

Etude de la reproduction piscicole  
sur supports artificiels dans le canal du Rhône au Rhin :  
comparaison avec d'autres types de gestion



**Septembre 2011**

**Fédération du Haut-Rhin pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique**

29, avenue de Colmar 68200 MULHOUSE - ☎ 03.89.60.64.74 - 📠 03.89.60.64.75

Site Internet : [www.peche68.fr](http://www.peche68.fr) - E-mail : [contact@peche68.fr](mailto:contact@peche68.fr)

## Résumé

La reproduction piscicole dans le canal du Rhône au Rhin entre Saint-Bernard et Retzwiller a été étudiée par la mise en place de supports de pontes artificiels. Ces frayères artificielles, au nombre de 14, sont de surfaces différentes (1m<sup>2</sup>, 0,87m<sup>2</sup> et 0,47m<sup>2</sup>) et de types de support différents (type ARMORVIF et SOVB). Ces frayères artificielles ont présentées des résultats encourageants puisqu'elles ont toutes été le théâtre d'au moins une ponte et certaines ont montrées des pontes successives durant plus d'un mois et demi avec des quantités importantes d'œufs. L'incubation des œufs a permis de mettre en évidence que trois espèces : le sandre, la carpe et le gardon utilisent ces frayères, parmi les 21 espèces présentes dans le canal, mises en évidence par la synthèse de données piscicoles existantes : enquête halieutique, pêche de sauvetage et repeuplement. La rentabilité des frayères artificielles dans ce type de canaux à été comparée à d'autres moyens de gestion que sont le repeuplement et la création de frayères naturelles. Les frayères artificielles présentent plusieurs avantages mais la rentabilité est variable suivant les différents scénarios envisagés et peut être optimisée en utilisant des matériaux à coût plus faibles à tester en vus d'une généralisation possible de leurs mises en place dans le canal du Rhône au Rhin.

**Mots clés** : Frayères artificielles ; reproduction piscicole, canal du Rhône au Rhin, rentabilité.

## Table des matières

Introduction .....	1
1. Matériel et méthode.....	2
1.1. Présentation du site d'étude.....	2
1.2. Étude des peuplements piscicoles du canal du Rhône au Rhin .....	3
1.3. Etude de la reproduction piscicole dans le canal du Rhône au Rhin.....	4
1.4. Etude de rentabilité : élaboration de scénarios .....	10
2. Résultats et discussion.....	11
2.1. Étude des peuplements piscicoles du canal du Rhône au Rhin .....	11
2.2. Résultat du suivi de la reproduction .....	15
2.3. Les œufs.....	20
2.4. Rentabilité et comparaison à d'autres méthodes .....	25
3. Conclusion et perspectives .....	28
Bibliographie .....	30

### Annexe : Etude bibliographique

- 3.1. La reproduction des espèces
- 3.2. Les frayères piscicoles
- 3.3. Les frayères créées par l'Homme
- 3.4. Espèces d'intérêt halieutiques et espèces nuisibles

## Introduction

Un canal (voie d'eau) est un cours d'eau artificiel (totalement ou partiellement anthropisé), de section ouverte, navigable ou non. On distingue les canaux qui servent à transporter de l'eau (canaux d'alimentation, de drainage et/ou d'irrigation, de production d'énergie hydroélectrique ou de ligne stratégique de défense militaire) et les canaux où l'eau sert à transporter des engins de transport (canaux de navigation). Parmi ces derniers, les voies navigables fournissent des usages (tourisme fluvial, pêche, loisirs) et des services écologiques contribuant aux réserves et à l'approvisionnement en eau, à la navigation, en offrant quelques habitats de substitution pour certains organismes aquatiques ou oiseaux d'eau. Ils sont aussi des couloirs de propagation d'espèces invasives, et les peuplements piscicoles y sont très réduits car soumis à de nombreux polluants, à des barrières à la migration, aux pertes et simplifications de leurs habitats (Wolter & Arlinghaus, 2003).

La navigation (batillage, contrainte de cisaillement et de frictionnement) peut éroder la biodiversité avec des effets directs sur les peuplements piscicoles, crustacés et amphibiens plus ou moins importants selon la section du canal, la taille, la largeur, le nombre et la vitesse des navires (péniches), le nombre d'écluses, etc. Indirectement, la navigation peut aussi participer à la réduction des peuplements piscicoles en détruisant les zones de frayères, en décollant les pontes et en dégradant les zones de nourricerie (Wolter & Arlinghaus, 2003). Le chômage (mise en assec) des biefs et des écluses pour leurs réfections participe aussi à amplifier les effets de destruction d'habitats et d'exondation des pontes.

Sur le canal du Rhône au Rhin (branche Sud entre Mulhouse et Montreux-Vieux dans le département du Haut-Rhin), la perte globale de fonctionnalité du milieu, due essentiellement au manque de surfaces favorables à la reproduction, est estimée à 92% selon le Plan Départemental pour la Pêche et la Gestion des Milieux Aquatiques (PDPG-FDPPMA68, 1999). Afin de palier à ce déficit de frayères, la Fédération du Haut-Rhin pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique (FDPPMA68) a mis en place depuis 2004 un suivi de la reproduction piscicole sur supports artificiels dans ce canal. Pour mieux comprendre ce stade du cycle de vie des espèces la FDPPMA68 en partenariat avec la Fédération nationale pour la pêche en France, l'agence de l'eau Rhin-Meuse et l'Europe, se propose d'étudier la reproduction piscicole sur supports artificiels dans le canal du Rhône au Rhin.

L'objectif de cette étude est triple : (i) Etudier les peuplements piscicoles du canal à travers l'analyse des repeuplements, inventaires et enquêtes, ainsi que le suivi historique de frayères artificielles ; (ii) Apporter des éléments de connaissance sur la reproduction des espèces du canal du Rhône au Rhin en particulier sur des supports artificiels; (iii) Etudier in fine, la rentabilité (avantages, limites, coûts) de l'utilisation des frayères artificielles par rapport à d'autres modes de gestion que sont le repeuplement, ou la création de « frayères naturelles ».

# 1. Matériel et méthode

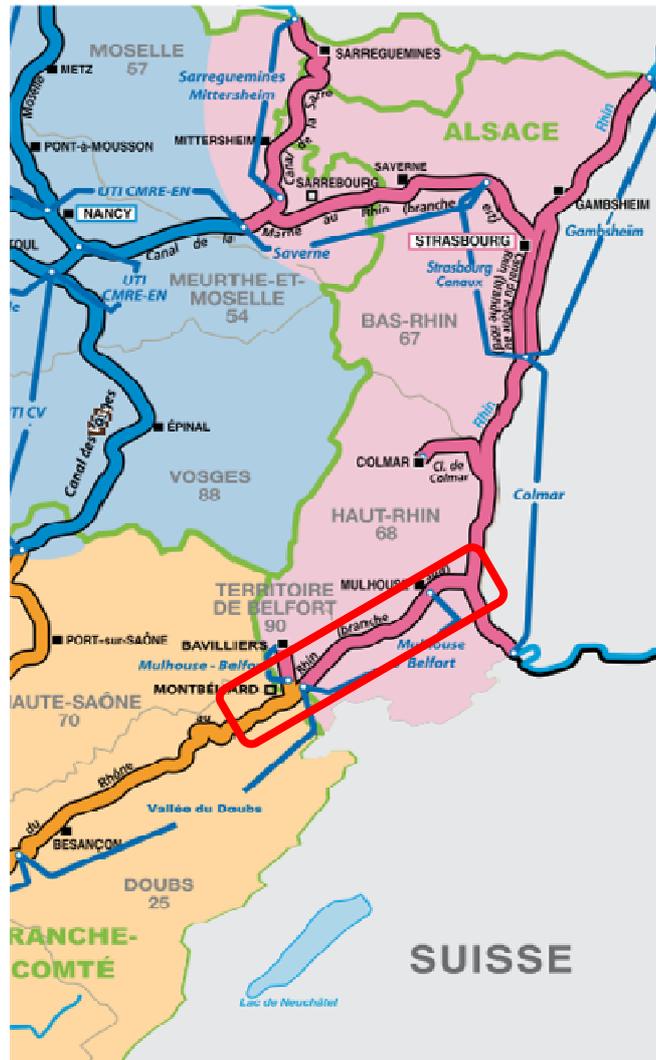
## 1.1. Présentation du site d'étude

Le canal du Rhône au Rhin est une voie d'eau créée à la fin du 18<sup>ème</sup> siècle et achevée en 1831 dans le but de relier le trafic du Rhône et du Rhin pour faciliter les échanges de marchandise. Aujourd'hui, le canal du Rhône au Rhin s'étend entre Saint-Symphorien et Niffer pour une longueur de 236 km et compte 114 écluses (76 versant Saône et 38 versant Rhin). Il a été mis au gabarit, soit 39 m sur 5,20 m pour la longueur des écluses, 2,20 m (profondeur minimale) et 3,5 m de hauteur libre entre 1879 et 1921, pour permettre le passage de péniches de 300 tonnes au lieu de 150 tonnes auparavant. (Histoire et Patrimoine des Rivières et Canaux, 2009). Aujourd'hui ce canal est géré par Voies Navigables de France (VNF). Le temps minimum de parcours de Saint-Symphorien à Kembs est d'une semaine ce qui en fait un canal principalement fréquenté pour des activités de plaisance et est aménagé en conséquence avec la création de stations relais et de zones de repos. La branche sud du canal du Rhône au Rhin représente un lieu de forte attractivité touristique (Enon *et al.*, 1992).

D'après le SDAGE Rhin-Meuse, le canal du Rhône au Rhin est considéré comme une masse d'eau (CR6 : Canal du Rhône au Rhin 1) fortement modifiée (MEFM) au titre de la Directive Cadre sur l'Eau (Directive 2000/60/CE du Parlement et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire sur l'eau). Elle a pour objectif un bon potentiel (écologique et chimique) de cette masse d'eau en 2015.

D'un point de vue halieutique, le canal du Rhône au Rhin représente une surface importante et un cadre privilégié pour la pêche en deuxième catégorie piscicole en tant que domaine publique, avec des possibilités de pêches diversifiées comme la pêche au coup, à la carpe et au carnassier.

L'étude se déroule sur la partie du canal de Rhône au Rhin au sud de Mulhouse et plus précisément entre Saint-Bernard et Retzwiller et concerne les biefs 27-28, 26-27, 22-23 et 13-14 (**Figure 1**).



**Figure 1** : Localisation de la branche sud du canal du canal du Rhône au Rhin (source : VNF).

## 1.2. Étude des peuplements piscicoles du canal du Rhône au Rhin

### 1.2.1. Synthèse des données piscicoles

Une synthèse des données piscicoles disponibles sur le canal du Rhône au Rhin a été réalisée dans le but de connaître la richesse spécifique et les densités piscicoles susceptibles d'être présentes aujourd'hui sur le secteur d'étude.

- Repeuplement : réalisation d'une chronique des repeuplements effectués sur la branche sud (secteur d'étude) du canal du Rhône au Rhin de 1991 à 2009 par l'étude des procès-verbaux d'alevinage édités par le CSP et FDPPMA68 ;
- Enquête halieutique : réalisation d'une synthèse des principaux résultats pour l'année 1999 (CSP, 2000) ;
- Pêche de sauvetage (chômage de biefs/écluses) : analyse des comptes rendus de pêche de sauvetage pour les années 1995, 1999, 2001 et 2008.

## 1.2.2. Synthèse des suivis des données des frayères artificielles 2004-2010

Depuis 2004 des frayères artificielles sont installées en nombre croissant sur le canal du Rhône au Rhin par la FDPPMA68 (3 de 2004 à 2008 et 8 en 2009 et 2010). Entre les mois de mars et mai de chaque année des relèves ont été effectuées (environ 1 par semaine) par les agents de la FDPPMA68 qui ont renseignés sur des fiches de terrain, la date de relève, la présence ou l'absence d'œufs, la température de l'eau et l'espèce supposée ayant pondu. Une synthèse de ces fiches a été réalisée afin de connaître certains éléments (date de 1<sup>ère</sup> ponte, espèces etc.) sur la reproduction piscicole sur le canal.

## 1.3. Etude de la reproduction piscicole dans le canal du Rhône au Rhin

En préalable à l'étude, des réserves temporaires de pêche sur le canal du Rhône au Rhin, branche sud, ont été mises en place par le préfet du Haut-Rhin (Arrêté préfectoral n° 2010-1570 du 20 décembre 2010 portant *réglementation permanente relative à l'exercice de la pêche en eau douce dans le département du Haut-Rhin*). Ainsi sur certaines zones du canal, la pêche et le prélèvement de poissons sont interdits afin d'assurer la tranquillité des géniteurs. Cette mesure découle des précédents suivis et observations de terrain réalisés par la FDPPMA68 notamment avec l'observation d'un comportement abusif de certains pêcheurs. L'objectif est de préserver les rares zones naturelles de frayères pour le brochet et le sandre, ainsi que les frayères artificielles de la pêche. A noter que la reproduction du sandre n'est pas totalement terminée à la date d'ouverture de la pêche aux carnassiers en deuxième catégorie (1<sup>er</sup> mai), et qu'il est très vulnérable lorsqu'il protège ses œufs. Dans un deuxième temps, pour pouvoir réaliser un suivi (prélèvement et transport) des œufs, il faut se munir d'un arrêté portant *autorisation de capture et de transport de poissons à des fins scientifiques au personnel de la FDPPMA68* (Arrêté n°2011-31 du 1<sup>er</sup> mars 2011). Enfin les personnes circulant sur le domaine public fluvial doivent posséder une autorisation de circuler sur les chemins de halage.

