

## Méthode d'estimation de la survie embryolarvaire de Salmonidés par insertion de capsules d'incubation sous gravier

<sup>1</sup> Frédéric Lange, Jacques Dumas, Lionel Barrière, Samuel Marty<sup>2</sup>

**Résumé :** Nous décrivons une nouvelle technique utilisée pour l'estimation de la survie sous graviers des Salmonidés entre l'œuf fécondé et l'émergence de l'alevin. Elle met en œuvre des capsules cylindriques grillagées de 7 ou 12 cm<sup>3</sup> contenant des petits lots d'œufs qui sont implantés dans le substrat de frayères naturelles ou artificielles au moyen de petits tubes conducteurs amovibles insérés à l'aide d'une tige métallique.

**Mots clés :** frayères, méthode et dispositif, pontes, salmonidés, stades précoces, survie.

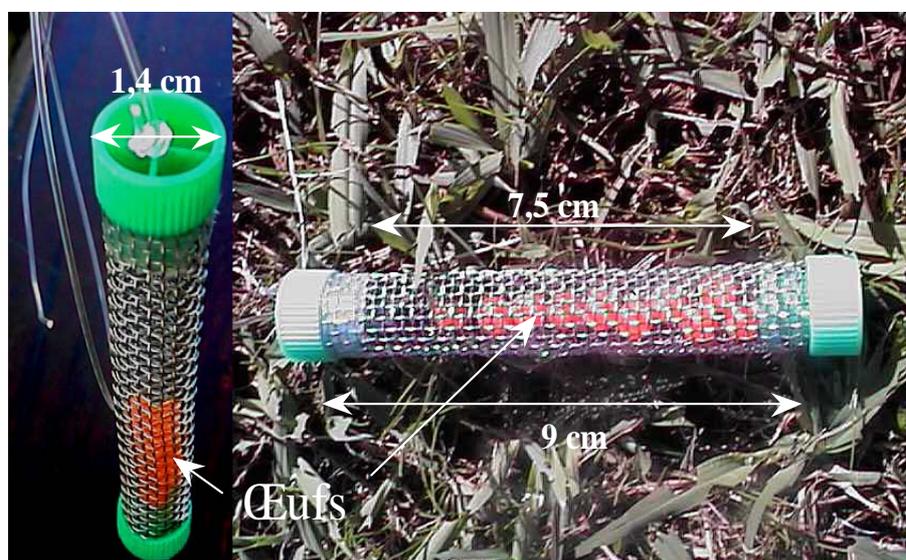


Figure 1 : Capsule d'incubation grillagée contenant 10 œufs

### Introduction

Le développement embryolarvaire des salmonidés se déroule sous les graviers des frayères entre décembre et début avril dans la partie méridionale de l'aire de répartition de l'espèce. Il représente une des phases les plus cruciales de leur cycle biologique en terme de survie. Le taux de survie entre la ponte et l'émergence des alevins peut varier de 2 à 35 % (MacKenzie et Moring, 1988) selon les cours d'eau. Il témoigne de l'efficacité de la reproduction des Salmonidés et prend en compte la totalité de la phase de développement embryolarvaire. Ce critère constitue l'un des indicateurs biologiques de qualité des habitats d'eau courante. Depuis longtemps, des auteurs ont essayé de quantifier la survie des œufs et des alevins au sein d'une frayère jusqu'à l'émergence. Ils ont utilisé deux méthodes principales. La première consiste à récupérer les alevins émergents à l'aide de filets-capes ou de cages grillagées

<sup>1</sup> UMR ECOBIOP INRA, Station d'hydrobiologie, Quartier Ibarron - 64310 Saint-Pée-sur-Nivelle ☎ 05 59 51 59 51  
[Frederic.Lange@st-pee.inra.fr](mailto:Frederic.Lange@st-pee.inra.fr), [dumas@st-pee.inra.fr](mailto:dumas@st-pee.inra.fr), [barriere@st-pee.inra.fr](mailto:barriere@st-pee.inra.fr)

