs déterminées à Villeneuve-Saint-Georges. Ce constat est vrai, mais moins visible chez les chevesnes. Les teneurs dans les masses grasses sont du même ordre de grandeur dans les deux espèces et de l'ordre de dix fois supérieures aux teneurs dans le poids frais. Suivant ce paramètre, l'augmentation d'amont en aval

semble se confirmer entre Villeneuve-Saint-Georges et Triel-sur-Seine.

2.3.3. Contamination en pesticides

Les teneurs moyennes en pesticides totaux dont les DDT totaux et l'hexachlorobenzène ont été déterminées par kilogramme de poids frais (PF) et par kilogramme de masse grasse (MG) chez les gardons, chevesnes et anguilles (tableau V). Les résultats des trois stations (Villeneuve-Saint-Georges, Levallois et Triel-sur-Seine) ont été moyennés par année de 2002 à 2013.

Les anguilles sont davantage contaminées en pesticides (en poids frais) que les chevesnes, tant du point de vue du nombre de composés quantifiés (7 à 12 pour les anguilles, 3 à 4 pour les chevesnes et les gardons) que des teneurs mesurées. Ainsi, les teneurs moyennes en pesticides totaux sont comprises entre

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2012	2013
Gardons (µg/kg PF)													
Pesticides totaux	3,6	0,9	8,9	7,5	9,4	1,5	1,6	2,6			1,3	9,8	
DDT totaux	3,6	0,8	8,7	7,0	8,8	1,5	1,4	2,5			1,2		
Hexachlorobenzène	0,0		0,1	0,5	0,3	0,1	0,1	0,1			0,1		
Chevesnes (µg/kg PF)													
Pesticides totaux								1,70	0,13	0,19	1,60	11,90	14,76
DDT totaux								1,60	0,03	0,16	0,43		
Hexachlorobenzène								0,10	0,03		0,10		0,24
Anguilles (µg/kg PF)													
Pesticides totaux	600	64	42	45	78	29	95		9	24	46	52	66
DDT totaux	577	49	40	42	77	25	80	67	4	16	35		
Hexachlorobenzène	3,7	2,6	1,4	2,7	1,1	2,4	5,1	0,4	1,3	2,5	10,3		1,8
Gardons (µg/kg MG)													
Pesticides totaux	524	133	449	316	617	163	135	99			130	1 140	
DDT totaux	518	108	431	311	600	155	84	93			116		
Hexachlorobenzène	6		19	5		8	6	6			14		
Chevesnes (µg/kg MG)													
Pesticides totaux									437	177	136	338	
DDT totaux									117	153	113		
Hexachlorobenzène								15	117		23		
Anguilles (µg/kg MG)													
Pesticides totaux	2 026	973	703	432	660	228	563	338	77	176	269	300	
DDT totaux	2 019	950	696	427	660	215	552	317	77	171	280		
Hexachlorobenzène	33	9	23	23	10	12	26	9	11	15	59		

Tableau V. Teneurs en pesticides totaux, dont les DDT totaux et l'hexachlorobenzène, par kg de poids frais (PF) et par kg de masse grasse (MG) pour les gardons, chevesnes et anguilles à Paris (moyenne des teneurs des stations Villeneuve-Saint-Georges, Levallois et Paris) de 2002 à 2013

9 et 600 µg/kg PF pour les anguilles alors qu'elles sont dans l'intervalle 0,2 à 15 µg/kg PF pour les gardons et chevesnes. Même dans la masse grasse, les teneurs chez l'anguille sont plus élevées que chez les deux autres espèces à l'exception des années 2009 et 2012.

Parmi les pesticides, les DDT sont les principaux composés présents, quelle que soit l'espèce considérée. La part des DDT dans les pesticides totaux est comprise entre 47 et 100 % à l'exception des années 2010 et 2012 chez les chevesnes. Les NQE sont respectées pour l'hexachlorobenzène (10 µg/kg PF) sur les trois stations. De même, l'hexachlorobutadiène, composé qui possède une NQE (55 µg/kg PF), n'a jamais été détecté lors des campagnes (LQ = 2 µg/kg PF).