### 1.3.1. Les frayères artificielles

Afin de suivre la reproduction sur le canal, 14 frayères artificielles ont été mises en place le 30 mars 2011. Ces frayères sont constituées d'une armature en aluminium (rectangulaire ou carrée, avec ou sans pieds) pour être résistantes à la corrosion et au batillage, les rendre transportables et facile d'entretien (**Figure 2**). Ces armatures sont garnies de balais en poils synthétiques qui résistent à l'usure liée à une immersion prolongée. Deux types de supports ont été utilisés pour cette étude. Un support SOVB® (6 frayères) formé de balais brosses (surface = 1 m<sup>2</sup>) et un support ARMORVIF® (8 frayères) formé de balais cylindriques de 15 centimètres de diamètre. Pour ce dernier, deux tailles ont été adaptées (0,88m<sup>2</sup> et 0,47m<sup>2</sup>) (**Figure 3**).



**Figure 2** : Cadre en aluminium d'une frayère artificielle et balai en poils synthétiques.



**Figure 3** : Les trois types de frayère artificielle de gauche à droite : type SOVB (ancienne), type ARMORVIF (grande) et type ARMORVIF (petite)

Ces frayères sont immergées sur le fond en bordure du canal à une profondeur variant de 90cm à 1,3m. Chaque frayère est munie de câbles en acier de 5 m de long, entourés d'une gaine protectrice en plastique adaptés de piquets métalliques pour leur maintien le long de la berge (palplanches). Les caractéristiques techniques des frayères sont présentées dans le **Tableau 1**.

**Tableau 1** : Caractéristiques des frayères artificielles.

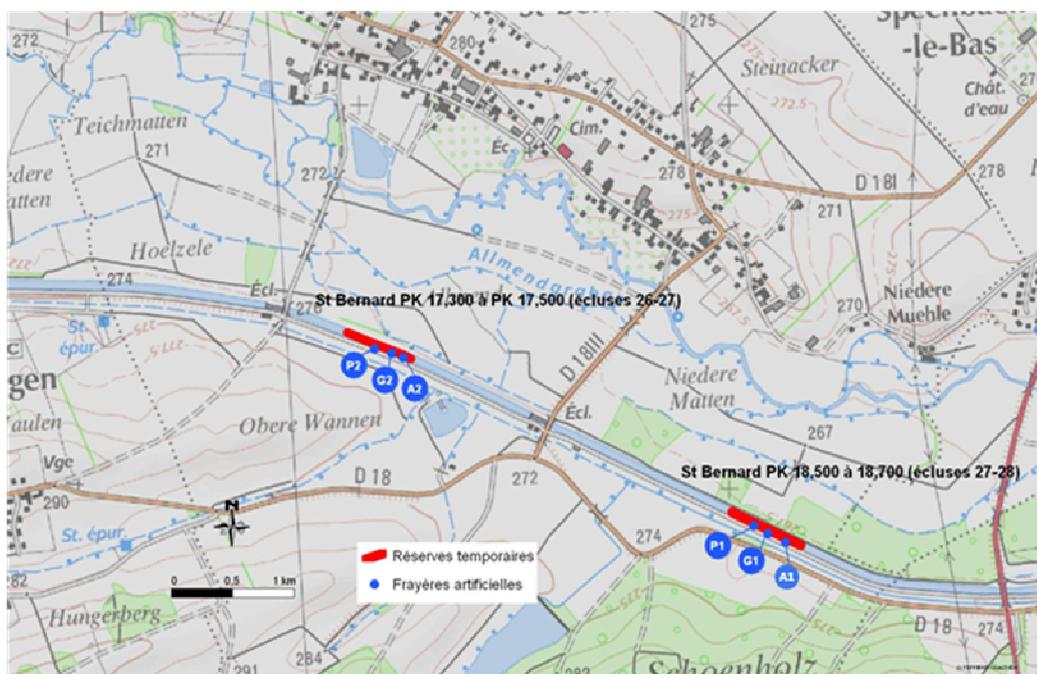
code	Type de Frayère artificielle	Longueur (cm)	Largeur (cm)	Surface (m <sup>2</sup> )	Nombre De balais	Hauteur des Poils (cm)
1	A1 SOVB	100	100	1	8	16
2	A2 SOVB	100	100	1	8	16
3	A3 SOVB	100	100	1	8	16
4	A4 SOVB	100	100	1	8	16
5	A5 SOVB	100	100	1	8	16
6	A6 SOVB	100	100	1	8	16
7	G1 Armorvif	137	64	0,8768	15	7
8	G2 Armorvif	137	64	0,8768	15	7
9	G3 Armorvif	137	64	0,8768	15	7
10	G4 Armorvif	137	64	0,8768	15	7
11	P1 Armorvif	74	64	0,4736	7	7
12	P2 Armorvif	74	64	0,4736	7	7
13	P3 Armorvif	74	64	0,4736	7	7
14	P4 Armorvif	74	64	0,4736	7	7

Les frayères artificielles ont été placées sur quatre tronçons de réserves temporaires (**Tableau 2** et **Figure 4, 5 et 6**).

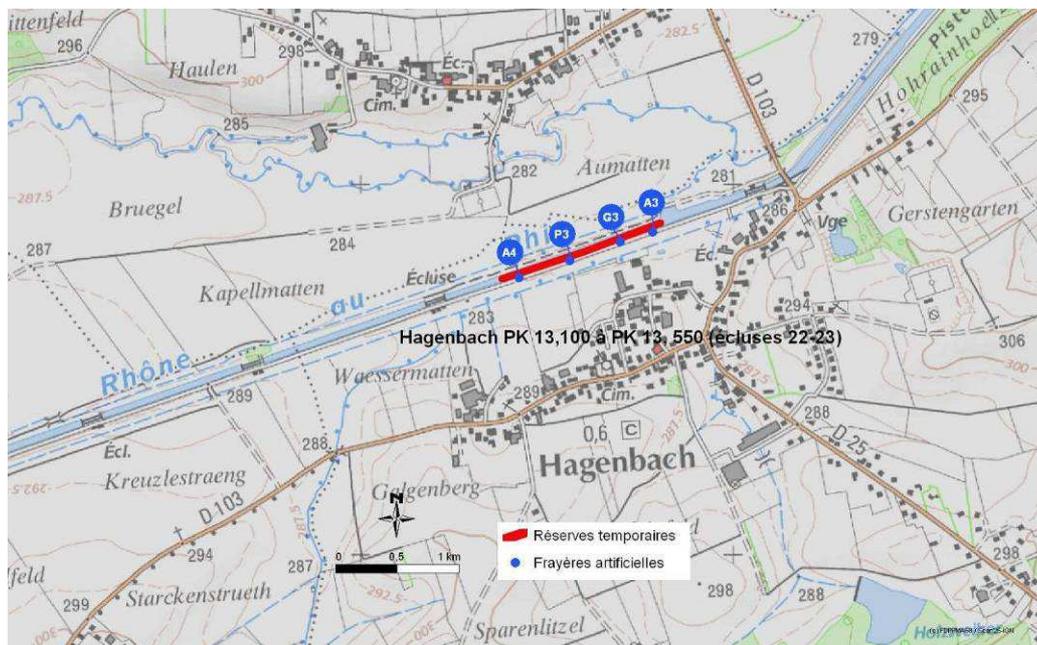
**Tableau 2** : Répartition des frayères artificielles.

Bief	Ville	PK	Longueur (m)	Frayères
27-28	Saint-Bernard	18,50-18,70	200	A1
				G1
				P1
26-27	Saint-Bernard	17,30-17,50	200	A2
				G2
				P2
22-23	Hagenbach	13,10-13,55	450	A3
				G3
				P3
				A4
13-14	Retzwiller	7,90-8,40	500	A5
				G4
				P4
				A6

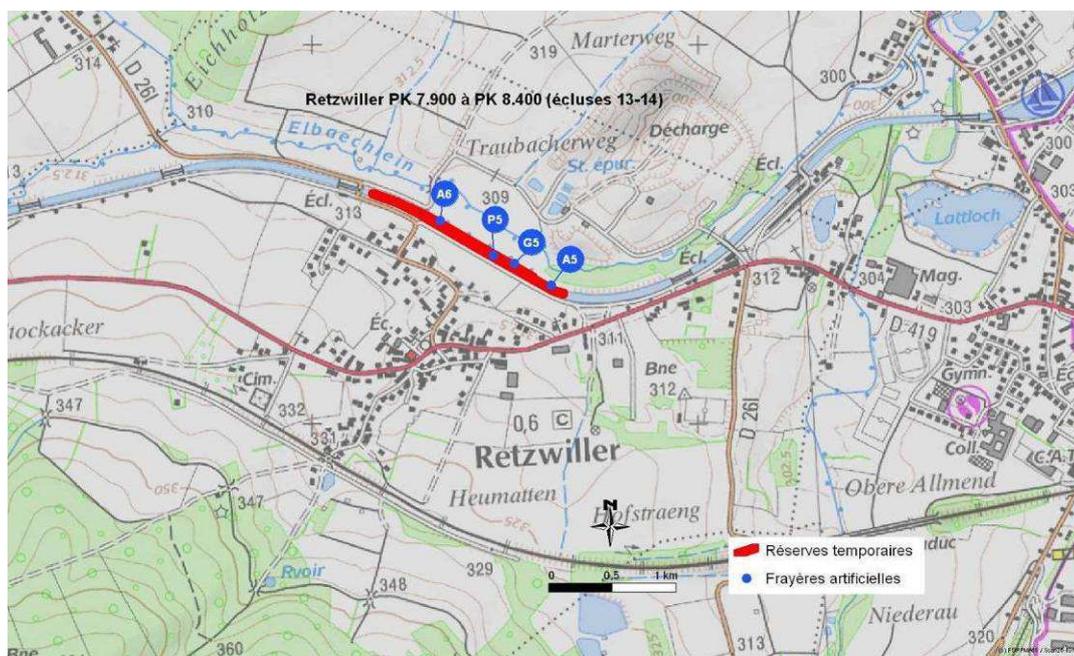
Elles ont été réparties de manière à ce que chaque type de frayère artificielle soit représenté sur chaque bief et que les distances inter-frayère soient du même ordre de grandeur. (**Figure 4, 5 et 6**). Chaque frayère a ensuite été géo localisée à l'aide d'un GPS (Garmin Etrex Vista HCX) et une marque fluorescente a été inscrite sur le chemin, au niveau de chaque frayère pour une meilleure localisation sur le terrain.



**Figure 4** : Localisation des frayères artificielles et des réserves temporaires sur les biefs 27-28 et 26-27 du canal du Rhône au Rhin.



**Figure 5 :** Localisation des frayères artificielles et des réserves temporaires sur les biefs 22-23 du canal du Rhône au Rhin.



**Figure 6 :** Localisation des frayères artificielles et des réserves temporaires sur le bief 13-14 du canal du Rhône au Rhin.

### 1.3.2. Suivi des frayères artificielles

Chaque frayère a été relevée deux fois par semaine. Il s'agit de hisser délicatement les frayères par les câbles qui les maintiennent et de les saisir à l'aide d'une perche (**Annexe 1**). Sur chaque frayère sont notés : la présence ou l'absence d'œufs, le type de ponte, l'espèce supposée ayant frayé, le pourcentage de recouvrement, le colmatage, la température et des observations. Toutes ces données sont consignées sur une fiche terrain (**Annexe 2**).

Les œufs (entre 5 et 10) provenant des frayères sont ensuite examinés à la loupe binoculaire (grossissement x20 et x40). Une fiche descriptive des œufs est

remplie durant chaque séance où sont mentionnés : la taille, la couleur, l'apparence et le stade de développement des œufs, la date, le code de la frayère et le numéro de photo. Ces éléments ont été ensuite analysés afin de déterminer les espèces à un stade précoce.

### 1.3.3. Estimation de la quantité d'œufs

#### Comptage des brins

Dans le cas des frayères artificielles sur support ARMORVIF®, un nombre moyen de brins par frayère a été déterminé. Il a été estimé en comptant les brins sur une longueur précise (4 x 2 cm de balai et 1 x 10 cm de balai). Dans le cas des frayères de type SOVB®, trois touffes de brins ont été comptées. On obtient ainsi une moyenne et un écart type du nombre brins par balai puis par frayère.

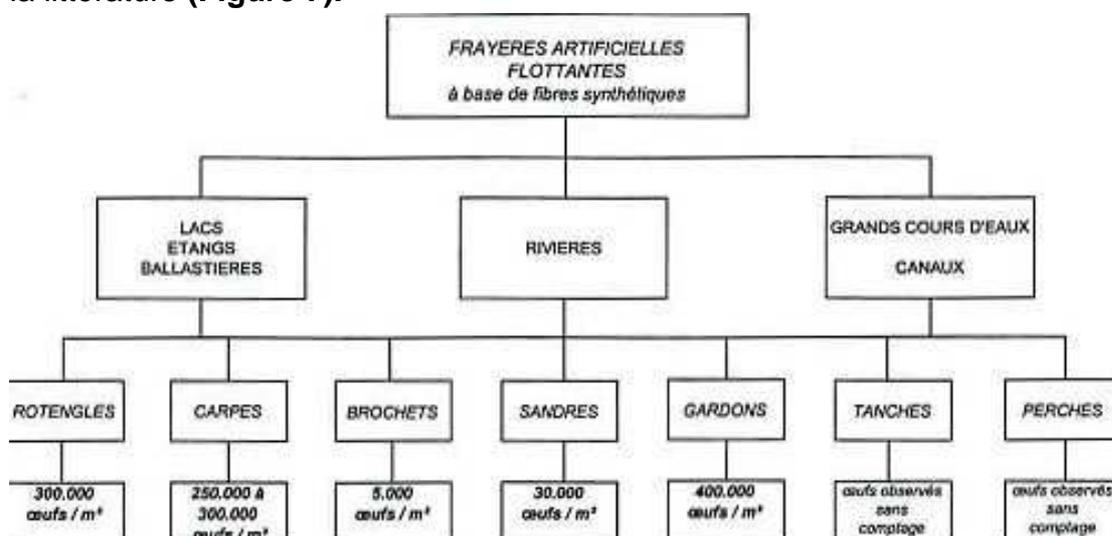
#### Stratégie d'échantillonnage

Les œufs sont comptés sur un échantillon de 30 brins pris de manière aléatoire sur la frayère lorsque celle-ci est hors de l'eau. L'opération doit être rapide et non létale pour les œufs. Cela permet d'obtenir une estimation du nombre d'œufs moyen par brins pour un type de ponte donné (**Tableau 3**).