<sup>2</sup> Conseil Supérieur de la Pêche, Building des Pyrénées 2D - 64000 Pau

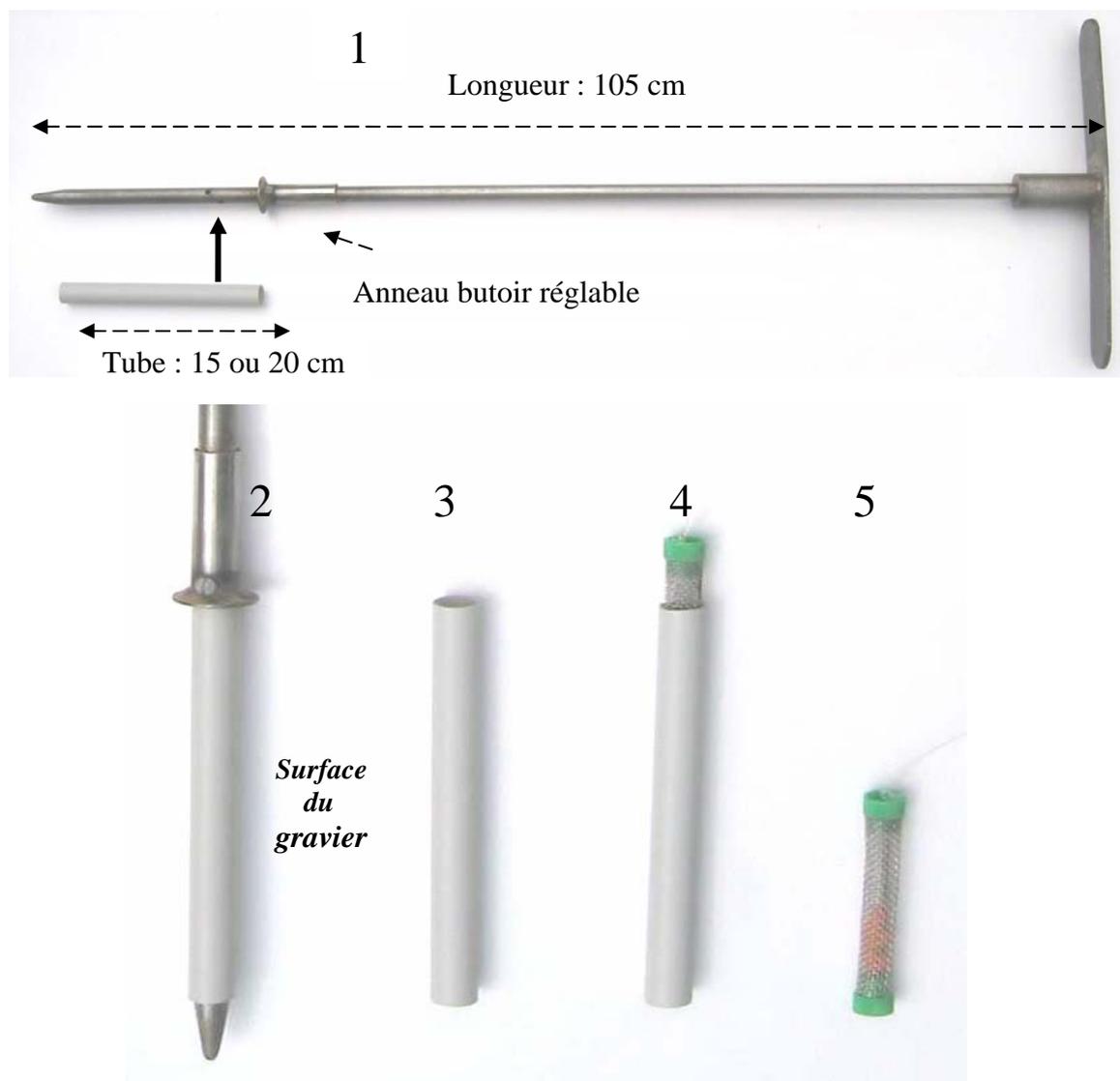
recouvrant les frayères (Dumas et Darolles, 1999). Elle présente des problèmes liés à l'estimation du nombre initial d'œufs déposés dans les frayères par les femelles, à la difficulté de la mise en place des pièges, aux risques d'évasion des alevins par les interstices du substrat et enfin à la vulnérabilité du dispositif aux forts courants lors des crues. La seconde consiste à incuber les œufs dans des boîtes grillagées de divers modèles, placées dans le substrat et auxquelles un piège à alevins de faible volume dépassant du substrat est fixé peu avant l'émergence (Rubin, 1995). Elle présente aussi des inconvénients liés notamment à la déstructuration et à l'amélioration granulométrique du substrat par perte d'éléments fins lors du remplissage des incubateurs avec le gravier en place, à la modification de la frayère existante lors de la pose et à la vulnérabilité du dispositif surmonté de son piège lors des crues.