2.4. Biomarqueur EROD

Le biomarqueur EROD a été mesuré de 2004 à 2013 dans les foies des chevesnes sur les trois sites d'études (figure 11). Les activités EROD de toutes les femelles de l'étude ont été corrigées en fonction du rapport gonadosomatique (RGS). Cette correction permet de rehausser les valeurs chez les femelles dont l'activité EROD est partiellement inhibée par l'activité sexuelle associée à un RGS élevé.

L'indice EROD ne semble pas subir de variation durant les 10 années d'études. De plus, il n'apparaît pas de variation d'amont en aval de l'agglomération parisienne. Hormis les années 2008 et 2013, l'indice oscille entre l'état médiocre et l'état très bon. En 2008, le site amont présente un indice mauvais (88 pmol/min/mg protéine). En 2013, les trois sites présentent des indices mauvais avec respective-

ment des moyennes géométriques de 181, 101 et 113 pmol/min/mg protéine à Villeneuve-Saint-Georges, Levallois et Triel. Cependant, ce biomarqueur étant un indicateur ponctuel, les résultats de 2013 peuvent s'expliquer par les variations hydro-morphologiques assez remarquables durant la période de pêche. Les inductions EROD ont été corrélées aux teneurs en dioxines et PCB type dioxines, car ces deux familles peuvent être à l'origine de l'activité EROD. Cependant, la tendance n'a rien montré, l'activité EROD ayant probablement des effets de synergie/inhibition avec d'autres micro-polluants.

Conclusions

Afin de contribuer à une acquisition de connaissance et permettre le suivi de la qualité des cours d'eau, depuis 1990, le Syndicat interdépartemental pour l'assainissement de l'agglomération parisienne (Siaap), s'est assuré du concours du Conseil supérieur de la pêche (dont les attributions furent intégrées par la suite au sein de l'Onema) pour effectuer un suivi du peuplement piscicole de la Seine le long de l'agglomération parisienne. Ce suivi a été complété depuis les années 2000 par des analyses de divers polluants (pesticides, PCB, métaux lourds, 7-éthoxyrésorufine-O-dééthylase (EROD)).

Une modification de la population de la Seine apparaît sur cette période de 23 années avec l'augmentation d'une population principalement peu exigeante et l'apparition d'une population plus sensible. On observe ainsi une augmentation du nombre d'individus chez les espèces telles les ablettes et les chevesnes et une présence plus soutenue d'espèces telle la grémille, le chabot ou le sandre, colonisant lentement le milieu. L'IPR global de la Seine a atteint la qualité bonne sur les dernières années, même si l'année 2014 risque de provoquer un déclassement. Les mesures de polluants dans les chairs ont permis de mettre en exergue un dépassement des normes de qualités environnementales pour le mercure et les PCB indicateurs. Ces NQE, lorsqu'elles existent, n'ont pas été atteintes pour les autres paramètres (PCB type dioxines et pesticides). L'analyse de l'induction EROD montre une forte augmentation entre 2012 et 2013, mais ne semble pas forcément refléter l'état général du fleuve.

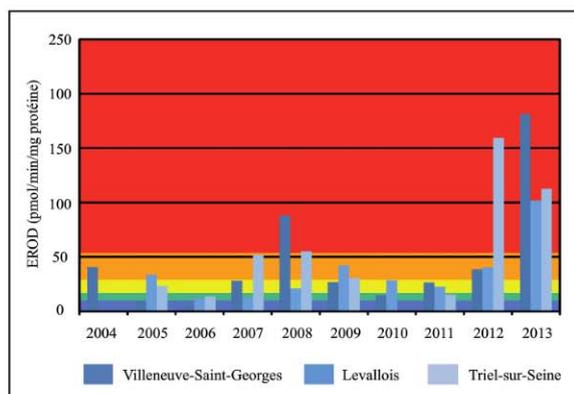


Figure 11. Évolution de l'indice EROD (pmol/min/mg protéine) sur les sites d'études (Villeneuve-Saint-Georges, Levallois et Triel-sur-Seine) de 2004 à 2013

Remerciements

Les auteurs remercient Tiphaine Vérité et Alain Verger (Siaap) pour leur aide dans la synthèse des données.

