

Réhabilitation piscicole d'un bras mort de la Seine: le méandre de la Grande-Bosse (Bray/Seine, 77)

Evelyne Talès, Philippe Boët, Michel Poirson (Cemagref, Antony)

Le maintien de peuplements de poisson dans un secteur de cours d'eau dépend de la présence et de l'accessibilité des habitats nécessaires à l'accomplissement du cycle de vie des espèces dont la reproduction est une phase clé. Dans la partie aval des grands cours d'eau, la reproduction de la majorité des espèces de poisson se déroule dans les milieux de la plaine alluviale. La diversité de ces milieux, générés par la dynamique du chenal principal du cours d'eau, intègre différents stades successifs de leur vieillissement jusqu'à l'atterrissement. Par conséquent, cette diversité conditionne celle des peuplements de poisson de l'ensemble du secteur de cours d'eau.

Or, l'aménagement des grands cours d'eau se traduit notamment par la rupture du lien dynamique reliant le chenal principal et sa plaine alluviale. D'une part, les milieux annexes existants sont alors le plus souvent déconnectés du chenal, ce qui accélère leur vieillissement. D'autre part, la création de nouveaux milieux annexes est compromise par l'endiguement du chenal et la régulation de ses débits qui empêchent ses déplacements. De fait, les principaux sites de reproduction de la majorité des espèces de poisson sont menacés de disparaître et les peuplements piscicoles sont affectés par ces aménagements.

Dans ces circonstances, seule la réhabilitation des milieux annexes existants peut permettre de maintenir de manière durable un peuplement piscicole diversifié à l'échelle d'un secteur de cours d'eau.

1. Contexte

Dans le cadre du thème "corridor fluvial" du PIREN-Seine, les milieux annexes (dénommés "annexes hydrauliques") de la plaine alluviale de la Bassée en communication avec la Seine, ont été étudiés en tant que sites potentiels pour la reproduction des espèces de poisson. Dans cet objectif, les jeunes poissons de l'année étant d'excellents indicateurs de l'efficacité de la reproduction, leurs peuplements ont été suivis en 1995 et 1996 dans des annexes de deux secteurs, l'un subnaturel (bief amont) et l'autre aménagé (bief aval). Les types d'annexes diffèrent d'un secteur à l'autre. Situé en amont, le secteur subnaturel comprend des milieux d'origine naturelle de type dépression de convexité générés par de légers déplacements du lit mineur de la Seine. Le secteur aménagé, situé plus en aval, comprend des milieux d'origine anthropique tels que des sablières en eau et des bras morts qui sont les méandres rescindés.

Néanmoins, ces deux secteurs présentent potentiellement les mêmes espèces, composant un peuplement à dominante cyprinicole (tableau I).

L'ensemble des milieux annexes est plus favorable à la reproduction des espèces de poisson que le chenal principal. En terme de densités par exemple, le ratio chenal /annexe varie de 1/5 à 1/3,3 selon le secteur.

Toutefois, les annexes artificielles ne se substituent pas aux annexes naturelles mais leur importance en tant que site de reproduction est plus cruciale dans le contexte du secteur aménagé. Le nombre d'espèces du peuplement de jeunes poissons de l'année ne diffère pas significativement entre annexes artificielles et naturelles (respectivement en moyenne 10,1 et 11 espèces par annexe). Mais d'un point

de vue quantitatif, les densités en jeunes poissons de l'année sont nettement plus importantes dans les annexes naturelles que dans les annexes artificielles (figure 1). Parmi ces dernières, seules les jeunes gravières (type 4) présentent des densités proches de celles des annexes naturelles.

Tableau 1. Liste des espèces de jeunes poissons de l'année présentes dans les secteurs étudiés (le code espèce en gras indique les espèces les plus abondantes).