Afin d'éviter les inconvénients de ces deux procédés, nous avons mis au point une nouvelle méthode d'estimation de la survie sous gravier adaptée de celle de Scrivener (1988). Elle consiste à insérer dans le substrat d'une frayère naturelle ou artificielle sans le modifier, à l'aide d'un tube conducteur en plastique amovible et d'une tige métallique, plusieurs petites capsules (tubes cylindriques) de grillage de quelques centimètres cubes de volume, remplies d'un nombre connu d'œufs fraîchement fécondés et empêchant ultérieurement les alevins de s'évader (**figure 1 et 2**) (Dumas et Marty, 2006).

## 1. Description d'une frayère à Salmonidés

**1.1 La frayère naturelle** est, selon l'espèce, une zone de quelques décimètres à quelques mètres carrés allongée dans l'axe du courant. Elle se situe le plus souvent dans quelques dizaines de centimètres d'eau à la limite amont d'un faciès d'écoulement rapide. Elle est constituée d'un dôme de graviers sous lequel se trouvent plusieurs poches d'œufs à une profondeur de 5 à 25 cm sous le substrat. Ces poches correspondent à autant de dépressions creusées par la femelle de l'aval vers l'amont, puis remblayées après chaque ponte avec le produit de creusement de la poche suivante. Le substrat de la frayère se trouve ainsi débarrassé d'une grande partie des éléments les plus fins (< 2 mm) pour une meilleure circulation de l'eau véhiculant l'oxygène nécessaire au développement des œufs. Elle se termine en amont par une dépression non remblayée plus large que celles des poches d'œufs. Le fond de chaque poche est tapissé de gros cailloux qui n'ont pu être remué, entre lesquels se logent des amas de quelques dizaines à quelques centaines d'œufs ensuite recouverts de matériaux de granulométrie plus fine. La morphologie caractéristique de la frayère (dépression suivie d'un dôme) ainsi que sa structure granulométrique favorisent la pénétration et la circulation de l'eau dans les interstices du substrat et donc l'apport d'oxygène nécessaire au développement des embryons puis des larves.

**1.2 Les frayères artificielles (figure 3)** sont réalisées au moyen d'une houe dentée en s'aidant du courant pour chasser les fines comme le ferait une femelle sur une frayère naturelle. L'axe du courant définit l'orientation de la frayère sur le lit de la rivière. Pour simuler une frayère à saumon, une première cavité d'environ 20 cm de profondeur est creusée en aval. Puis toujours en procédant de la même manière, on creuse vers l'amont, le substrat remué remblayant la cavité en aval et ce sur une distance d'environ 1,5 m à 3 m. Une fois terminée, la frayère artificielle représente une tranchée recouverte de substrat remué sur 15 ou 20 cm de profondeur et 20 cm de large à la base. Elle se présente alors avec un creux en amont suivi d'un dôme en aval. Ses caractéristiques granulométriques sont voisines de celles des frayères naturelles.



**Figure 2 :** Matériel et étapes d'insertion des capsules dans le gravier d'une frayère

1 - Insertion du tube de guidage sur la barre métallique.

2 - Introduction verticale du tube de guidage dans le gravier. 3 - Retrait de la barre métallique.

4 - Insertion d'une capsule jusqu'au fond du tube. 5 - Retrait du tube de guidage.