Bibliographie

- ARENDE J.D. (1997) : « Adaptive intrinsic growth rates: an integration across taxa ». *Quarterly Review of Biology* ; 72 : 149-177.
- BELLIARD J., ROSET N. (2006) : *L'indice poisson rivière (IPR). Notice de présentation et d'utilisation*. Onema, 24 p.
- BESLAGIC S., DELAIGUE O., BELLIARD J. (2013) : *Évolution à long terme des peuplements piscicoles sur le bassin de la Seine*. Rapport de phase 6 du programme PIREN-Seine, 10 p.
- COUILLARD C. (2009) : « Utilisation des poissons pour évaluer les effets biologiques des contaminants dans l'estuaire du Saint-Laurent et le fjord du Saguenay ». *Journal of Water Science* ; 22(2) : 291-314.
- ENGEL D.W., ROESIADI G. (1987) : « Metallothionein: a monitoring tool ». In : Vernberg W., Calabrese A., Thurberget F., Vernberg F.J., eds. *Pollution physiology of estuarine organisms*. Columbia, University of South Carolina Press, p. 421-438.
- FERNANDES C., FONTAÍNHAS-FERNANDES A., PEIXOTO F., SALGADO M.A. (2007) : « Bioaccumulation of heavy metals in Liza saliens from the Esmoriz-Paramos coastal lagoon, Portugal ». *Ecotoxicology and Environmental Safety* ; 66 : 426-431.
- FLAMMARION P., GARRIC J. (1997) : « Cyprinids EROD activities in low contaminated rivers: a relevant statistical approach to estimate reference levels for EROD biomarker ». *Chemosphere* ; 35 : 2375-2388.
- KESKIN Y., BASKAYA R., OZYARAL O., YURDUN T., LULECI N.E., HAYRAN O. (2007) : « Cadmium, lead, mercury and copper in fish from the Marmara Sea, Turkey ». *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* ; 78 : 258-261.
- LAZARTIGUES A. (2010) : *Pesticides et polyculture d'étang : de l'épandage sur le bassin versant aux résidus dans la chair de poisson* [thèse]. Nancy : Institut national polytechnique de Lorraine, 171 p.
- LEPICHON C., TALES E., BELLIARD J., GORGES G., ZAHM A., CLEMENT F. (2012) : « La distribution spatiale des peuplements de poissons dans les petits bassins versants ». s cahier spécial III : 24-33.
- PLOETZ D.M., FITTS B.E., RICE T.M. (2007) : « Differential accumulation of heavy metals in muscles and liver of a marine fish (King Mackerel, *Scomberomorus cavalla*, Cuvier) from the Northern Gulf of Mexico, USA ». *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* ; 78 : 134-137.
- POLARD T. (2010) : *Caractérisation des effets génotoxiques sur poissons de produits phytosanitaires en période de crue* [thèse]. Université de Toulouse, 150 p.
- SANCHEZ W., PORCHER J.-M. (2009) : « Utilisation des biomarqueurs pour la caractérisation de l'état écotoxicologiques des masses d'eau ». *Techniques Sciences Méthodes* ; 6 : 29-38.
- SANCHEZ W., BADO-NILLES A., PORCHER J.-M. (2012) : « Biomarqueurs chez le poisson : un outil d'intérêt pour le contrôle d'enquête ». *La Houille Blanche* ; 10 : 49-55.
- STORELLI M.M., BARONE G., STORELLI A., MARCOTRIGIANO G.O. (2006) : « Trace metals in tissues of Mugilids (*Mugil auratus*, *Mugil capito*, and *Mugil labrosus*) from the Mediterranean Sea ». *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* ; 77 : 43-50.
- TALES E. (2008) : « Tendances d'évolution des peuplements de poissons de la Seine en réponse à la variabilité hydroclimatique ». *Hydroécologie appliquée* ; 16 : 29-52.
- UYSAL K., KÖSE E., BÜLBÜL M., DÖNMEZ M., ERDÖGAN Y., KOYUN M., et al. (2009) : « The comparison of heavy metal accumulation ratios of some fish species in Enne Dame Lake (Kütahya/Turkey) ». *Environmental Monitoring and Assessment* ; 157 : 355-362.