**Tableau 3** : Exemple du calcul d'estimation du nombre d'œufs par brins (Source : personnelle).

date	FA	nombre d'œufs par brins																		nombre d'œufs moyen par brins	Type de ponte	pourcentage de recouvrement	nombre de balais recouverts	nombre de poils par balais	nombre d'œufs sur la frayère	nombre d'œufs par balais												
21.04	G4	4	3	5	0	1	2	4	6	3	0	1	4	4	5	0	2	2	3	0	0	6	5	6	2	3	1	5	7	0	2	2,9	Type I fort	100	15	8096	348128	23209

Les types de pontes sont classés en quatre catégories, suivant l'aspect de la ponte, la densité d'œufs et de l'agencement des œufs sur la frayère artificielle. Pour chaque type de pontes, le nombre d'œufs a été compté suivant la méthode décrite ci-dessus. En fonction du pourcentage de recouvrement et du type de ponte, la quantité d'œufs par frayère peut donc être estimée et comparée à des quantités trouvées dans la littérature (**Figure 7**).



**Figure 7** : Quantités estimées de la densité en œufs des différentes espèces sur des frayères artificielles flottantes (Source : Nemry et Al, 2007).

### 1.3.4. Incubation

En parallèle du suivi, des œufs sont placés en incubation afin de déterminer les espèces ayant pondu sur les frayères. Lorsque la présence d'œufs est avérée sur une frayère (Type « P »), un des balais y est décroché et introduit dans un tube en PVC (L=80 cm de long / diamètre=16 cm) rempli d'eau (**Figure 8**)



**Figure 8** : Tube en PVC pour le transport des balais jusqu'au site d'incubation (Source : personnelle).

Le tube est ensuite rebouché hermétiquement et emmené directement au site d'incubation situé dans un étang, propriété de la FDPPMA68, sur la commune d'Hirsingue. L'incubation est réalisée dans des paniers cylindriques (H=70 cm / diamètre=50 cm) à maille fine pour éviter l'échappement des larves. Les paniers sont installés par deux, dans une cage en aluminium (L=1 m 20 / l= 60 cm / H= 1 m) qui reposent sur le fond de l'étang (**Figure 9**).



**Figure 9** : Les paniers d'incubation des œufs en bordure des étangs de Hirsingue

Pour cette étude deux cages sont utilisées, soit 4 incubateurs possibles. Ces cages sont ensuite refermées par un couvercle en bois pour éviter toute intrusion par la faune (oiseaux, rongeurs).

#### **1.3.5. Analyse des données**

Les données brutes sont mises en forme et les calculs sont réalisés dans des fichiers Excel.

#### **1.4. Etude de rentabilité : élaboration de scénarios**

En fonction des données de la littérature concernant la quantité d'œufs produit par chaque espèce déterminée sur les frayères artificielles et des taux de survie théoriques, différents scénarios ont été testés.

Le coût des frayères est obtenu en additionnant les coûts du matériel et des frais de personnels. Ces derniers sont calculés à partir du nombre et de la durée des différentes actions à réaliser.

La quantité de poissons liée à la présence des frayères est estimée à partir de la densité moyenne d'œufs par espèces sur une frayère artificielle (données de la littérature confrontées aux estimations de l'étude) et de taux de survie interannuel également de la littérature. On obtient ainsi une estimation du nombre d'individus produit. Ce nombre, une fois multiplié par le poids moyen des poissons pour leur classe d'âge donne la biomasse des poissons issus des frayères après un temps donné. La valeur de cette quantité est alors estimée en fonction des prix au kilo en pisciculture des espèces concernées.

## 2. Résultats et discussion

### 2.1. Étude des peuplements piscicoles du canal du Rhône au Rhin

La synthèse de la diversité spécifique sur le canal du Rhône au Rhin établi en fonction des données, de l'enquête halieutique de 1999, des pêches électriques de sauvetage de 1999 à 2008 et du repeuplement de 1991 à 2010 met en évidence 20 espèces de poissons et une espèce d'écrevisse (**Tableau 4**).

**Tableau 4** : Synthèse de la diversité spécifique sur le canal du Rhône au Rhin établi en fonction du type donnée, du cadre d'obtention des données et de la source, PDPG : Plan Départemental pour la Protection du milieu aquatique), CSP : Conseil Supérieur de la Pêche.

Années	Type	Cadre	Source	Espèces	Nombre d'espèces
1995	Pêche de sauvetage	chomâge	CSP, FDPPMA68	ABL, ANG, ASP, BRE, BRO, CCO, CHE, GAR, GOU, GRE, OCL, PER, SAN, TRF	14
1999	Enquête halieutique	PDPG	CSP	ABL, ANG, BRE, CAS, CCO, CHE, GAR, GRE, PER, PCH, ROT, SAN, TAN	13
1999	Pêche de sauvetage	chomâge	CSP, FDPPMA68	ABL, ANG, BRE, CCO, EPI, GAR, GRE, HOT, OCL, PCH, PES, PER, ROT, SAN	14
2001	Pêche de sauvetage	chomâge	CSP, FDPPMA68	ABL, ANG, BRE, CHE, CCO, GAR, GRE, HOT, OCL, PCH, PES, PER, ROT, SAN, TAN	15
2008	Pêche de sauvetage	chomâge	CSP, FDPPMA68	ABL, ANG, BRE, CHE, CCO, GAR, GRE, HOT, OCL, PCH, PES, PER, ROT, SAN, SIL, TAN	16
1991-2010	PV de repeuplement	Repeuplement	CSP, FDPPMA68	ABL, BBG, BRO, CCO, CMI, GAR, PER, SAN, TAN	9

ABL=ablette ; ANG=anguille ; ASP=aspe ; BBG= Black bass ; BRE=brème, BRO=Brochet ; CCO=carpe commune ; CHE=Chevesne ; EPI=épinoche ; GAR=gardon ; GOU=goujon ; GRE=grémille ; HOT=hotu ; OCL=écrevisse américaine ; PCH=poisson-chat ; PER=perche commune ; PES=perche soleil ; ROT=rotengle ; SAN=sandre ; SIL=silure ; TAN=tanche ; TRF=truite fario.

#### 2.1.1. Enquête halieutique

L'enquête a révélé une fréquentation de 4,4 pêcheurs en moyenne par passage, sur les 40 passages effectués, sur 12,7 kilomètres. Durant les 1503 heures de pêche comptabilisées, les 176 pêcheurs ont capturés 1181 poissons appartenant à 13 espèces (Tableau 5). Trois espèces (gardon, ablette et poisson chat), représentent 91.6% des captures recensées. Le gardon représente 52.3% de l'effectif total à lui tout seul. Le mode de pêche prédominant est la pêche au coup (92.8%), suivi par la pêche au carnassier (7.2%).

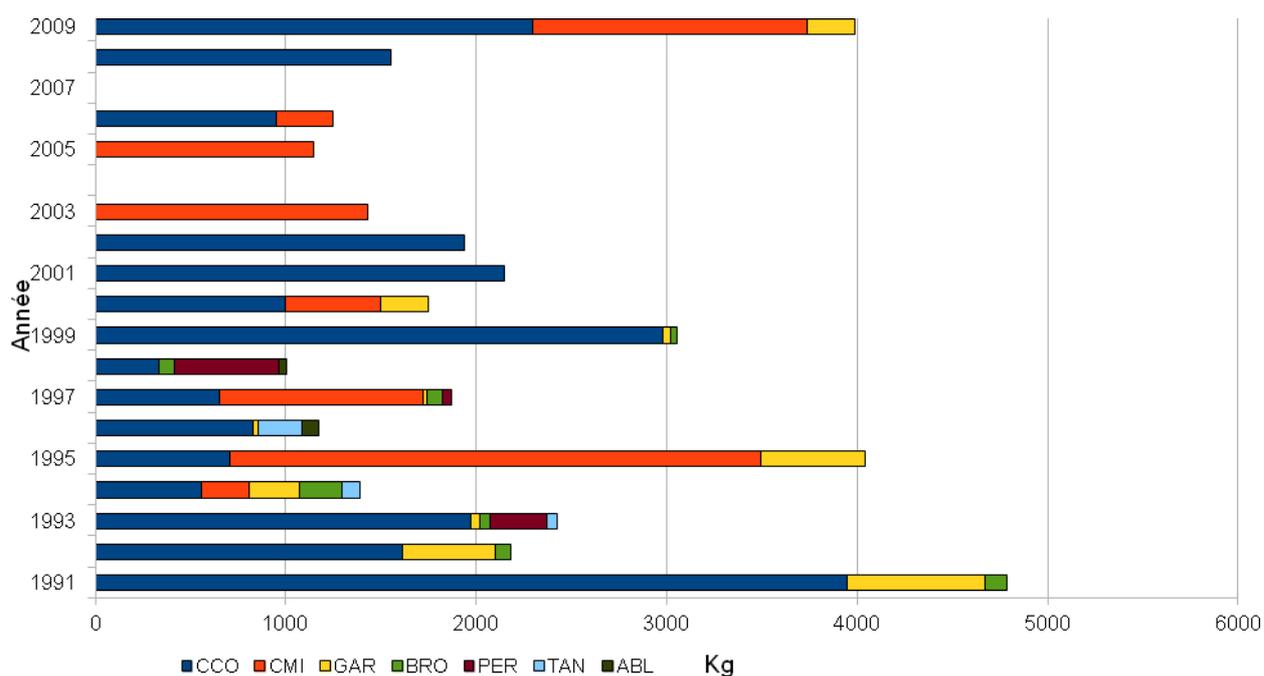
L'enquête met en évidence que le loisir pêche est relativement développé sur le canal du Rhône au Rhin. De plus ponctuellement, des concours de pêche sont organisés sur ce canal, comme le concours de pêche au coup du 18 juillet 1999 à Gommersdorf.

#### 2.1.2. Données chômage 1999-2008, pêches électriques de sauvetage

Les pêches électriques de sauvetages ont mis évidence la diversité spécifique du canal avec 12 espèces bien représentées (ablette, brème, carpe, écrevisse américaine, gardon, perche, perche-soleil, poisson-chat, tanche, carassin, sandre et silure), et 9 espèces plus anecdotiques (anguille, aspe, brochet, grémille, épinoche, goujon, hotu, truite arc-en-ciel, truite fario) (**Tableau 6**). Le canal du Rhône au Rhin présente donc une diversité spécifique relativement élevée.

### 2.1.3. Synthèse des repeuplements (procès-verbaux de repeuplement)

Cette synthèse regroupe les informations contenues dans 89 procès-verbaux de repeuplement. Le récapitulatif des repeuplements sur le canal du Rhône au Rhin (**Figure 10**), met en évidence que l'effort de repeuplement durant la période 1991 à 2009 a été concentré sur la carpe (commune et miroir) et le gardon. Il est à noter que pour les années 2009 et 2010, un repeuplement en juvénile de sandres, brochets et black-bass a également été effectué dans le canal du Rhône au Rhin à partir des étangs fédéraux de Hirsingue mais dans des quantités non estimées (Comm. Pers. Mourey Yves – FDPPMA68).



**Figure 10:** Récapitulatif des repeuplements sur le canal du Rhône au Rhin de 1991 à 2009 (source : FDPPMA68).

CCO=carpe commune ; CMI=carpe miroir ; GAR=gardon ; PER=perche ; TAN=tanche ; ABL=ablette.

### 2.1.4. Synthèse des suivis des frayères artificielles 2004-2010

Le suivi des frayères artificielles de 2004 à 2010 a permis de mettre en évidence à la fois des connaissances sur la reproduction des poissons du canal du Rhône au Rhin, sur les biefs présentant des résultats positif ou non et sur les préférences des espèces concernant de tel ou tel type de frayère (**Tableau 5**).

**Tableau 5** : Synthèse des dates de premières pontes sur les frayères artificielles, sur le canal du Rhône au Rhin de 2004 à 2010.