Famille	Espèce		Code espèce	Bief amont	Bief aval
Esocidae	<i>Esox lucius</i>	brochet	BRO	X	X
Cyprinidae	<i>Abramis brama</i>	brème	BRE	X	X
	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	spiralin	SPI	X	
	<i>Alburnus alburnus</i>	ablette	ABL	X	X
	<i>Barbus barbus</i>	barbeau	BAF	X	X
	<i>Blicca bjoerkna</i>	brème bordelière	BRB	X	X
	<i>Chondrostoma nasus</i>	hotu	HOT	X	
	<i>Gobio gobio</i>	goujon	GOU	X	X
	<i>Leucaspius delineatus</i>	able de Heckel	ABH	X	
	<i>Leuciscus cephalus</i>	chevesne	CHE	X	X
	<i>Leuciscus leuciscus</i>	vandoise	VAN	X	X
	<i>Phoxinus phoxinus</i>	vairon	VAI	X	
	<i>Rhodeus sericeus</i>	bouvière	BOU	X	X
	<i>Rutilus rutilus</i>	gardon	GAR	X	X
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	rotengle	ROT	X	X
	<i>Tinca tinca</i>	tanche	TAN	X	
	Cobitidae	<i>Cobitis taenia</i>	loche de rivière	LOR	X
<i>Nemacheilus barbatulus</i>		loche franche	LOF	X	
Ictaluridae	<i>Ameiurus melas</i>	poisson-chat	PCH		X
Gasterosteidae	<i>Pungitius pungitius</i>	épinochette	EPT	X	
Percidae	<i>Perca fluviatilis</i>	perche	PER	X	X
Centrarchidae	<i>Lepomis gibbosus</i>	perche-soleil	PES	X	X
	<i>Micropterus salmoides</i>	black-bass	BBG		X
Cottidae	<i>Cottus gobio</i>	chabot	CHA		X

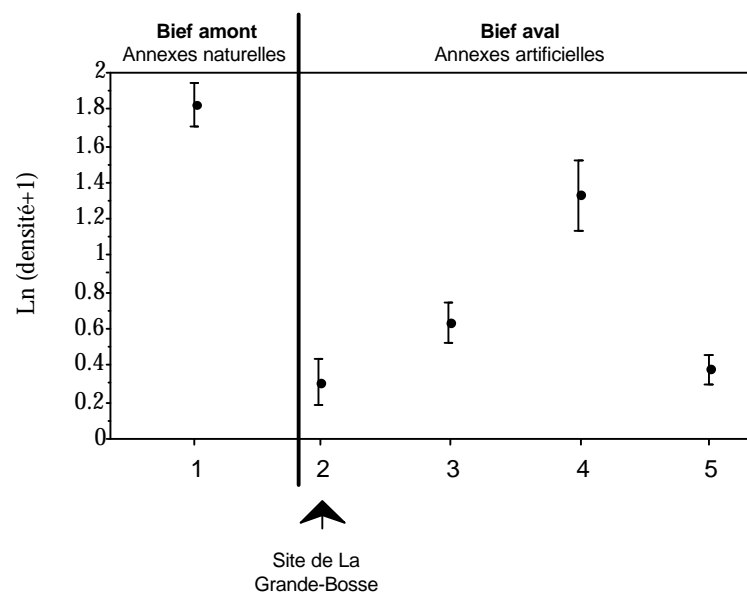


Figure 1. Densité de jeunes poissons de l'année par type de milieu

Par ailleurs, les 15 espèces communément présentes dans les deux biefs ont également des fréquences d'occurrence significativement plus importantes (test du Khi2; p 0,01) dans le bief amont que dans le bief aval, à l'exception de la perche commune (figure 2).

La plupart des espèces au cours de leurs premiers stades de vie rencontrent donc des conditions moins favorables dans le secteur aval. Par ailleurs, la synthèse de données sur les peuplements adultes à l'échelle du bassin de la Seine a montré qu'en secteur chenalisé et navigué, tel le bief aval étudié ici, les espèces les plus spécialisées dans leurs stratégies de vie, de reproduction et d'alimentation sont affectées prioritairement. Il est par conséquent nécessaire de favoriser le maintien de ces espèces en particulier.

Les facteurs prépondérants expliquant les différences quantitatives et qualitatives entre les peuplements de jeunes poissons de l'année des annexes artificielles et naturelles semblent être le degré de connectivité du milieu annexe avec le chenal ainsi que la diversité de ses habitats.