Résumé

S. AZIMI, O. ROUSSELOT, V. ROCHER

Évolution du peuplement piscicole de la Seine de 1990 à 2013

La gestion des milieux aquatiques en Europe est guidée par la directive n° 2000/60/CE, retranscrite en France par la loi sur l'eau et les milieux aquatiques de 2006. Cette politique, visant à améliorer et à rétablir le bon état écologique des eaux, est déclinée dans les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) et leurs programmes de mesures. Cette volonté d'agir pour

améliorer la qualité des milieux naturels est relayée par les lois Grenelles 1 et 2. Longtemps fondée uniquement sur l'analyse de la composition physico-chimique, l'évaluation de la qualité des cours d'eau repose désormais également sur des composantes biologiques des écosystèmes aquatiques telles que les algues (diatomées), les macrophytes, les macro-invertébrés benthiques et

les poissons. Parmi ces indicateurs potentiels, les poissons constituent de véritables intégrateurs de la qualité des eaux et, plus largement, du fonctionnement des milieux aquatiques en raison de leur position au sommet de la chaîne alimentaire.

Dès 1990, le Syndicat interdépartemental pour l'assainissement de l'agglomération parisienne (Siaap) s'est assuré du concours du Conseil supérieur de la pêche (dont les attributions furent intégrées par la suite au sein de l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques Onema) et a effectué un suivi du peuplement piscicole de la Seine autour de l'agglomération parisienne.

La prospection a été effectuée sur huit stations, d'amont en aval de Paris, suivant l'échantillonnage ponctuel d'abondance par pêche électrique. Ce travail a été complété par l'analyse du niveau de contamination des chairs de deux espèces de poissons (gardons et anguilles) pour trois familles de micropolluants (métaux, PCB et pesticides). La

mesure du biomarqueur « EROD » a complété le dispositif de suivi.

Les résultats obtenus sur une chronique de 23 années montrent une augmentation du nombre d'espèces présentes en Seine de 14 (1990) à 21 (2013) ; le nombre total d'espèces recensées sur cette période étant de 32. Et plus globalement, une modification de la population de la Seine apparaît sur cette période de 23 années avec l'augmentation d'une population principalement peu exigeante et l'apparition d'une population plus sensible. On observe ainsi une augmentation du nombre d'individus chez les espèces telles les ablettes et les chevesnes et une présence plus soutenue d'espèces telle la grémille, le chabot ou le sandre, colonisant lentement le milieu. Bien que l'indice poisson rivière tende à montrer une bonne qualité des eaux, les mesures de polluants dans les chairs ont permis de mettre en exergue un dépassement des normes de qualités environnementales pour le mercure et les PCB indicateurs.

Abstract

S. AZIMI, O. ROUSSELOT, V. ROCHER

Evolution of fish population of the Seine River from 1990 to 2013

Aquatic management in Europe is driven by the European Directive Framework 2000/60/EC, transcribed in France by the law on water and aquatic environments of 2006. This policy, to improve and restore the ecological status of water, is declined in the Sdage and action programs. This willingness to take action to improve the quality of the natural environment is relayed by the Grenelle laws 1 and 2. Thus, usually based only on the analysis of the physico-chemical composition of the water, the evaluation of the quality of water is now based on the study of not only chemical and physical parameters but also the biological components of aquatic ecosystems such as algae (diatoms), macrophytes, benthic macroinvertebrates and fish. Among these potential indicators, fish are good integrators of the water quality and, more broadly, the functioning of aquatic environments because of their position at the top of the food chain, their sensitivity to water quality, their longevity and their high mobility.

Since 1990, Siaap has secured the support of the Higher Council of Fisheries (whose functions were incorporated later in the Onema) and followed up the fish population of the Seine River in the Paris area.