Année	Mise En place	Première Ponte	Numéro du relevé ou la première ponte est observée	Enlèvement	Nombre de frayères avec pontes/Nombre total de frayères	Lieux avec ponte/lieux sans pontes
2004	22/03	Néant	Néant	07/07	0/3	Hagenbach Heidwiler (28/29) Vauban
2005	15/02	22/04	2	26/07	1/3	Illfurth (30/31) Zillisheim Heidwiler
2006	12/04	19/04	1	03/07	1/3	Illfurth Saint-Bernad (26/27) Heidwiler
2007	13/04	23/04	1	03/07	1/3	Saint-Bernard Heidwiler Illfurth
2008	02/04	29/04	4	10/07	2/3	Saint-Bernard Spechbach (27/28) Illfurth
2009	01/04	15/04	1	Inconnu	*4/8	Saint-Bernard Spechbach Illfurth
2010	31/03	20/04	1	22/06	**4/8	Saint-Bernard Spechbach Illfurth

\* les pelouses artificielles ne marchent pas

\*\* les frayères ARMORVIFs marchent bien

Ainsi, les premières pontes ont été observées au plus tôt le 15 avril et en moyenne fin avril mais sans relevé de température. En moyenne, la moitié des frayères a fonctionné. Néanmoins, la fréquence d'une relève par semaine, couplée au fait que les frayères ne sont pas remontées sur le bord pour une inspection minutieuse peut impliquer que toutes les pontes effectivement présentes n'ont pas été observées. Des sandres ont été vus sur certaines frayères ce qui indique que cette espèce s'y est reproduit. Dans les biefs de Heidwiler et Hagenbach, les frayères artificielles ne présentent aucune pontes au fil des années alors que dans le cas des biefs d'Illfurth et de Saint Bernard les résultats sont concluants. De même les frayères artificielles en pelouses synthétiques n'ont été le support d'aucunes pontes alors que celles de type ARMORVIF® et SOVB® ont montrés de bons résultats. Il a été tenu compte de ces observations pour le choix des emplacements de mise en place des frayères artificielles en 2011 et dans leurs caractéristiques.

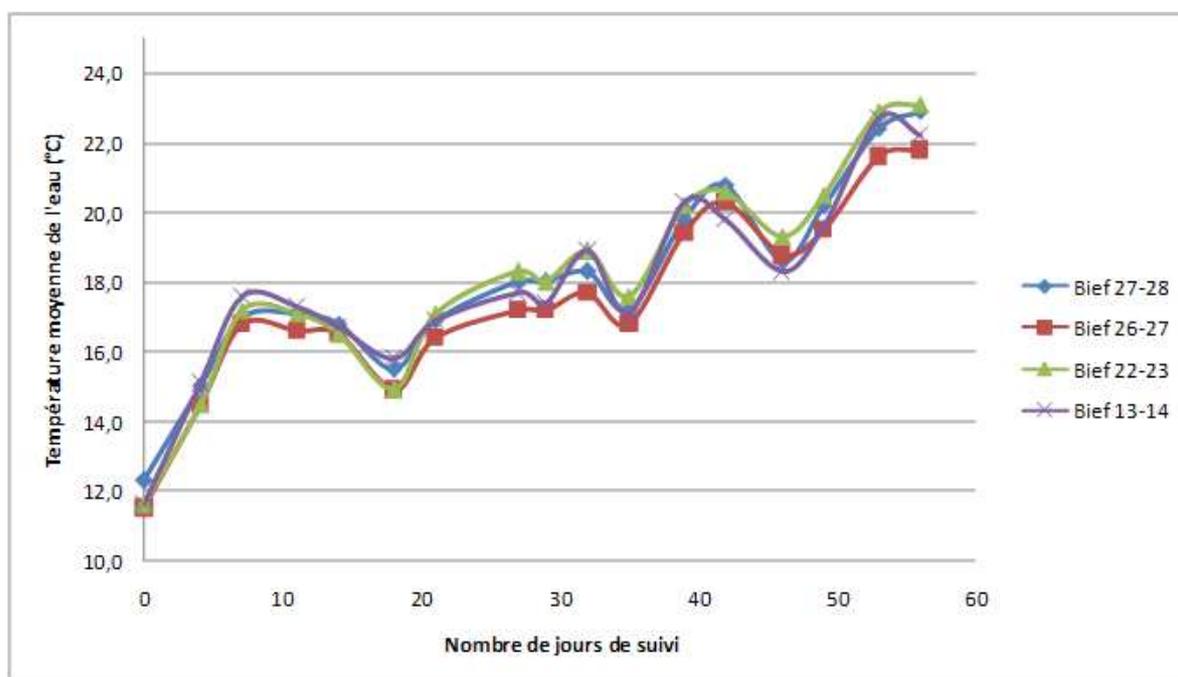
**Tableau 6 : Synthèse des recouvrements des frayères artificielles du canal du Rhône au Rhin observé en 2010.**

Relève	Date	Bief 27-28			Bief 26-27			Bief 22-23				Bief 13-14				pourcentage de FA présentant une ponte %	
		A1	G1	P1	A2	G2	P2	A3	G3	P3	A4	A5	G4	P4	A6		
1	04.04				30	40	10							75			29
2	07.04		30	50	30	<b>70</b>	30					75	80	75			57
3	11.04	90	75	90	100	100	100		20		15	<b>75</b>	<b>90</b>	60			79
4	14.04	70	75	90	100	100	100		60		70	75	80	1	80		86
5	18.04	5	5	10	10	10	10		60		70		100		80		71
6	21.04			2	1	1	90		20	60	70	80	100	90	80		79
7	27.04		15			75	90		70	100		80	100	90	80		64
8	29.04					75			70	100	30	80	100	90	80		57
9	02.05					100	100		70		20	80	100	90	20		57
10	05.05					70	10					70	90	90	30		43
11	09.05		2	2				75	30	10	60	90	90	90	1		71
12	12.05	1		1	100	100	100	60				90	100	100	80		71
13	16.05					100	100					20	70	100	40		43
14	19.05		5	1								20	70	100			36
15	23.05											20	70	100	50		29
16	26.05				80	100	100					100	100	100	50		50
17	06.06												20		10		14
18	09.06																0
19	14.06																0
20	16.06					30	50					50	50	100	50		43
21	20.06					70						30	100	50	30		36
22	23.06					30						10	100	100	10		36



## 2.2. Résultat du suivi de la reproduction

Entre le 4 avril et le 26 mai 2011, les 14 frayères artificielles disposées sur le canal du Rhône au Rhin ont été le support d'au moins une ponte. Ce premier résultat confirme l'hypothèse d'un manque de zones de frayères dans ce canal. Durant les 58 jours du suivi, 55 pontes différentes, réparties sur les 14 frayères artificielles ont été observées. Un premier pic de reproduction apparaît aux alentours du 14.04 (température moyenne de l'eau de 17.0°C) avec 86% des frayères artificielles qui présentent des œufs. Après une baisse graduelle jusqu'à 43% au 05.05, on observe un deuxième pic de reproduction aux alentours du 14.05 (température moyenne de l'eau de 20.1°C) avec 71% des frayères présentant des œufs (**figure 11** et **Tableau 6**).



**Figure 11** : Variation de la température moyenne de l'eau dans les 4 biefs en fonction du nombre de jours du suivi.

Les quatre biefs étudiés montrent des résultats différents. Les frayères artificielles du bief de Hagenbach (bief 22-23) présentent la plus faible quantité de pontes observées, avec notamment la frayère A3 qui n'a présenté qu'une seule ponte (entre le 09.05 et le 12.05). Sur ce bief, plus aucune ponte n'est observée après le 12.05. En contraste, le bief de Retzwiller (bief 13-14) est celui qui a obtenu les meilleurs résultats puisque des pontes sont observées sans discontinuité du début jusqu'à la fin du suivi et la frayère G4 présente des pontes avec un pourcentage de recouvrement élevé de manière continue du 07.04 au 26.05. Les deux biefs de Saint-Bernard (bief 27-28 et bief 26-27) présentent quant à eux une quantité moyenne de pontes entre ces deux extrêmes. Ces différences de résultats pourraient être liées, à la pression de pêche, à la productivité (production de nourriture) et au dérangement par la navigation, qui varient selon les biefs. Le bief de Hagenbach (22-23), comporte un lieu de retournement et d'arrêt des bateaux et la pression de pêche y est relativement élevée (Comm. Pers. Mourey Yves – FDPPMA68). De plus, il est l'un des biefs les plus végétalisés du canal (présence de roseaux et de macrophytes). Les

particularités de ce bief pourraient éventuellement expliquer les plus faibles résultats qui y sont observés.

Au début du suivi, la température de l'eau est relativement faible (environ 15°C) et l'incubation c'est-à-dire le temps entre l'observation de la présence d'œufs et leur disparition de la frayère artificielle, dure environ 10 jours. Dans certains cas, la ponte est fractionnée, c'est-à-dire que les pourcentages de recouvrement augmentent de manière progressive comme c'est le cas pour P2 entre le 04.04 et le 11.04.

Au 26 mai 50% des frayères présentent encore des œufs. La période de reproduction des espèces du canal n'est donc pas achevée à la fin du suivi.

### *L'exemple de l'évolution d'une frayère au cours du temps*

Dans le cas de G2, la première ponte est observée à la première relève le 04.04 pour une température de l'eau de 14,5°C avec 80% de recouvrement, type I moyen et la ponte est nettoyée avec quelques œufs colmatés sur les bordures. Le 07.04, le développement se poursuit avec toujours 80% de recouvrement et un sandre d'environ 70 cm est observé sur la frayère. Le 11.04 la ponte a continué (augmentation du recouvrement jusqu'à 100%, type II, nettoyage). Le 12.04, un bateau qui a stationné juste en amont de la réserve et qui induit une forte mise en suspension des particules lorsqu'il redémarre est observé. Le 14.04, l'éclosion a commencé (recouvrement 100%, mais type I faible), se poursuit le 18.04 (oeuillés, recouvrement 10%, type 1 très faible) et se poursuit encore le 21.04 (oeuillés, recouvrement 1%). L'incubation de cette première ponte a durée entre 17 et 26 jours à une température moyenne de 15.9°C. Le sandre est l'espèce supposée pour cette ponte (observation de l'adulte).

Le 27.04, une nouvelle ponte de type I moyen est observée avec un recouvrement de 100% pour une température de l'eau de 17,2°C et on observe des milliers d'alevins sur la frayère artificielle. De plus, des chasses sont observées aux abords de la frayère. Le 29.04, le développement se poursuit et l'éclosion à commencer, (recouvrement de 75% et type I faible). L'incubation pour cette deuxième ponte a durée entre 6 et 8 jours pour une température moyenne de l'eau de 17.4°C. L'espèce supposée pour cette ponte est la carpe (résultat de l'incubation des œufs puis élevage des alevins). Le 02.05, une nouvelle ponte de type I moyen avec un recouvrement de 100% est observée, pour une température de l'eau de 17.8°C. Le 05.05, l'éclosion a commencé (recouvrement 75%, type I faible) et s'achève le 09.05 où aucun œuf n'est observé. L'incubation de cette ponte a durée entre 4 et 9 jours pour une température moyenne de 18.0 °C. L'espèce supposée pour cette ponte appartient à la famille des cyprinidés.

Le 12.05, une nouvelle ponte est observée (type I moyen, recouvrement 100%) pour une température de l'eau de 20,3 °C. Le 15.05, l'éclosion a commencé (Type I faible, recouvrement 100%) et de nombreux œufs ont pourris et sont de couleur blanchâtre. Ces œufs se désagrègent facilement au toucher. Le 19.05 l'éclosion a terminé et plus aucun œuf n'est présent. L'incubation pour cette ponte aura duré entre 4 et 8 jours pour une température moyenne de l'eau de 19.5°C.

Enfin une ponte a été observée le 26.05 date de fin du suivi pour une température de l'eau de 21.8°C (type I faible, recouvrement 100%). La frayère G2 a donc été le théâtre de 5 pontes différentes depuis le 04.04 et on remarque que la durée

d'incubation se réduit avec l'augmentation de la température de l'eau au cours du temps (**Annexe 3**).

Durant le suivi, aucune variation de niveau d'eau dans le bief supérieur à 5 cm n'a été observée. L'influence du marnage n'est donc pas à prendre en compte ici.

### 2.2.1. Les pontes

Sur les frayères, plusieurs types de pontes sont observés en fonction de la date et du bief. Ainsi au début du suivi, on observe sur les frayères, une zone bien nettoyée dans laquelle se situe la majorité des œufs. Ce type de ponte est caractéristique du sandre, de plus des individus de sandre ont été observé le 07.04 sur G2 et le 11.04 sur A5 et G4 (**Figure 15**).



**Figure 15** : Frayère artificielle comportant une ponte de sandre dans sa zone nettoyée

Vers la fin du mois de mai, on observe une majorité de ponte de type I fort avec des forts taux de recouvrements qui serait produite par des cyprinidés (**Figure 16**).



**Figure 16** : Frayère artificielle entièrement nettoyé par des poissons et recouverte d'une ponte de type I forte pour un pourcentage de recouvrement de 100%

On différencie quatre types distincts :

Le type II est caractérisé par des œufs agencés le long des brins, ce type de ponte est caractéristique du Sandre (FDPPMA67) et des sandre ont été observés sur des frayères présentant ce type de ponte. Dans ce cas, la densité d'œufs est très élevée puisqu'elle est en moyenne de 8,5 œufs par brin en variant de 1 à 22 (**Figure 17**).



**Figure 17** : Type II (Source personnelle).

- Le type I fort correspond à une forte densité, mais sans toutefois que les œufs forment des chapelets comme le type II. Dans ce cas, le nombre d'œufs moyen par brin est de 4 et vari de 0 à 10 (**Figure 18**).



**Figure 18** : Type I fort (Source perso).

- Le type I moyen correspond à une plus faible densité que le type I fort avec une moyenne de 1,7 œuf par brin avec des nombres d'œufs par brin oscillant entre 0 et 5. Ce type correspond bien souvent à des recouvrements élevés (**Figure 19**).