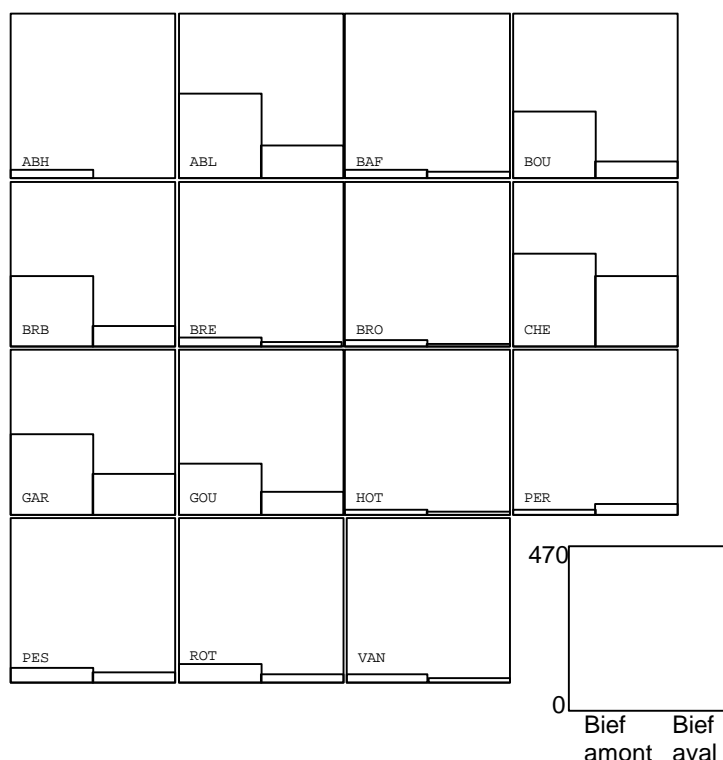


Figure 2. Fréquence brute des espèces de jeunes poissons de l'année dans les biefs amont et aval (se reporter au tableau 1 pour les codes d'espèces).

En effet, les annexes artificielles, de par leur taille relativement importante, ont une capacité d'échange réduite avec le chenal principal comparativement aux annexes naturelles de taille modeste. De plus, les milieux subissent un comblement progressif lié au déroulement de l'activité biologique qui se traduit notamment par l'accumulation de sédiments organiques à fort pouvoir colmatant. Ce comblement diminue leurs potentialités en tant que sites de reproduction piscicole, en dégradant la qualité des habitats, limitant ainsi le nombre d'espèces capables de s'y reproduire. A terme, ces milieux sont ainsi voués à disparaître, menaçant la faune piscicole qui s'y reproduit.

Leur réhabilitation peut être envisagée. D'après nos résultats, deux actions complémentaires apparaissent nécessaires : rétablir leur degré de connectivité avec le chenal et améliorer la qualité de leurs habitats. Ainsi la présence de sites redevenus favorables à la reproduction de la plupart des espèces de poisson permettrait le maintien d'un peuplement riche et diversifié sur l'ensemble du secteur.

2. Contraintes écologiques

La réussite de la reproduction des poissons est conditionnée par la satisfaction des exigences des espèces vis-à-vis des habitats nécessaires pour déposer leur ponte et pour la survie des premiers stades de vie.

Ces habitats sont en général définis par une combinaison de paramètres tels que la vitesse de courant, la nature du substrat, la hauteur d'eau et la température. De la contrainte thermique découle une période annuelle de reproduction propre à chaque espèce.

Si les habitats requis ne sont pas disponibles au moment adéquat, la reproduction échoue. Il faut ensuite que les alevins et juvéniles rencontrent des habitats « refuge » pour assurer leur survie.

Naturellement, plus les exigences sont spécifiques et étroites, plus elles sont difficilement remplies.

2.1. Habitats pour la reproduction

Les exigences et préférences d'habitat pour la reproduction des principales espèces peuplant le secteur étudié sont très variées (Tableau 2.).

Des groupes se différencient surtout vis-à-vis de la présence de zones très courantes ou au contraire calmes et de la nature minérale ou végétale du support de ponte.

Les espèces rhéophiles (affectionnant les zones courantes) telles que le barbeau, le goujon, le chevesne et la vandoise se reproduisent dans des gammes de vitesse allant jusqu'à 80 cm.s⁻¹. Ces espèces appartiennent en outre pour la plupart au groupe de reproduction des lithophiles qui pondent exclusivement sur substrat minéral.

En revanche, les espèces limnophiles (zones calmes) telles que le brochet ou la brème recherchent plutôt pour se reproduire des habitats où les vitesses de courant n'excèdent pas 20 cm.s⁻¹.

2.2. Habitats requis par les jeunes stades de poisson.

Les conditions environnementales requises par les stades précoces des espèces piscicoles (oeufs, larves fixées, larves libres et juvéniles) sont en fait mal connues bien qu'elles influencent grandement la survie des espèces. Il est vrai que les préférences d'habitat évoluent très rapidement au cours de la première année de vie, avec la succession des différents stades de développement et, ce, quelles que soient les espèces.

Néanmoins, il est possible de définir certaines contraintes liées à des paramètres tels que la vitesse de courant, le type d'habitat et la température de l'eau pour constituer une zone de nurserie propice à la plupart des espèces piscicoles.