The survey was conducted on 8 spots, upstream to downstream of Paris, according to the abundance electrofishing sampling. This work was completed by the analysis of the level of contamination of the meat of two species of fish (eels and Keep) for micropollutants (metals, PCBs and pesticides). The measurement of the biomarker "EROD" completed the tracking device. The results obtained on a chronicle of 23 years show an increase in the number of species present in the Seine River from 14 (1990) to 21 (2013); the total number of species recorded during this period was 32. Changes in the population of the Seine River appears during this period of 23 years with the increase of a population mainly undemanding and the emergence of a more delicate population. We observe an increase in the number of individuals in species such as chub and bleak and more sustained presence of species such as ruffe, sculpin and pike, slowly colonizing the river.

The micropollutant analysis highlights high load of mercury and PCB in the fish meat while the Fish Indicator (IPR) shows improvement in the Seine River quality.

13^e

Assises des déchets

23 / 24 SEPTEMBRE 2015 • CITÉ DES CONGRÈS DE NANTES

VOUS SOUHAITEZ PARTICIPER
AUX 13^e ASSISES DES DÉCHETS ?

▶ INSCRIVEZ-VOUS
WWW.ASSISES-DECHETS.ORG

AU CŒUR DE L'ACTUALITÉ

ÉCONOMIE CIRCULAIRE, BIODÉCHETS,
ÉCOLOGIE TERRITORIALE, CHANGEMENT
CLIMATIQUE, PLAN DÉCHETS 2014-2025...

Organisées avec le réseau des DREAL,
directions régionales de l'environnement,
de l'aménagement et du logement

Sous l'égide du Ministère de l'Écologie,
du Développement durable et de l'Énergie - MEDDE



Avec le soutien de ADEME, ANDRA, ASN,
CEA, ECO-EMBALLAGES, EDF, FEDEREC,
PAPREC, SÉCHÉ ENVIRONNEMENT,
SITA FRANCE, TOTAL, VEOLIA PROPRETÉ

Avec le concours du CONSEIL RÉGIONAL
DES PAYS DE LA LOIRE et de NANTES MÉTROPOLE



5, rue Françoise Giroud - CS 16326 - 44263 NANTES CEDEX 2 - FRANCE
Tél. : 33 (0)2 72 74 79 25 - Fax : 33 (0)2 72 74 79 29
E-mail : contact@assises-dechets.org
Site Web : www.assises-dechets.org



ASSISES NATIONALES
DES DÉCHETS



Revue à comité de lecture, TSM vous permet de rester informé grâce à des contenus de référence sur les domaines de l'eau et de l'environnement :

- Eau potable
- Assainissement
- Milieux aquatiques
- Gestion des déchets et de la propreté
- Qualité de l'air
- Aménagement durable des territoires

TSM c'est aussi :

- Des reportages ;
- Des études ;
- Des états de l'art ;
- Des interviews des spécialistes du secteur ;
- Des focus sur l'actualité de nos sections régionales.

www.asteo.org

Vos annonces légales dans TSM !

Revue spécialisée dans le domaine des services publics d'eau potable, d'assainissement et des déchets, TSM s'adresse aux professionnels de l'environnement.

Elle est lue par **plus de 10 000 professionnels** de ces filières : gestionnaires publics et privés, entrepreneurs, collectivités territoriales, ingénieurs et techniciens, chercheurs, fournisseurs...

De plus en plus sollicités par les collectivités locales, nous avons décidé de développer cette rubrique devenue incontournable auprès de nos lecteurs.

Votre annonce légale

TSM est en ordre de marche pour recevoir vos Avis d'Appel à la Concurrence, vos Annonces de Délégations de services publics, vos Offres d'emplois. Afin de répondre le mieux possible à vos besoins, nous avons adapté notre grille tarifaire aux différentes annonces.

Nous réalisons pour mieux vous servir, des devis gratuits qui vous permettent d'apprécier la mise en page et le coût de votre annonce.

Le plus !

Dès réception de votre commande, votre annonce est mise en ligne sur le site de l'Astee, <http://www.asteo.org/categorie/actualites/> consultable librement par tous, vous offrant au-delà d'une large diffusion, une publication immédiate.

Contact

Correspondance et renseignements

LEM
Les Editions Magenta

12, av. de la Grange - 94100 Saint-Maur-des-Fossés
Tél. 01.55.97.07.03 ▼ Fax : 01.55.97.42.83
Email : l.e.m@wanadoo.fr



www.asteo.org