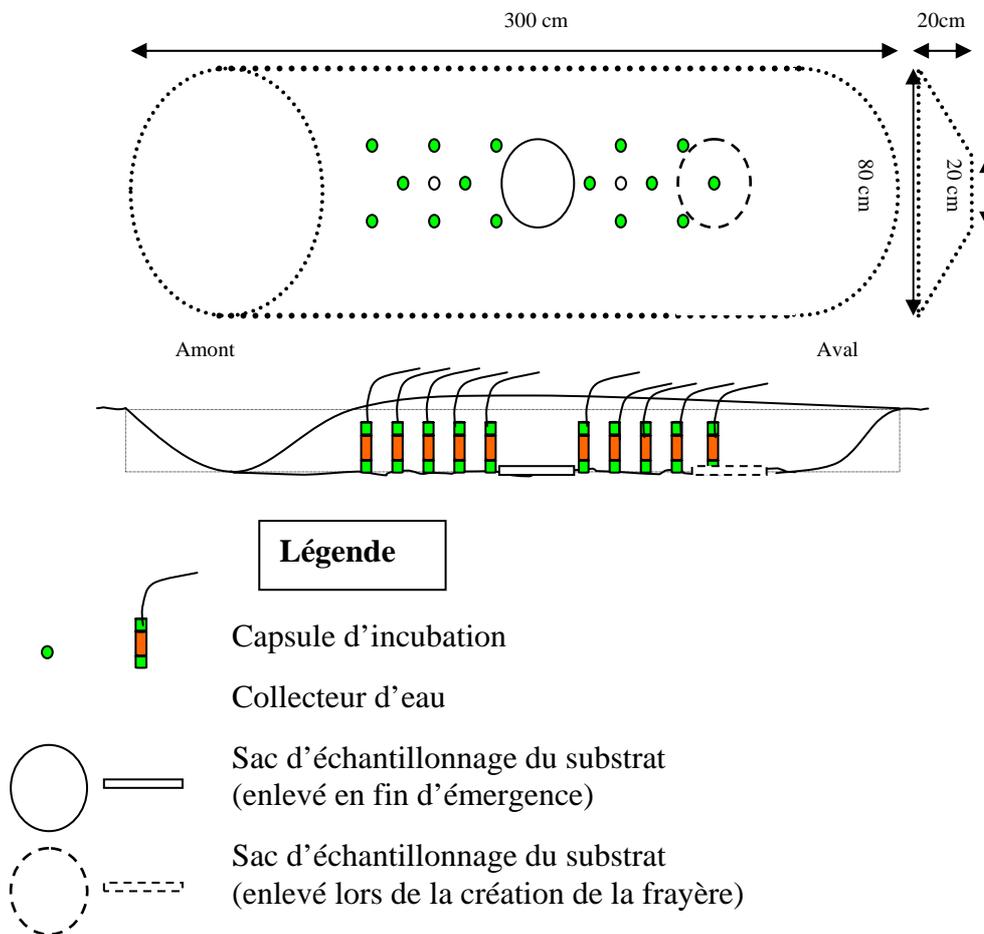
## 2. Description des capsules d'incubation et du matériel d'introduction

**2.1 Les capsules d'incubation** sont de tailles différentes, selon le diamètre des œufs qui varie avec la taille des espèces (par exemple, 5 à 7 mm chez le saumon Atlantique et 4 à 5 mm chez la truite commune de ruisseau). Il s'agit de petits tubes cylindriques en grillage d'acier inoxydable (**figure 1**). Pour les grands Salmonidés les capsules font 9 cm de longueur pour un diamètre de 1,4 cm. Le vide de maille est de 1,5 mm et le pourcentage de vide est de 54 %. Les deux extrémités du cylindre sont obturées par des bouchons en PVC qui réduisent la longueur utile à 7,5 cm pour un volume utile de 12 cm<sup>3</sup>. Un fil de Nylon d'environ 50 cm est relié à l'un des bouchons, lui-même fixé à la capsule avec une colle à la silicone (qualité

aquarium). Ce fil sert à localiser et à retirer les capsules dans le cours d'eau. Pour les Salmonidés de petite taille, la longueur du tube est réduite de 3 cm laissant une longueur utile de 4,5 cm pour un volume de 7 cm<sup>3</sup>.