**Figure 19** : Type I moyen (Source perso).

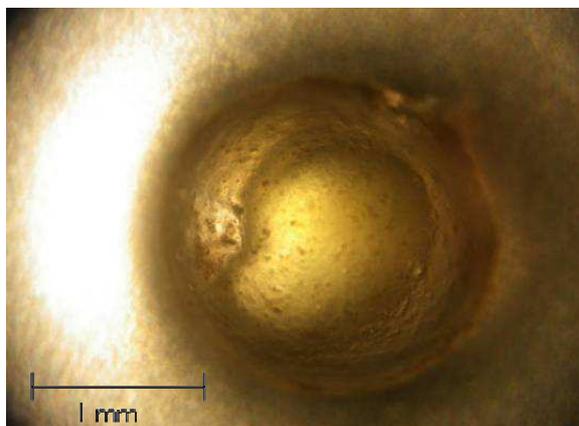
- Le Type I faible (entre 0 et 3 œufs par brins, moyenne : 0,5) peut correspondre à des pontes de type supérieur qui ont commencées leur éclosion ou bien correspondre à des pontes d'espèces moins prolifiques ou réalisée par un faible nombre d'individus (**Figure 20**).



**Figure 20** : Type I faible (Source perso).

### 2.3. Les œufs

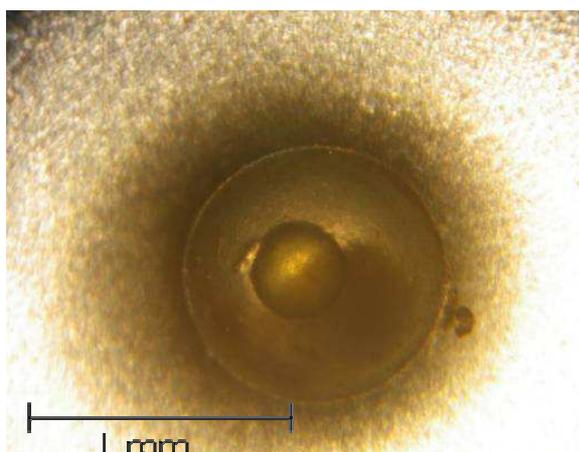
De même que pour les types de pontes, les œufs possèdent des caractéristiques différentes. On peut distinguer des œufs relativement gros et opaque (diamètre moyen de 1.7mm) (**Figure 21**), des œufs plus petit et translucides (diamètre moyen de 1.2 mm) (**Figure 22**) et des œufs de très faible taille et légèrement opaques (diamètre moyen de 1 mm) (**Figure 23 et 24**)



**Figure 21** : Gros opaque Diamètre : 1,7mm



**Figure 22** : Petit transparent Diamètre : 1,2 mm



**Figure 23** : Très petit diamètre : 1 mm



**Figure 24** : Comparaison de deux type d'œufs, diamètre : 1,2 et 1,7mm

Nombre de brins par balai :

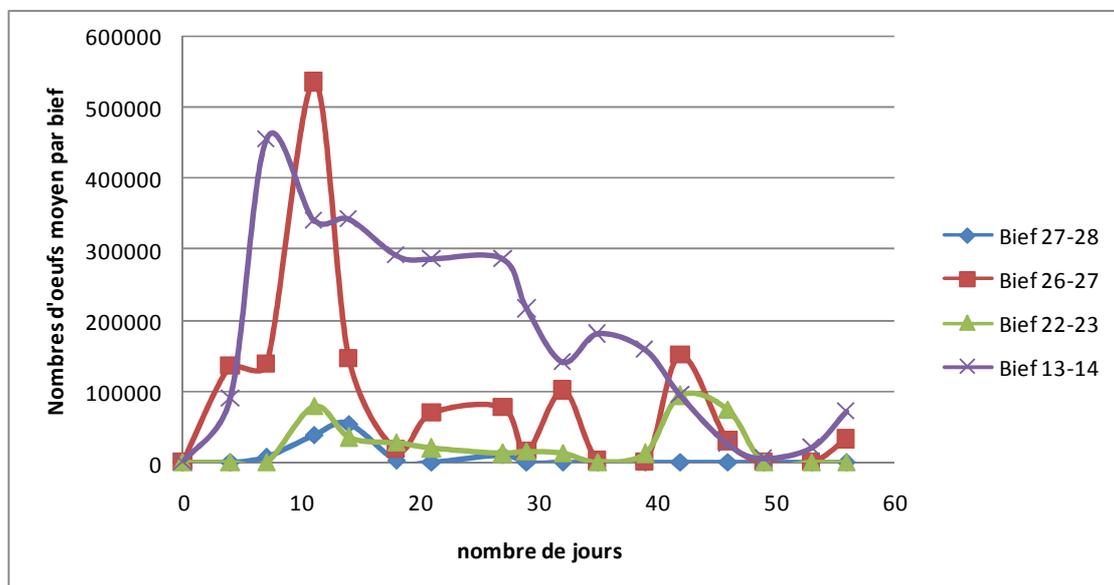
Dans le cas des balais de type ARMORVIF, après comptage, on obtient respectivement un nombre de brins par centimètre de 192, 178, 169, 164,7 et 169,5 soit une moyenne de 176 brins par centimètre avec un écart type de 10,8. Les balais mesurant 64 cm, le nombre moyen de brins par balai de type ARMORVIF est de 8096 (**Tableau 9**).

**Tableau 9** : Nombre et hauteurs des brins en fonction du type de frayère artificielle.

Code frayère artificielle	nombre de brins par cm	nb de brins par frayères	Hauteur des brins (cm)
A1 A2 A3 A4 A5 A6		87451	15
G1 G2 G3 G4	176	121440	7

Dans le cas des balais des frayères de type SOVB, le nombre de brins par touffes comptés ont été respectivement de 329, 295 et 337 pour une moyenne de 320 brins par touffe avec un écart type de 22. Le nombre de 39 touffes par balai étant fixe, on obtient une valeur moyenne de 12493 brins par balais (**Tableau 9**)

Les nombres d'œufs par m<sup>2</sup> de frayère évalués ici sont du même ordre de grandeur que ceux trouvés dans la littérature. Le nombre d'œufs par frayère vari de quelques œufs à plus de 1 million le 11.04 sur la frayère G2, pour une moyenne d'environ de 140000 œufs par frayère présentant une ponte. Le nombre d'œufs moyen par bief en fonction du nombre de jours de suivi est très variable selon les biefs .En effet, le bief 13-14 est le plus productif en œufs en fonction du temps avec en moyenne la présence de 200000 œufs par jour et le bief 27-28 est le moins productif en œufs en fonction du temps avec environ 900 œufs par jours. Enfin on remarque que la quantité d'œufs moyenne par bief diminue en fonction du temps et ce particulièrement à partir du 27.04 (**Figure 25**).



**Figure 25:** Nombre d'œufs moyen par bief en fonction du nombre de jours de suivi.

### 2.3.1. Bilan de l'incubation

L'incubation des œufs est relativement aisée puisque la plupart des œufs éclosent et de nombreuses larves sont observables dans les paniers d'incubations durant les premiers jours. Les œufs qui paraissaient colmatés, c'est-à-dire qui présentaient une surface brune, ont éclos sans difficultés. Le colmatage de ce type ne semble pas avoir d'influence négative sur l'émergence des larves (**Annexe 4** et **Annexe 5**).

Après environ 5 jours, on observe une mortalité dans les incubateurs, variable suivant les pontes, qui serait dû au manque de nourriture couplé à une surpopulation dans les paniers d'incubation, et ce malgré un nourrissage manuel effectué deux fois par semaine avec du plancton contenu dans l'eau récolté sur le canal. Certaines espèces sont plus délicates que d'autre à maintenir. En effet Les espèces telles le

sandre qui ne tolère pas la lumière, et le gardon, n'ont pas pu être maintenu ni en panier d'incubation, ni en aquarium. La carpe est relativement résistante et de nombreux individus de 3cm ont été obtenus.

### 2.3.2. Les alevins

Les alevins issus des œufs prélevés sur les frayères ont pu être observés à divers stades de développement :

Juste après l'éclosion, les larves de sandre font des aller retours entre le fond et la surface de l'eau pour semble-t-il remplir une poche d'air qu'il leur permet de flotter (Poulet, 2004). Les alevins de sandre, possèdent une bouche avec de petites dents déjà visible pour une taille de 3 cm et surtout, on distingue les prémices des épines de la deuxième nageoire dorsale, caractéristique des percidés. Les œufs de perches sont caractéristiques puisqu'il s'agit de chapelets d'œufs gélatineux et long de plusieurs centimètres (Poulet, 2004) que nous n'avons pas observés sur les frayères artificielles confirmant qu'il s'agirait bien d'alevins de sandre (**Figure 26**).



**Figure 26** : alevin de sandre

Juste après l'éclosion, les larves de carpes sont caractéristiques par la raie noire qu'elles possèdent sur leur flanc (**Figure 27**).



**Figure 27** : alevin de carpe

Elles se collent aux parois, puis grossissent rapidement en consommant le plancton présent dans l'eau et en filtrant la vase. En quelques jours, elles présentent déjà la forme caractéristique d'une carpe adulte, la hauteur du corps augmente et on distingue clairement l'unique nageoire dorsale dont la base est plus large que pour les autres espèces, les barbillons n'apparaîtront qu'au bout de plusieurs mois de développement.

Les alevins de gardons sont reconnaissables aux points noirs qu'ils possèdent sur le corps et à leur bouche de petite taille. Il ont été observés en grande quantité aux abords des frayères (**Figure 28**).



**Figure 28** : larve de gardon

### 2.3.3. Détermination de l'espèce

Les espèces ayant utilisées les frayères artificielles sont : le sandre, la carpe, le gardon et au minimum une autre espèce indéterminée pour laquelle l'incubation des œufs n'a pas donné de résultat positif. Aucune fraie de brochet n'a été observée sur les frayères artificielles bien qu'il s'agisse d'une espèce strictement phytophile. Plusieurs explications sont possibles à ce manque de résultat. Tout d'abord la faible population de brochet du canal mise à jour par l'étude des peuplements piscicole. Ensuite la pose relativement tardive des frayères, comparées à la période de reproduction de cette espèce. Enfin, La faible surface que représentent les frayères artificielles alors que le brochet a pour habitudes de pondre une petite quantité d'œufs à différents endroits en se déplaçant, des frayères d'une surface plus importante allant jusqu'à 20m<sup>2</sup> serait adaptée. (Nemry *et al.*,2007).

A l'issue de cette étude, on constate que différentes espèces de poissons acceptent de venir pondre successivement sur les frayères artificielles et que ni le type de frayère, ni la couleur des balais ne semble influencer la reproduction de ces espèces.

#### *Pression anthropique sur la faune des canaux*

Les curages de bief sont des actions ponctuelles qui ont lieu en moyenne une fois par an. Ils sont menés principalement dans les biefs qui possèdent une arrivée d'eau directe ce qui entraîne un envasement important (**Figure 29**).



**Figure 29** : Curage d'un bief.

Il s'agit de curer le fond du bief en question à l'aide d'un tractopelle embarqué sur une péniche qui dépose les sédiments dans une autre péniche qui va les décharger dans un fossé aménagé au bord du canal.

#### *Impact des relèves sur les œufs*

Lors de la relève de la frayère artificielle, les œufs restent à l'air libre durant le temps d'observation, de prélèvement et de prise de photos soit environ 2 minutes. L'exposition à l'air n'a pas d'influence néfaste sur le développement des embryonnaires du moment que les œufs restent humides et dans certaines piscicultures l'incubation peut se faire à l'air libre dans une pièce humide (Schlumberger *et al.*, 1986 ). Pour éviter les plus fortes chaleurs qui pourraient endommager les œufs durant les relèves, celles-ci sont réalisés de préférence le matin.

## 2.4. Rentabilité et comparaison à d'autres méthodes

### 2.4.1. Bilan financier

Le coût total des 14 frayères artificielles représentant une surface total de ponte de 11,4 m<sup>2</sup>, comprenant le coût du matériel et le coût de l'assemblage est de 1959 euros hors taxes et de 2342 euros TTC (**Tableau 10**).

**Tableau 10:** Récapitulatif du coût des différents types de frayères artificielles utilisés.

Coût par frayère	Petite frayère artificielle AMORVIF				Grande frayère artificielle ARMORVIF				Frayère SOVB	
	Prix fin 2010		Prix en mai 2011		Prix fin 2010		Prix en mai 2011		Prix fin 2010	
	HT €	TTC €	HT €	TTC €	HT €	TTC €	HT €	TTC €	HT €	TTC €
Cadre	156	187	156	187	104	124	104	124		
Fixation	4	5	4	5	4	5	4	5		
Balais brosses	33	40	47	56	71	85	100	120		
Petit matériel	17	20	17	20	35	42	35	42		
<b>Total matériel</b>	211	<b>252</b>	224	<b>268</b>	214	<b>256</b>	243	<b>291</b>		
<b>Total main d'œuvre</b>	11	<b>13</b>	11	<b>13</b>	11	<b>13</b>	11	<b>13</b>		
<b>Total</b>	222	<b>265</b>	235	<b>281</b>	225	<b>269</b>	254	<b>304</b>	112	134

	Prix fin 2010		Prix en mai 2011	
	HT €	TTC €	HT €	TTC €
4 petites frayères type ARMORVIF	887	1061	941	1125
4 grandes frayères type ARMORVIF	901	1077	1018	1217
6 frayère de type SOVB	671	803		
<b>Total</b>	<b>2459</b>	<b>2941</b>	<b>1959</b>	<b>2342</b>

Pour effectuer un bilan de rentabilité, nous prenons comme hypothèse de travail que les frayères artificielles ont été utilisées pour un quart par le sandre, pour un quart par la carpe, pour un quart par le gardons et pour le quart restant par des espèces indéterminées.