*** Vitesse de courant**

Les jeunes poissons, en raison de leur petite taille et de leur faible capacité de déplacement actif, offrent peu de résistance au courant et sont rapidement entraînés. Ainsi, ils recherchent en général des

zones « refuge » au début de leur développement, caractérisées par de faibles vitesses de courant. Les seuils de vitesse de courant supportés par les différentes espèces augmentent bien entendu avec la taille des individus. Globalement, la plupart des cyprinidés de l'année n'occupent pas avant la fin de l'été des habitats où les vitesses de courant excèdent 50 cm.s⁻¹.

Tableau 2. Préférences d'habitat et exigences pour la reproduction de 12 espèces piscicoles communes. (d'après Mann, 1996 ; Cowx & Welcomme, 1998 ; Zhulkov & Nikiforov, 1987 ; Casselman & Lewis, 1996). P = phytophile, PL = phytolithophile, L = lithophile, 0 = ostracophile.

Espèce		Groupe de reproduction	Vitesse de courant (cm.s ⁻¹)	Substrat de ponte	Température de l'eau (°C)	Période de reproduction (mois)
<i>E. lucius</i>	Brochet	P	<5	Hydrophytes	6-14	III-IV
<i>A. brama</i>	Brème commune	PL	<20	Graviers ou végétation	12-20	V-VI
<i>A. alburnus</i>	Ablette	PL	<20	(végétation)	17-26	V-VII
<i>B. barbatus</i>	Barbeau	L	35-50	Cailloux (2 à 5 cm)	16-20	VI
<i>B. bjoerkna</i>	B. bordelière	P	<20	Hydrophytes et hélophytes	16-25	V-VII
<i>C. nasus</i>	Hotu	L	50-110	Cailloux (1,5 à 5 cm)	8-16	IV
<i>G. gobio</i>	Goujon	PL	10-80	Graviers (0,3 à 3 cm)	12-17	V-VII
<i>L. cephalus</i>	Chevesne	L	20-50	Graviers, parfois hydrophytes	12-20	V-VII
<i>L. leuciscus</i>	Vandoise	PL	20-50	Cailloux (3 à 25 cm)	5-12	II-IV
<i>R. sericeus</i>	Bouvière	0	<20	Sables (mollusques)	14-20	VI-VII
<i>R. rutilus</i>	Gardon	PL	35-60	Cailloux (5 à 15 cm) et végétation	7-19	V-VI
<i>S. erythrophthalmus</i>	Rotengle	P	<5	Hydrophytes	14-20	IV-VII

*** Autres paramètres d'habitat**

Les zones qu'occupent en général les jeunes poissons sont une combinaison d'habitat leur permettant à la fois de faire face aux contraintes du milieu mais aussi à l'activité des prédateurs auxquels ils sont particulièrement sensibles. Ces zones doivent également leur fournir une ressource alimentaire suffisante.

Ainsi, les potentialités d'un site en tant que zone de nurserie sont conditionnées par la hauteur d'eau, la présence de végétaux plus ou moins développés ou d'abris d'autres natures, de manière plus ou moins importante selon l'espèce considérée et l'âge (donc la taille) des individus.

Par ailleurs, la température de l'eau, en influençant la croissance des jeunes poissons, joue un rôle sur leur mode d'occupation des habitats, les zones les plus chaudes étant les plus attractives.

2.3. Aménagement d'un site

Les contraintes biologiques exprimées par les adultes pour leur reproduction et les jeunes poissons, pour leur développement précoce, permettent de définir des caractéristiques physiques d'un site remplissant les fonctions d'une zone de fraie et de nurserie.

Dans le contexte de la Seine, les sites en communication avec le chenal étant lentiques, la contrainte la plus difficile à mettre en oeuvre est celle d'obtenir des zones courantes permettant la reproduction des espèces rhéophiles. Il s'agit en effet de générer des vitesses de courant dans une gamme de 0 à 70 cm/s. Près de ces zones courantes, doivent exister des zones plus calmes servant de refuge pour le développement des jeunes poissons et de sites pour la reproduction des espèces limnophiles. La morphologie du site doit donc permettre le développement de faciès diversifiés.

De même, les habitats présents doivent être diversifiés. Des substrats minéraux et végétaux doivent coexister dans des conditions physiques suffisamment contrastées (hauteur d'eau par exemple) pour satisfaire aux exigences biologiques des espèces piscicoles. L'ensemble de ces contraintes conditionne par conséquent le choix d'un site potentiellement favorable pour leur réalisation.