## 2.2 Matériel d'introduction

Afin de pouvoir insérer les capsules d'incubation dans le gravier, les frayères sont équipées de tubes « conducteurs » en PVC (**figure 2**) de 15 ou 20 cm de long et de 1,7 cm de diamètre intérieur. Ils sont placés au moyen d'une aiguille d'introduction (barre métallique pointue de 105 cm) sur laquelle le tube PVC est enfilé et retenu par un anneau butoir. Une fois enfoncée dans le substrat à la profondeur souhaitée (jusqu'au butoir), la barre métallique est soigneusement retirée en prenant soin de ne pas déloger le tube implanté, qui est ensuite bouché pour éviter tout dépôt à l'intérieur avant la mise en place des capsules d'incubation.



**Figure 3 :** Frayère artificielle de saumon équipée de capsules d'incubation, collecteurs d'eau et sacs d'échantillonnage du substrat.

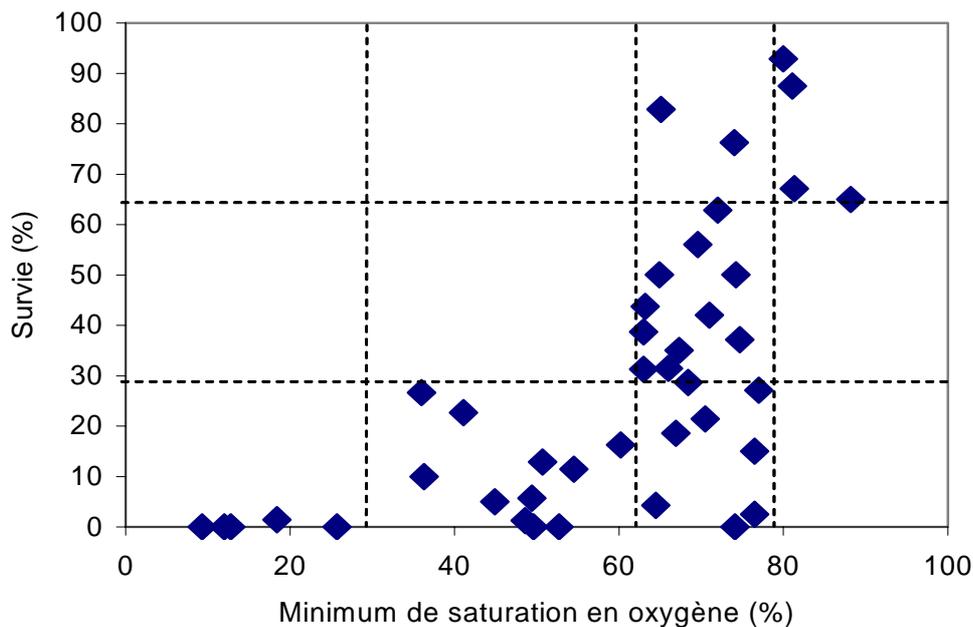
## 3. Obtention, manipulation, conditionnement et pose des œufs

Les pontes artificielles (fécondation à sec) de géniteurs sauvages, qui peuvent être transportés en pisciculture pour faciliter les manipulations, sont utilisées à ces fins. Après observation d'un temps de repos d'une demi-heure après la fécondation, le comptage et le conditionnement des lots d'œufs sont réalisés dans les deux heures qui suivent la fécondation.

Les capsules remplies d'œufs (par l'intermédiaire d'un petit entonnoir) sont transportées dans des glacières remplies d'eau pour éviter le brassage et les chocs. La mise en place des œufs et des dispositifs d'incubation dans les frayères doit intervenir au maximum 12 heures après la fécondation avec dans ce cas la nécessité de contrôler régulièrement la température, la maintenir stable et changer l'eau régulièrement si nécessaire. Les capsules sont introduites dans les tubes conducteurs préalablement installés, lesquels sont retirés immédiatement après. Seuls les fils de Nylon reliés aux capsules dépassent du substrat et permettent de les repérer.