Les heures de main d'œuvre requises pour l'installation et la surveillance des frayères sont du même ordre de grandeur que pour une écloserie produisant la même quantité d'embryonnés (Nemry et Al., 2007). Il s'agit donc de mettre en place un système qui que le suivi soit réalisé par un seul technicien pour faire baisser les coûts liés au suivi.

## 2.4.2. Par rapport au repeuplement

Pour les années 2009 et 2010, les repeuplements dans le canal du Rhône au Rhin ont été d'un montant respectif de 12 358 et de 5 660 Euros, soit une moyenne de 9009 euros pour une quantité de l'ordre de 3000 kg de carpe, 200 kg de gardon et plusieurs dizaines de kilogrammes de brochets et de sandres (**Tableau 11**)

**Tableau 11:** Récapitulatif du prix au kilo des espèces chez les pisciculteurs en 2011. (source : pisciculture Ducloux, pisciculture Heymann et pisciculture Beaume).

Espèce	Pisciculture 1		Pisciculture 2		Pisciculture 3		moyenne	
	Prix au Kg HT	Prix au kilo TTC	Prix au Kg HT	Prix au kilo TTC	Prix au Kg HT	Prix au kilo TTC	Prix au Kg HT	Prix au kilo TTC
Carpe 1 été	5,00	5,28	5,00	5,28			5,00	5,28
Carpe 2 étés	3,70	3,90	3,50	3,69	2,41	2,54	3,20	3,38
Carpe 3 étés	2,60	2,74	2,70	2,85			2,65	2,80
Carpe 4 étés	3,00	3,17	3,25	3,43			3,13	3,30
Perche commune	7,50	7,91	9,80	10,34	8,50	8,97	8,60	9,07
Tanche	4,50	4,75	4,80	5,06	4,25	4,48	4,52	4,77
Gardon/Rotengle	4,50	4,75	4,40	4,64	4,35	4,59	4,42	4,66
Brochet >50cm	10,50	11,08	12,00	12,66	10,25	10,81	10,92	11,52
Brochet <50cm	11,00	11,61	11,50	12,13	9,25	9,76	10,58	11,17
Sandre >50cm	15,50	16,35	22,00	23,21	19,00	20,05	18,83	19,87
Sandre 20 à 50cm	18,50	19,52					18,50	19,52
Black bass	19,00	20,05	20,00	21,10	19,00	20,05	19,33	20,40
Brème, carrassin			3,50	3,69			3,50	3,69

Avec une estimation basse (taux de survie faibles), la rentabilité des frayères artificielles par rapport au repeuplement serait atteinte avec la mise en place d'un nombre relativement faible de frayères artificielles (environ l'équivalent de 10m<sup>2</sup>) (**Tableau 12**).

**Tableau 12:** Estimation de la quantité de poissons produite pour 1m<sup>2</sup> de frayère artificielle par espèce et estimation de la valeur marchande de cette production.

Espèce	Estimation		Estimation		Estimation	
	Basse	Haute	Basse	Haute	Basse	Haute
	Carpe		Sandre		Gardon	
Nombre d'œufs par m <sup>2</sup> de FA	250000 *	300000 *	30000 *	1000000 *	400000 **	1000000 **
Taux de survie	0,06 ***	0,3 ***	0,02 ***	0,07 ***	0,001 ***	0,01 ***
Nombre d'alevins à la fin de la premier été	16200	92600	777	69255	400	10000
Nombre d'alevins de trois ans					120	3500
Poids (kg)	324	9260	151	13850	15	438
Valeur (euros)	1620	46300	3030	270000	69	2013
Valeurs estimé pour 11,4 m <sup>2</sup> avec les espèces, carpe, sandre et gardon qui utilisent respectivement 25% de la surface (euros)	14175	405125	26513	2362500	604	17614
* ( Gillet, 1989)						
** (Schlumberger, 1989)						
*** (Nemry et Al, 2007)						

De plus, l'utilisation de frayères artificielles présente plusieurs avantages par rapport aux empoissonnements réalisés avec des poissons provenant de piscicultures. Ces avantages ne sont pas tous chiffrables mais contribuent à la dynamique de l'écosystème et possèdent une valeur intrinsèque (Nemry *et Al.*, 2007). Les principaux avantages identifiés sont les suivants :

- Les œufs, larves et alevins qui disparaissent entrent dans la chaîne alimentaire stimulant ainsi la production générale du canal et notamment celle des poissons carnassiers ;
- Les poissons sont mieux adaptés aux conditions rencontrées dans le milieu, où ils sont nés, et présentent une rusticité a priori plus élevée qu'en élevage et conservent une souche génétique propre ;
- Il y a diminution du risque d'introduction de maladies à travers les rempoissonnements ;
- Il y a diminution du risque d'apport d'espèces non-désirables parfois accidentellement présentes dans les lots de poissons provenant d'étangs d'élevage.
- Cela implique la participation active des pêcheurs à la gestion piscicole et halieutique notamment par le respect des zones de réserves.

### **2.4.3. Par rapport à la création de frayères naturelles**

Deux frayères « naturelles » ont été implantées sur le canal de Colmar, une première d'un coût de 115 000 Euros et une seconde de 125 600 Euros. Le projet entier représente un investissement total d'environ 240 000 Euros pour une surface d'environ 4 000 m<sup>2</sup>. Le m<sup>2</sup> de frayère naturelle peut être alors estimé à 60 Euros alors que dans le cas des frayères artificielles (type utilisé durant cette étude) il faut compter environ 200 euros par m<sup>2</sup>. Les frayères « naturelles » reviennent donc moins chères au mètre carré que les frayères artificielles. Néanmoins, Les frayères « naturelles » ne sont utiles qu'à la reproduction dans des biefs de grande longueur. En effet si le canal est cloisonné en biefs de tailles réduites avec une faible circulation piscicole entre ceux-ci, les alevins produits par une frayère « naturelle » ne peuvent pas se répartir de manière uniforme sur le canal. La partie du canal accueillant la frayère va atteindre un seuil de production limité lié à la productivité du bief en termes de nourriture.

Par contre, la mise en place de frayères artificielles paraît plus avantageuse dans le cas de biefs de faibles longueurs (canal du Rhône au Rhin branche sud) ou une faible surface de frayère est suffisante. En effet, dans le cas des frayères naturelles, la surface n'est pas proportionnelle au prix contrairement aux frayères artificielles, puisque ces premières demandent des travaux de terrassements lourds impliquant de modifier fortement les abords du canal. Enfin, la mise en place de frayère naturelle demande un délai relativement important alors que les frayères artificielles peuvent être mise en place ou déplacées dans de brefs délais.

### 3. Conclusion et perspectives

L'étude de la reproduction piscicole sur les frayères artificielles dans le canal du Rhône au Rhin a montré que plusieurs espèces phytophiles utilisent ces types de supports. Ces frayères artificielles ont présenté des résultats encourageants avec un fort taux d'utilisation de celles-ci durant une longue période et elles ont permis la production d'une quantité importante d'œufs puis d'alevins de ces espèces.

La comparaison de la rentabilité par rapport à d'autres modes de gestion comme le repeuplement ou la création de frayères « naturelles » montre que la mise en place de frayères artificielles est compétitrice. Mais sa rentabilité varie beaucoup en fonction des taux de survie des alevins utilisés pour le calcul. Dans certains cas, ces trois modes de gestion peuvent se compléter les uns les autres.

Cette méthode fonctionne et il est envisageable de multiplier fortement le nombre de frayères artificielles dans le canal, avec une quantité à titre indicatif de 7 par bief, sachant qu'avec quatre frayères par biefs lors de cette étude, les biefs ne semblent pas saturés en frayères artificielles puisque les quatre fonctionnent en même temps. Il est également à noter que le sandre est une espèce dominatrice sur les frayères. Il faudrait mettre un nombre de frayère suffisant pour que la population de sandre soit « saturée » et laisse la place libre à d'autres espèces comme la perche.

Les réserves temporaires de pêche ont permis de réguler l'impact des pêcheurs sur la reproduction piscicole sur les frayères artificielles. En effet, l'interdiction de pêche a dans l'ensemble été respectée par les pêcheurs qui en ont compris l'intérêt de la mesure mise à part quelques infractions (Comm. Pers. Mourey Yves – FDPPMA68) et il est préconisé d'augmenter le nombre de ces réserves et de les transformer en réserves de pêche permanentes tout en laissant une surface de pêche suffisante par bief.

Il serait bénéfique de mettre en place une gestion qui fonctionnerait de manière complémentaire avec celle de VNF en leur préconisant de favoriser au maximum les zones de végétations aquatiques et en déterminant des zones où le curage des biefs est peu fréquent.

Le type de suivi à mettre en œuvre est fonction de deux objectifs distincts :

- Pour déterminer la quantité de pontes et éventuellement les espèces se reproduisant sur les frayères artificielles en fonction du temps, une relève par semaine est conseillée. Une relève par semaine permet de détecter la plupart des pontes, de vérifier le bon positionnement de la frayère et de la nettoyer en cas de colmatage de manière à ce que celle-ci reste opérationnelle
- Pour simplement assurer le bon fonctionnement des frayères artificielles sans suivi particulier, une relève toute les deux semaines est suffisante pour vérifier le bon positionnement de la frayère artificielle et de la nettoyer en cas de colmatage.

Dans le but d'améliorer fortement la rentabilité de ce mode de gestion, la création de frayères artificielles à moindre coût doit être privilégiée. Une des possibilités serait de confectionner une grande quantité de frayère artificielle à l'aide de filet anti cerf présentant la même structure que le gènai inséré dans les trous de caillebotis de plastique rigide. Ce dispositif reviendrait à une cinquantaine d'euros par m<sup>2</sup> de frayères artificielles.

S'il est avéré que le poisson chat se reproduit sur les frayères artificielles, il faudrait mettre en place une description précise de la ponte pour permettre sa destruction systématique.

La production d'alevins d'un certain stade n'est pas une fin en soi et il faudrait étudier de manière plus poussée l'écosystème du canal pour déterminer si la croissance de ces alevins est bonne, s'ils trouvent la nourriture adaptée à leur stade de développement et si la chaîne trophique est équilibrée. Enfin, il serait intéressant de déterminer quel est l'impact de l'apport d'une quantité importante d'alevins des espèces se reproduisant sur les frayères artificielles dans l'écosystème du canal.

## Bibliographie

Arrignon J., 1972. Station expérimentale d'élevage du brochet du Vivier du Grès-Oise. Bulletin Français de Pisciculture, 246p.

Billard R., 1997, Les poissons d'eau douce des rivières de France, identification, inventaire et répartition des 83 espèces, ed. Delachaux & Niestlé, 192p.

Chancerel F., 2003. Le brochet biologie et gestion. Collection Mise au Point. Conseil Supérieur de la Pêche, 199p

Damien M.M. , 2001, Le Tourisme fluvial, Paris, PUF édit., coll."Que Sais-je ?" n°3608, 128 p., p.17.

Gillet C., 1995. A survey of the spawning of perch (*Perca fluviatilis*), pike (*Esox lucius*) and roach (*Rutilus rutilus*), using artificial spawning substrates in lakes. Hydrobiologia 300/301, p409-415.

Huet M., 1983. Traité de pisciculture, 3e édition. Mundi-Prensa, 749p.

Histoire et Patrimoine des Rivières & Canaux <http://projetbabel.org/fluvial/index.htm>

Keith P., Allardi J., 2001, Atlas des poissons d'eau douce de, Patrimoines Naturels, 47, 387p.

Luchetta J.C., 1991, Reconstituer des frayères naturelles dans des rivières trop canalisées, offrir des frayères artificielles à des milieux stériles. Conseil Supérieur de la Pêche, Eaux Libres 5, p22-23.

Muus B-J., Dahlström P., 1991, Guide des poissons d'eau douce et de pêche "Les guides du naturaliste".

Pascal M., Lorvelec O., Vigne J.-D., Keith P., 2003, Evolution holocène de la faune de vertébrés de France : invasions et disparitions, Institut National de la Recherche Agronomique, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, France, 381p.

Poulet N., 2004, Le sandre (*Sander lucioperca*) Biologie, comportement et dynamique des population en camargue. Thèse de l'université de Toulouse III. 300p.

Pivnicka, K. et Cerny, K. Poissons. Gründ, Paris, 1987. 304p.

Nemry A., Bes M. , Rollino. 2007, Projet d'implantation de frayères artificielles flottantes dans les lacs de l'Eau d'Heure et de la Plate Taille pour favoriser la reproduction des poissons phytophiles. 130p.

Schlumberger O., 2002, Mémento de pisciculture d'étang. Paris. Cemagref Editions, 238p.

Wolter, C. and R. Arlinghaus 2003 Navigation impacts on freshwater fish assemblages: the ecological relevance of swimming performance. Fish Biol. Fish. 13(1):63-89.

## Annexes

**Annexe 1** : Planche photo (source : FDPPMA68)



Cadre en aluminium avec pieds (grande frayères).



Grande frayère artificielle de type ARMORVIF



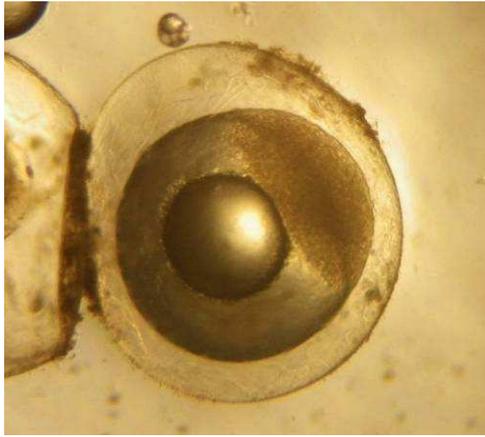
Relève d'une frayère artificielle.