3. Expérimentation

Le méandre de la Grande-Bosse (figure 3) constitue un site adéquat pour une expérimentation de réhabilitation. Ce site, dans un état de comblement avancé, est en effet, de tous les milieux étudiés, le moins propice à la reproduction des espèces piscicoles, car il héberge peu d'espèces et les densités observées les plus faibles. Par conséquent, il se trouve être celui qui nécessite de manière urgente une action de réhabilitation. Dans la portion de chenal qui le court-circuite, se trouve un barrage écluse avec une hauteur de chute d'environ 3 m. Ce différentiel de hauteur d'eau entre sa partie amont et aval permettrait par réouverture amont et dérivation d'un certain débit de créer des zones courantes. Enfin, la morphologie de ce site est peu modifiée. Ses berges naturelles supportent une ripisylve abondante et une végétation aquatique diversifiée. Son chenal n'a pas été approfondi, ce qui est un atout pour obtenir des habitats de qualité une fois l'excès de sédiments enlevé.

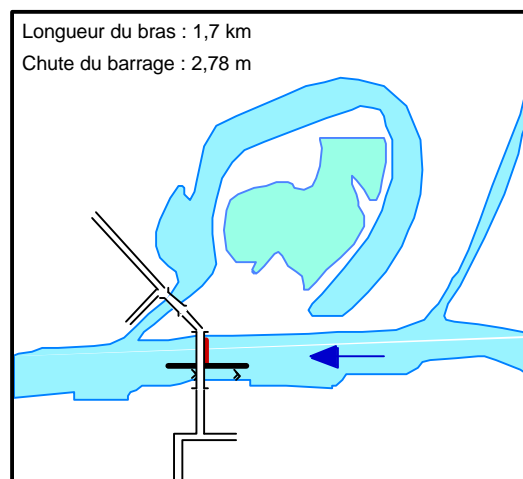


Figure 3. Schéma du bras de la Grande-Bosse

L'opération de réhabilitation consisterait à rétablir sa connexion avec le chenal à l'amont et à évacuer au moins une partie des sédiments qui l'encombrent, de manière à recréer un chenal secondaire présentant des habitats diversifiés, courants et calmes, et potentiellement favorable à la reproduction de la plupart des espèces présentes sur le secteur.

Le suivi scientifique de cette opération permettant l'évaluation de son efficacité devrait fournir des règles directement applicables en matière de réhabilitation de tels milieux.

4. Faisabilité

Les objectifs de l'opération de réhabilitation étant définis - recréer un chenal secondaire favorable à la reproduction des espèces piscicoles pour assurer leur maintien à l'échelle globale du secteur - et le choix du site, arrêté - bras mort de la Grande-Bosse - des études préliminaires sont nécessaires pour évaluer la faisabilité technique du projet.

Il s'agit notamment de prévoir par simulation les écoulements générés par la remise en eau du bras mort, mais également de déterminer les débits « écologiques » requis en tenant compte à la fois des contraintes locales naturelles (régime hydrologique de la Seine à l'aplomb du site) et liées à l'utilisation de la Seine pour la navigation. Ces calculs permettront de décider de la faisabilité sur le plan technique de l'aménagement.

Par ailleurs, le rétablissement de courant dans le bras mort pose des problèmes concernant les phénomènes de transport solide : une partie des sédiments accumulés dans le bras mort est susceptible d'être emportée tandis qu'une fraction des matières en suspension transitant par le bras est susceptible de s'y déposer. Il convient par conséquent d'essayer d'anticiper ces processus d'érosion- dépôt qui conditionnent la pérennité de l'aménagement en dehors de toute intervention humaine.

4.1. Modélisation hydraulique du bras mort

La modélisation numérique de l'ensemble bras mort-chenal de la Seine permet d'envisager le fonctionnement hydraulique du site. Elle nécessite au préalable d'établir la topographie du site.

Cette topographie a été dressée en effectuant des mesures de hauteur d'eau sur 14 sections réparties sur l'ensemble du bras de manière à représenter au mieux ses variations de volume, par la prise en compte des ruptures de pente, des rétrécissements ou élargissements (figure 4).