#### 4. Exemple de contrôle des survies en fonction des objectifs d'étude d'une espèce : le saumon Atlantique (*Salmo salar L.*) et perspectives d'utilisation

La survie du saumon Atlantique (*Salmo salar L.*) entre la ponte et l'émergence des alevins hors gravier est testée dans le bassin de la Nivelles grâce à l'insertion de capsules d'incubation contenant des œufs fraîchement fécondés dans des frayères artificielles et naturelles (**figure 3**). Le débit et la température de l'eau de surface, l'oxygène dissous des eaux de surface et interstitielle et les caractéristiques granulométriques du substrat des frayères sont contrôlés durant toute la durée de l'expérience. L'encombrement mineur de ces capsules permet une souplesse dans leur agencement au sein de la frayère et éventuellement l'association d'autres dispositifs comme des préleveurs d'eau pour déterminer la concentration en oxygène, la quantité d'azote (**figure 3**).



**Figure 4 :** Relation entre la survie dans les groupes de capsules et la saturation minimum en oxygène de l'eau interstitielle des frayères de décembre 2000 à mars 2001 dans la Nivelles (Dumas et al. soumis)

Les résultats montrent qu'il n'y a pas de différence de survie entre les frayères artificielles et naturelles et que les mortalités interviennent principalement lors d'épisodes de crues avant éclosion et l'on estime ainsi la survie embryolaire sur l'ensemble du domaine accessible aux saumons. Il y a une corrélation positive très forte entre le taux de survie et le taux de saturation minimum en oxygène de l'eau interstitielle ( $N = 41$ ,  $R_s = 0.67$ ,  $p < 0.001$ ). La survie est d'autant meilleure que la concentration en oxygène est élevée (**figure 4**).

## Conclusion

Avec cette nouvelle méthode on s'affranchit de problèmes et de biais récurrents dans les deux dispositifs utilisés auparavant. Le suivi d'effectifs connus d'œufs avec des capsules permet par exemple de s'affranchir de l'incertitude sur l'estimation des nombres d'œufs déposés dans les frayères naturelles, de favoriser une insertion des œufs dans un milieu où les contraintes sont respectées (éviter les manipulations du gravier et ne pas modifier le substrat de la frayère testée qu'elle soit naturelle ou artificielle). La technique des capsules fournit des estimations de survie entre ponte et émergence plus objectives et plus réalistes que les deux autres méthodes. On a constaté une sous estimation de la survie dans le cas des filets-capes et une surestimation dans le cas des boîtes d'émergence (Dumas et Marty, 2006). Enfin le coût de cette technique est faible (environ 10 euros pour une capsule). Les perspectives d'utilisation sont nombreuses. On pourrait par exemple associer aisément plusieurs espèces au sein d'une même frayère (saumon, truite ou truite de mer). Utilisée sur des Salmonidés à gros œufs, cette méthode est adaptable à d'autres espèces.

## Bibliographie

- MacKenzie C, Moring JR (1988) Estimating survival of Atlantic salmon during the intra-gravel period. *North American Journal of Fisheries Management* **8**, 45-49.
- Dumas J, Darolles V (1999) Caractéristiques environnementales et survie embryolaire du Saumon atlantique, *Salmo solar* L., dans un cours d'eau du piémont pyrénéen, la Nivelle (France). *Cybium*, 23 (1) suppl., 29-44.
- Dumas J, Marty S (2006) A new method to evaluate egg-to-fry survival in salmonids, trials with Atlantic salmon, *Journal of Fish Biology*, 68, 284-304.
- Dumas J, Olaizola M, Barrière L. Survie embryolaire du saumon atlantique, *Salmo salar* L., dans un cours d'eau du sud de son aire de répartition, la Nivelle. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* (soumis).
- Rubin JF (1995) Estimating the success of natural spawning of salmonids in streams. *J. Fish Biol.*, 46, 603-622.
- Scrivener JC (1988) Two devices to assess incubation survival and emergence of salmonid fry in an estuary streambed. *N. Am. J. Fish. Manag.*, 8, 248-258.