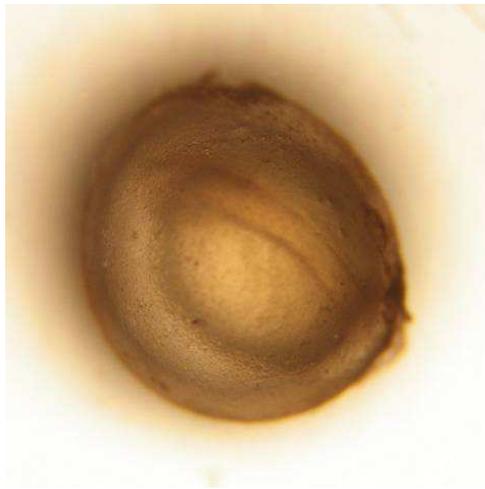
Marquage au sol et remise à l'eau.



**Annexe 3 : Les différents stades embryologiques observés.**



Blastula.



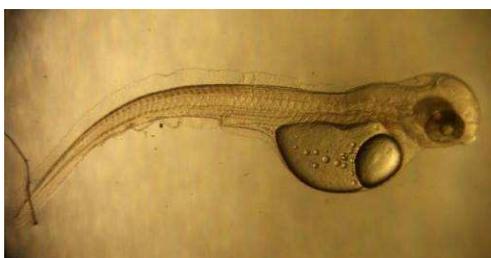
Gastrula.



Apparition de la queue



Stade finale avant éclosion



Larve de 1 h.



Alevin de 2 jours.



Alevin de 4 jours.

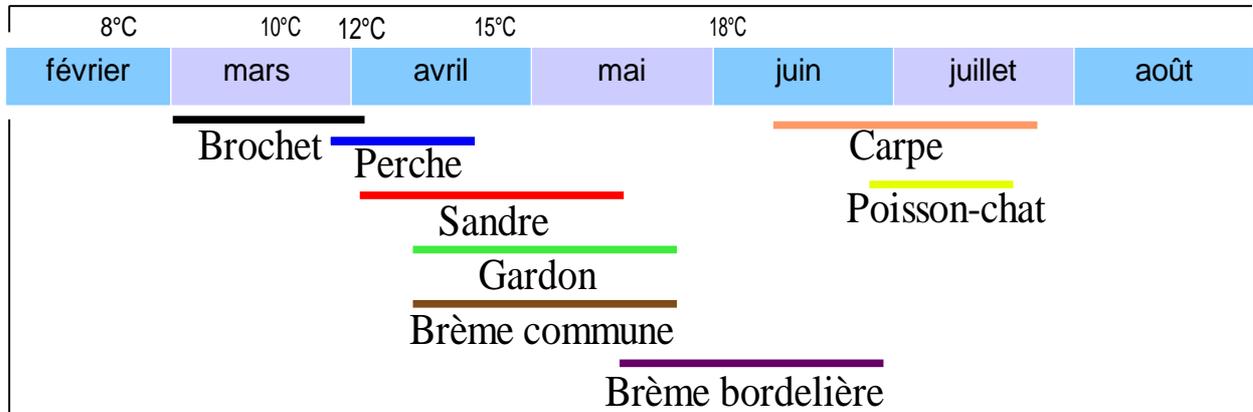
**Annexe 4 : Récapitulatif de l'évolution des œufs issus des balais prélevés sur les frayères artificielles.**

07.04	P1	vide	vide	vide
11.04	P1	A4	P2	A5
		brins		alevins, éclosion dans le bocal
21.04	P1	A4	P2	A5
	alevin mis dans P2 car même espèce		présence de milier d'alevins	
27.04	P1	A4	P2	A5
			plus rien	
29.04	P4	A4	P2	A5
	présence d'un alevin		présence de plusieurs centaines d'alevin mais forte mortalité	
05.05	P4	A4	P2	A5
	entièrement éclos balai retiré, plusieurs centaines			
09.05	P4	P1'	P2	P3
12.05	P4	P2'	P2	P3
16.05	P4	P2'	P2	P3

## Annexe 5 : Etude bibliographique

### 3.1. La reproduction des espèces

Chaque espèce possède une période de reproduction bien définie, plus ou moins étroite et qui peut varier en fonction de la température de l'eau (**figure 1**).

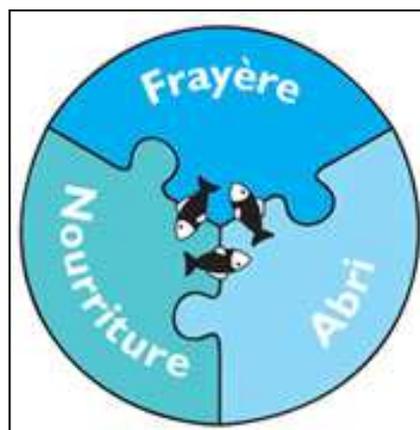


**Figure 1** : Les périodes et températures de reproduction des espèces piscicoles présentent dans le canal du Rhône au Rhin (Bruslé J. et Quignard J-P, 2001) ;(Poncin P., 1996) ;(Dupont E., 1998) ; (Huet M., 1983).

L'ordre de ponte des différentes espèces est fonction de leurs niveaux trophiques et de la nourriture que les larves pourront trouver au moment de l'éclosion. Ainsi les espèces ichtyophages comme le brochet ou la perche possèdent des périodes de frai précoces pour que leurs alevins déjà développés puissent se nourrir de ceux des espèces à reproduction plus tardive (gardons, carpe) qui elles se callent leur reproduction sur la période de fort développement planctonique (Keith, 2001).

### 3.2. Les frayères piscicoles

Une frayère piscicole est définie de manière générale comme étant un endroit très localisé ou une aire géographique plus vaste, où les géniteurs d'une espèce de poisson donnée se retrouvent pour s'accoupler et expulser leurs gamètes. Les frayères sont un des éléments nécessaires pour la bonne réalisation du cycle biologique chez les poissons puisqu'elles permettent le bon déroulement de la reproduction en jouant le rôle de (**Figure 2**) :



**Figure 2** : éléments nécessaires à la vie piscicole (*source : Fishbase*).

- Fixation, protection (prédation et maladies) et oxygénation des œufs ;
- Protection et alimentation des jeunes stades (Muus *et al.*, 1991).

Il existe plusieurs types de frayères qui diffèrent en fonction des masses d'eaux (plan d'eau, cour d'eau, canaux) et des besoins des espèces piscicoles présentes dans celles-ci (Muus *et al.*, 1991). Ainsi, dans les eaux douces on distingue principalement :

- Les espèces phytophiles qui pondent préférentiellement sur un substrat végétal. Elles sont généralement présentes dans les zones d'eaux calmes, où la végétation aquatique peut se développer (macrophytes, racines, branchages). C'est le cas pour les cyprinidés (carpe, gardon) et les ésofidés (brochet) (Keith, 2001).
- Les espèces lithophiles qui se reproduisent en déposant leurs œufs sur le fond, souvent graveleux. C'est le cas des espèces salmonicoles (saumon, truite) et des cyprinidés rhéophiles (chevesne, hotu) (Keith, 2001).

Il existe une grande variabilité des paramètres caractérisant les frayères, comme la profondeur, les supports (macrophytes, graviers, etc.), la surface disponible, la luminosité ou bien encore la vitesse du courant. Certaines espèces peuvent aménager elles-mêmes leurs frayères à l'aide de substrat d'origine organique ou minérale (épinoche, silure) (Keith, 2001).

**Tableau 1** : Comparaison (Intérêts, limites, coûts et dimensions courantes) des trois types de frayères et des deux types de supports.  
**FA** : frayère artificielle.

	<b>Intérêts</b>	<b>Limites</b>	<b>Coût</b>	<b>Dimensions courantes</b>
<b>Frayère "naturelle"</b>	Aspect naturel, favorise la reproduction de beaucoup d'espèces de poissons ainsi que des oiseaux et amphibiens; constitue des zones de croissance pour les jeunes stades. Fonctionne en relative autonomie. <sup>5</sup>	Long à mettre en place en raison du lourd investissement; entretien lourd, environ tout les 5 ans contre l'envasement et régulièrement dans le cas de la présence d'une vanne. <sup>5</sup>	Environ 200 000 Euros pour 4000m <sup>2</sup> <sup>5</sup>	d'une dizaine de mètres à plusieurs centaines de mètres <sup>5</sup>
<b>FA flottantes</b>	S'adaptent aux niveaux d'eau, utile pour les lacs de barrages. <sup>1</sup>	Colmatage des substrats par les algues du periphyton, mise en place et suivi délicat (bateau, plongée). <sup>1</sup>	Environ 1000 Euros <sup>3</sup>	16 m <sup>2</sup> <sup>2</sup>
<b>FA fixées</b>	Facile à mettre en place et à suivre, utile dans les canaux fortement anthropisés <sup>1</sup>	Surface restreinte et fort impact de la navigation <sup>1</sup>	200 Euros (variable) <sup>4</sup>	1 ou 2 m <sup>2</sup> <sup>1</sup>
<b>Supports naturels</b>	Disponibles partout, les substances organiques attirent les poissons et créent un habitat riche en nourriture pour les alevins. <sup>1;2</sup>	Se dégradent rapidement dans l'eau (1an) <sup>1</sup>	Faible <sup>2</sup>	s'adapte à la FA <sup>1</sup>
<b>Supports artificiels</b>	Durent dans le temps, facile d'entretien <sup>1</sup>	caractère artificiel dont on ne connait pas l'impact sur le poisson, prix élevé. <sup>1</sup>	380 € pour 5m <sup>2</sup> <sup>3</sup>	s'adapte à la FA <sup>1</sup>
	<sup>1</sup> (Nemry et Al., 2007)			
	<sup>2</sup> (Gillet, 1989)			
	<sup>3</sup> (ARMORVIF, 2011)			
	<sup>4</sup> (FDPPMA67)			
	<sup>5</sup> (FDPPMA68)			

Les causes du manque de frayères naturelles sont multiples. En grand lac de barrage, les forts marnages et le batillage créé par les bateaux empêchent la végétation aquatique de se développer dans les zones peu profondes (Nemry *et al.*, 2007). Dans les cours d'eau canalisés et canaux artificiels, la mise en place de palplanches entraîne l'absence de zones peu profondes et un manque de végétation rivulaire. De plus, les opérations de curage et de faucardage nécessaires à la navigation, couplées au batillage, empêchent la végétation de s'y développer.

On peut noter que dans l'écosystème océanique, une grande proportion d'espèces pondent leurs œufs en pleine eau sans l'utilisation de frayères ce qui est permis par la grande taille de l'écosystème et par le fait que l'incubation à lieu dans des zones de pleine mer où la prédation est faible (Pivnicka, 1987).

### **3.3. Les frayères créées par l'Homme**

Les frayères aménagées ou créées par l'Homme sont des lieux ou des supports de pontes permettant la reproduction des poissons dans des conditions propices. L'objectif de ces aménagements et installations est de pallier au manque de frayères naturelles, d'augmenter la quantité d'alevins produits, de participer ainsi à stopper l'appauvrissement piscicole des masses d'eaux et de permettre aux populations de poissons existantes d'assurer une descendance locale (Gillet, 1989). Elles sont réparties en deux classes :

- Les frayères dites « naturelles » ;
- Les frayères artificielles.

Pour cette dernière, on peut distinguer les frayères artificielles flottantes et les frayères artificielles fixes. Dans chacun de ces deux cas, le support de pontes peut être d'origine naturel ou synthétique. Une comparaison de ces aménagements et structures (intérêts, limites, coût et dimensions courantes) est présentée dans le **tableau 1**.

#### **3.3.1. Frayères « naturelles »**

Ce sont des zones propices et accessibles par les géniteurs pour la reproduction creusées ou aménagées par l'homme. Il peut s'agir d'annexes hydrauliques pour les espèces phytophiles et de recharge en granulats pour les espèces lithophiles. Concernant les annexes hydrauliques, elles consistent le plus souvent à la réouverture de bras morts, de chenaux secondaires ou d'anciens méandres. Ces aménagements doivent être peu profonds et isolés du batillage, permettant ainsi un fort développement des herbiers nécessaire à la reproduction et à la croissance de nombreuses espèces de poissons. Certaines « frayères naturelles » peuvent être reliées au bras principal par une vanne (automatique ou non) ou bien en communication directe. Elles peuvent mesurer entre une dizaine et plusieurs centaines de mètres de long et être de formes variables comme en U sur le canal de Colmar (**Figure 3**) (FDPPMA68).



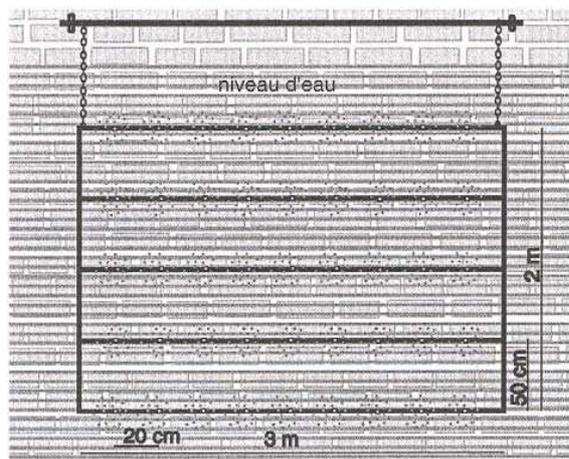
**Figure 3** : Une frayère « naturelle » de 4000 m<sup>2</sup> sur le canal de la Lauch à Colmar (Source : Google map).