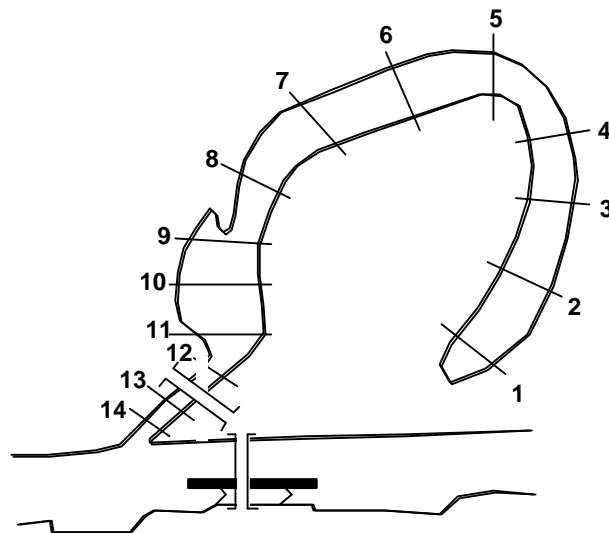


Figure 4 : Localisation des sections de mesures topographiques sur le bras de la Grande-Bosse.

A partir de ces mesures topographiques, il est possible d'effectuer des simulations de l'écoulement dans le bras. Le programme Fluvia, logiciel de calcul d'écoulement unidimensionnel en régime permanent effectue un calcul de ligne d'eau en fonction d'un débit donné. Appliqué au site, il fournit une estimation de la vitesse moyenne sur chaque section.

Ainsi, en introduisant comme contrainte les gammes de vitesse définies par les exigences biologiques des espèces piscicoles, il est possible de déterminer à la fois la valeur du débit requis et les contraintes techniques de l'ouvrage de dérivation de ce débit à partir du chenal principal. Plusieurs simulations ont ainsi permis d'évaluer le débit optimal à environ $20 \text{ m}^3/\text{s}$ (tableau 3). Ce débit est obtenu dans le bras en créant une ouverture rectangulaire placée au fond de 4 m^2 de section (largeur 2 m, hauteur 2 m) alors qu'un débit de $8 \text{ m}^3/\text{s}$ est obtenu par la mise en place d'une ouverture de taille identique, mais placée en surface.

Une limite de cette approche est que le modèle ne permet pas d'associer une surface à un champ de vitesse et que le diagnostic du débit requis ne porte que sur des vitesses moyennes par section. Ce modèle n'inclus pas non plus le transport solide lié à la modification des écoulements. Par ailleurs, si le bras est approfondi en raison de l'enlèvement des sédiments déposés en excès, cela aura pour effet de diminuer les vitesses estimées, à débit équivalent.

5. Conclusion

A l'issue de ce travail, certains problèmes restent irrésolus. L'analyse du contexte hydrologique est en cours mais les contraintes liées en particulier à la navigation n'ont pas encore été abordées. En revanche, les problèmes concernant les sédiments, d'une part les phénomènes d'érosion-dépôt et d'autre part l'estimation de la toxicité des sédiments accumulés dans le bras ne sont pour l'instant qu'évoqués.

Tableau 3. Estimation des vitesses moyennes dans le bras, par section et à deux débits (calcul avec un coefficient de Strickler égal à 35).

N° Section	Vitesse (m/s) à débit = 8 m ³ /s	Vitesse (m/s) à débit = 19 m ³ /s
1	0,23	0,45
2	0,46	0,79
3	1,47	1,77
4	0,37	0,69
5	0,25	0,55
6	0,15	0,33
7	0,42	0,81
8	0,19	0,44
9	0,06	0,14
10	0,17	0,39
11	0,21	0,50
12	0,28	0,66
13	0,29	0,69
14	0,16	0,37

Néanmoins, ces premiers résultats permettent d'envisager positivement la réalisation de ce projet de réhabilitation. C'est pourquoi le programme de suivi visant à établir l'état de référence du site débutera dès cette année. Il est en effet important pour l'évaluation de l'efficacité de l'opération de réhabilitation de disposer d'une bonne connaissance de la situation de référence comportant à la fois des aspects biologiques et physiques.

Sommaire  général

**Introduction du thème :
Zones humides riveraines**

**Bases Methodologiques pour une Typologie
des Zones Humides Riveraines
à l'échelle du Bassin de la Seine.**

**Comportement de Bassins Versants Ruraux Emboîtés
et Zones Tampons Potentielles**

**Etude du comportement des produits phytosanitaires
à l'échelle d'un petit bassin versant**

**La reconstitution de l'histoire des zones humides
dans le bassin de la Seine**

**Réhabilitation piscicole d'un bras mort de la Seine:
le méandre de la Grande-Bosse (Bray/Seine, 77)**