A titre indicatif, dans le Haut-Rhin, deux frayères de ce type ont été aménagées. Une première sur le canal de Colmar, d'un coût total de 115 000 Euros et une seconde sur la Lauch canalisée de 125 600 Euros pour environ 4 000 m<sup>2</sup> (Figure 3). Des observations réalisées sur ces frayères ont mis en évidence la reproduction de brochets (observation de fingerling) et d'espèces protégées d'intérêt communautaire tel que la bouvière (*Rhodeus amarus*) (Comm. Pers. Mourey Yves – FDPMA68).

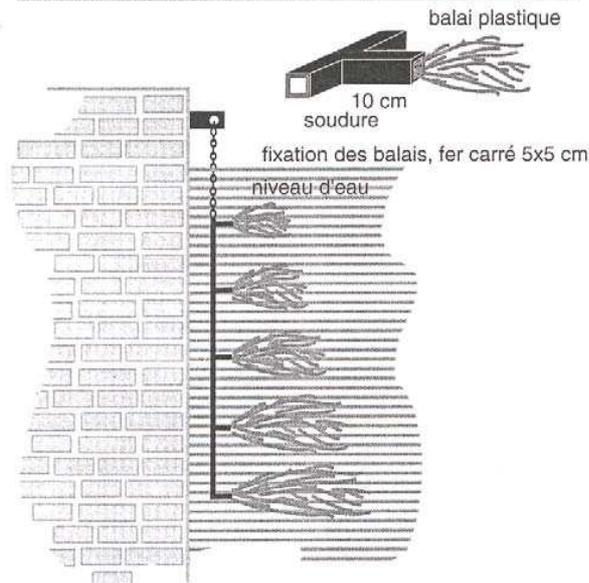
### 3.3.2. Les frayères artificielles

#### *Les frayères artificielles flottantes*

Les frayères flottantes sont des dispositifs qui permettent de suivre les variations du niveau d'eau, ce qui assure leur immersion continue et permet leur bon fonctionnement dans des milieux subissant un marnage important, c'est le cas pour les plans d'eau et les lacs de barrage (**Figure 4**). L'armature des frayères artificielles doit être suffisamment robuste pour résister aux vagues et aux courants ainsi qu'à l'usure liée à une immersion prolongée. Elle est dans la plupart des cas constituée de barres d'aciers associées à un grillage plastifié (Gillet, 1989). Elle doit pouvoir coulisser le long de poteaux pour suivre les variations de niveau ou être maintenue en place par des cordes et des poids. Dans ces cas, des bouées assurent la flottaison de l'ensemble des dispositifs. L'ensemble de ces considérations doit permettre une bonne présentation du substrat de fraie et permettre de modifier facilement cette présentation en faisant varier la profondeur d'immersion ou l'inclinaison du substrat de manière à s'adapter aux exigences de différentes espèces (Gillet, 1989).



**Figure 4** : Une frayère artificielle Flottante (Source : Nemry *et al.*, 2007).



**Figure 5** : Shéma d'une frayères artificielle fixée à support synthétiques. (Source : Nemry *et al.*, 2007).

### *Les frayères artificielles fixes*

Les frayères artificielles fixes sont des dispositifs qui sont placés le long des berges rectilignes des canaux (**Figure 5**). Ce type de frayères ne peut être efficace que dans des milieux à niveau d'eau constant ou à faibles variations. Les critères requis pour ce type d'installation (Luchetta, 1999) sont :

- Être durables, solides et souples ;
- Être maniables ;
- Ne pas entraver les usages (navigation).

Elles peuvent être placées sur le fond de manière horizontale ou bien le long des berges escarpées à la verticale (**Figure 6**), en fonction de caractéristiques du canal et des espèces ciblées.



**Figure 6** : Frayère artificielle verticale fixée de type SOVB (Souré personnelle).

Un suivi hebdomadaire d'une soixantaine de frayères artificielles fixes de type SOVB®, de surface unitaire de 2m<sup>2</sup>, disposées dans le canal de la Marne au Rhin (département du Bas-Rhin) entre 2006 et 2010 a mis en évidence la reproduction de 5 espèces piscicoles (sandre, perche, brème, gardon et carpe) (FDPPMA67).

Cette étude démontre aussi l'intérêt de ce genre de support pour la reproduction piscicole avec un fort taux de réussite (> 75%) sur ce genre de contexte. Elle apporte en outre des éléments de connaissance sur les dates de premières pontes des différentes espèces (**Tableau 2**).

**Tableau 2** : Synthèse des dates de premières pontes sur frayères artificielles de différentes espèces piscicole, sur le canal de la marne au Rhin de 2006 à 2010.

Année	PP sandre	PP Perche	PP brème	PP gardon	PP carpe	Nombre de frayère ayant marchés/ Nombre de frayères totales
2006	01/04	08/04	25/04	25/04		54/63 85%
2007	19/03	11/04	26/04	11/04	30/04	49/64 86%
2008	30/03	02/04	16/04	25/04		58/67 86%
2009	04/04	10/04	13/04	13/04		53/70 75%
2010	28/03	01/04	15/04	19/04	28/04	52/63 82%

Chancerel (2003) attire l'attention sur le fait que les frayères artificielles semblent être assez bien adaptées pour tous les poissons dont la durée d'incubation est assez courte et dont les alevins sont rapidement auto-suffisants mais qu'elles présentent des limites pour le brochet. En effet, les alevins de cette espèce sont très vulnérables à la prédation et aux matières en suspension pendant plusieurs semaines après la ponte tant qu'ils restent fixés au substrat. De plus, les frayères artificielles sont très sensibles au « fouling » (développement du périphyton, algues...) ce qui, ajouté à la sédimentation, provoque le colmatage du substrat. Ceci entraîne une inhibition des pontes et augmente la mortalité des œufs et des alevins quand la fraye

a tout de même lieu (Gillet, 1989). Il est important de connaître le mieux possible les habitudes de fraie des poissons présents dans les lieux d'implantation des frayères afin de pouvoir les nettoyer juste avant la date de reproduction. Il est également possible de les installer juste avant la reproduction mais il semble qu'il soit préférable de les placer plus tôt pour que les poissons puissent s'habituer à leur présence.

### *Supports naturels*

Les frayères artificielles peuvent être aussi constituées de supports naturels. Les substrats naturels utilisés sont des branchages ou des bryophytes. Les espèces les plus couramment employées sont l'épicéa, le cyprès, le genévrier, le genêt et d'autres branchages comme ceux du saule et du tilleul (Nemry *et al.*, 2007). D'après Gillet (1989), parmi les substrats naturels, les résineux présentent des structures assez bien adaptées à la ponte des poissons avec leurs rameaux qui forment un réseau très dense et possèdent des aiguilles qui résistent assez longtemps à l'immersion. L'épicéa (*Picea exelsa*), le genévrier (*Juniperus communis*) et le cyprès bleu d'Arizona (*Cupressus glabra*) sont d'autres espèces végétales ayant été testés par branchages d'un mètre de long, fixés au grillage par des attaches rapides (frayère artificielle) et qui donnent toutes des résultats similaires (Gillet, 1989). Selon ce même auteur, il est important, et ce quel que soit le type de substrat sélectionné, qu'il forme un réseau dense afin de retenir les œufs. Néanmoins, il doit être suffisamment lâche pour laisser circuler l'eau à travers. Il faut également qu'il résiste le mieux possible au colmatage et qu'il ne se dégrade pas trop rapidement dans l'eau.

Il est intéressant de constater qu'à structure égale, l'épicéa naturel est plus attractif que son homologue artificiel. Il en découle que la structure n'est pas le seul facteur qui influence le choix des poissons. En effet, Arrignon (1972) rapporte que les brochets sont attirés vers leurs lieux de fraie, entre autres, par les odeurs provenant des transformations organiques liées à l'immersion de végétaux lors de crues. Cette situation est sans doute reproduite lors de la mise en place de frayères pourvues d'un substrat naturel (Nemry *et al.*, 2007).

### *Supports artificiels*

Ce sont des supports synthétiques qui imitent des herbiers de par leurs structures. Les substrats artificiels les plus courants sont : des branches d'épicéa synthétique, l'enkamat (nom commercial désignant un treillis en plastique noir), diverses plantes en plastique (élodées, fougères) et des fibres synthétiques. La couleur ne semble pas influencer le choix des poissons qui déposent aussi bien leurs œufs sur des fibres vertes, bleues ou rouges (gardon et carpe) (Gillet, 1989) que sur de l'épicéa synthétique blanc (brème) (Herman, 1993). D'un point de vue comportemental, la réaction des perches et des gardons a été étudiée lorsque des produits hormonaux sont placés à proximité des frayères. Cet ajout de phéromones ne semble pas influencer le comportement reproducteur car aucune différence n'a pu être observée (Gillet, 1989). Enfin, l'inclinaison des frayères ne semble pas influencer les gardons qui frayent aussi bien sur un substrat vertical qu'horizontal, pour autant que ce dernier se trouve à au moins 1 mètre de profondeur (Gillet, 1989).

### **3.4. Espèces d'intérêt halieutiques et espèces nuisibles**

Dans les canaux, on retrouve un peuplement piscicole de deuxième catégorie avec des espèces présentant un fort intérêt halieutique comme des espèces invasives indésirables.

Parmi les espèces d'intérêt halieutique, le brochet, (*Esox lucius*), est d'après le PDPG, l'espèce de référence dans le canal du RR en contexte cyprinicole (Billard, 1997). Il s'agit de l'espèce native d'Europe qui était au sommet de la chaîne alimentaire avant l'arrivée du sandre et du silure, et est actuellement classé espèce vulnérable sur la liste française de l'Union internationale pour la conservation de la Nature UICN. Sa vulnérabilité est due principalement à la raréfaction de ses zones de frayères que sont les zones inondables et les zones d'herbiers permanents, essentielles à sa reproduction (IUCN, 2010).

Le gardon (*Rutilus rutilus*), est un des poissons les plus communs et les plus répandus dans les lacs et les cours d'eau à courant lent en France. Les gardons jouent un rôle important en convertissant des aliments animaux et végétaux du fond en nourriture pour de nombreux poissons ichtyophage de valeur comme le brochet et le sandre. Il représente à lui seul une part importante de peuplements piscicoles de deuxième catégorie et à ce titre joue un rôle important dans l'équilibre des peuplements (Muus, 1987). La carpe (*Cyprinus carpio*) est une espèce importée par les Romains au 1<sup>er</sup> siècle après JC à partir du Danube. La pêche de cette espèce est très attractive notamment pour une catégorie de pêcheurs notamment dans le sud de l'Alsace où elle est fortement consommée sous forme de carpe frite. Cette espèce de fond qui peut causer des déséquilibres lorsqu'elle est en sur nombre avec notamment la destruction des plantes aquatiques (Pascal et al., 2003).

Le sandre (*Sander lucioperca*), est originaire de Hongrie et a été introduit dans le Rhin en 1901, le sandre a rapidement colonisé la France. Il est au sommet de la chaîne alimentaire de nos eaux et c'est une espèce qui présente un fort intérêt pour les pêcheurs, tant pour sa qualité gustative que pour le plaisir que procure sa pêche. Il s'agit d'une espèce très prolifique. (Muus, 1987).

Le silure glane, (*Silurus glanis*) est déjà présent à l'ère tertiaire dans la vallée du Rhône, il a ensuite disparu. Il a été réintroduit dans le milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle en Alsace d'où il a rapidement colonisé tout le réseau fluvial français. Il possède une taille habituelle est de 1 m pour 10 kg mais peut atteindre un maximum de l'ordre de 5 m pour un poids voisin de 300 kg (Billard, 1997). C'est un prédateur redoutable qui s'attaque à la majorité des espèces et il est considéré comme régulant les populations de poissons chats. Sa pêche est réputée pour être sportive et fait de nombreux adeptes.

Le poisson chat (*Ameiurus melas*), est originaire de l'Amérique du Nord et du Sud Est du Canada. Il a été introduit dans de nombreux étangs au début du siècle et dans les années 50, cette espèce a colonisé l'ensemble du réseau fluvial français. De plus, le poisson chat ne possède que très peu de prédateurs. Il mesure jusqu'à 40 cm et pèse jusqu'à 1,5 kg. Les nageoires dorsales et pectorales comportent un rayon

épineux très piquant. La coloration du corps est assez homogène, le dos est brun plus ou moins foncé, le ventre est jaune. Sa reproduction est printanière lorsque la température de l'eau est proche de 18°. La reproduction se déroule sur un nid de vase ou de sable, la femelle pond de 1 000 à 13 000 œufs qui sont protégés et entretenus par le mâle durant toute l'incubation (8 à 10 jours). Après l'éclosion, les alevins restent groupés en boule durant plusieurs semaines. Le poisson chat est une espèce classée indésirable, il dévore les œufs des autres poissons et est omnivore. En raison de sa forte résistance aux fortes températures (jusqu'à 37°C) ainsi qu'à la pollution de l'eau couplé aux soins parentaux qu'il prodigue à sa progéniture, Il colonise très vite un secteur aquatique, principalement dans les eaux calmes, dans les lacs de retenue de barrages, dans les étangs. Il est interdit par la loi de le transporter vivant et de le relâcher. Le poisson-chat est considéré en France comme un nuisible dont l'éradication est recommandée : Décret n° 85-1189 du 08/11/1985 (Keith, 2001).