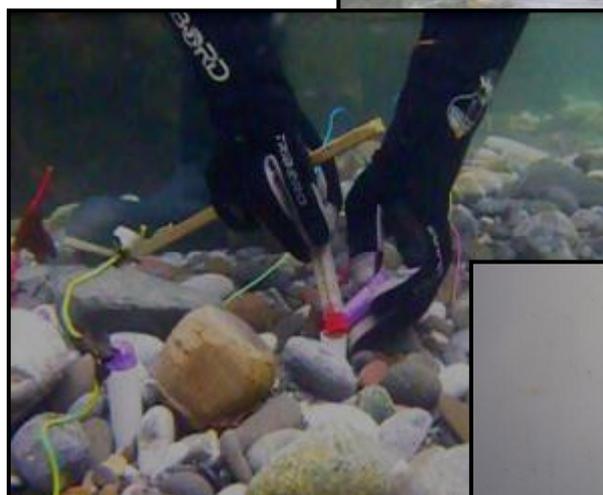


Test de l'efficacité du décolmatage des frayères à salmonidés sur le Gave d'Oloron.



Novembre 2010-Avril 2011

La Fédération des Pyrénées-Atlantiques pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique tient à remercier l'ensemble des partenaires financiers pour leurs contributions à cette étude :

- **Conseil Général des Pyrénées-Atlantiques**

- **Conseil Régional d'Aquitaine**

- **Agence de l'Eau Adour-Garonne**

- **Fédération Nationale de la Pêche en France**

Nous tenons également à remercier tous les collaborateurs techniques pour l'aide précieuse qu'ils ont apportée :

- **AAPPMA du Gave d'Oloron**

- **Pisciculture de l'INRA à Lees-Athas**

SOMMAIRE

INTRODUCTION	4
1. MATERIEL ET METHODE	5
1.1 Localisation et description des sites d'études	5
1.2 Mise en place des thermographes	7
1.3 Prélèvements des macroinvertébrés	7
1.4 Décolmatage	8
1.5 Préparation des frayères.....	9
1.6 Mise en place des bâtonnets à hypoxie	10
1.7 Préparation et mise en place des œufs de truite.....	11
2. RESULTATS	12
2.1 Conditions de l'étude.....	12
2.2 Bâtonnets à hypoxie-oxygénation du substrat	13
2.3 Survie des œufs.....	16
2.4 Analyse des macroinvertébrés.....	20
2.5 Analyses croisées de l'oxygénation, de l'éclosion et de l'émergence	22
3. CONCLUSION SUR L'EFFICACITE DU DECOLMATAGE	23
BIBLIOGRAPHIE	25
ANNEXES	26

INTRODUCTION :

Le bassin versant du gave d'Oloron est soumis à de nombreuses activités anthropiques (hydroélectricité, agriculture intensive, industries) qui relarguent de nombreux éléments minéraux et organiques dans le milieu. Ces rejets sont tels que depuis des années les pêcheurs relatent voir un changement du fond des cours d'eau (développements d'algues, dépôts de sables) et constatent une nette diminution du nombre de truites et de saumons.

Les études de Migradour sur la qualité des frayères à salmonidés sur le bassin de l'Adour (Barracou, 2007) confortent l'inquiétude des pêcheurs en rapportant des qualités de frayères moyennes à faibles sur le gave d'Oloron avec des productions faibles de juvéniles par rapport au potentiel théorique. Le colmatage du substrat par les matières organiques et minérales y est décrit comme la principale cause de la perte de fonctionnalité des frayères.

Afin de faire face au colmatage du substrat du gave et de préserver les populations de salmonidés, la Fédération de Pêche des Pyrénées-Atlantiques a souhaité vérifier si il était possible d'améliorer la fonctionnalité des frayères par le décolmatage mécanique du substrat.

Pour ce faire, des œufs de truite enfermés dans des capsules métalliques et des bâtonnets hypoxie, qui mesurent l'oxygénation du substrat, ont été mis à incuber sur des frayères décolmatées et non décolmatées sur les mêmes sites. La comparaison des résultats permet alors d'apprécier l'efficacité du décolmatage sur l'oxygénation du substrat, sur la survie des œufs de truite, et donc sur la fonctionnalité des frayères à salmonidés.

Ces travaux, qui s'inscrivent dans le cadre plus général de l'étude de la fonctionnalité des frayères à salmonidés sur l'ensemble du bassin versant du gave d'Oloron, ont pour but d'apporter des solutions aux gestionnaires en attendant que les problèmes d'intrants soient résolus.

Afin de s'assurer que le décolmatage du substrat ne perturbe pas le fonctionnement des milieux, une étude annexe des peuplements de macroinvertébrés a été réalisée avant et après décolmatage.

1. MATERIEL ET METHODE :

1.1 Localisation et description des sites d'études :

Afin d'augmenter la pertinence des résultats, les sites d'études ont été placés selon un gradient amont-aval sur les zones de frayères les plus « actives » du gave d'Oloron, recensées depuis des années par MIGRADOUR et les techniciens de l'AAPPMA du gave d'Oloron (Brigades Vertes).

Pour une question de représentativité, 3 sites ont été retenus :

- Estos, pour le secteur amont
- Préchacq, pour le secteur intermédiaire
- Jasses, pour le secteur aval

Ces sites sont placés en alternance avec les secteurs visés par l'étude de la fonctionnalité des frayères à salmonidés également menées par la Fédération de pêche. La succession de ces stations d'études permet d'avoir une meilleure représentativité de la fonctionnalité des frayères à l'échelle du gave.

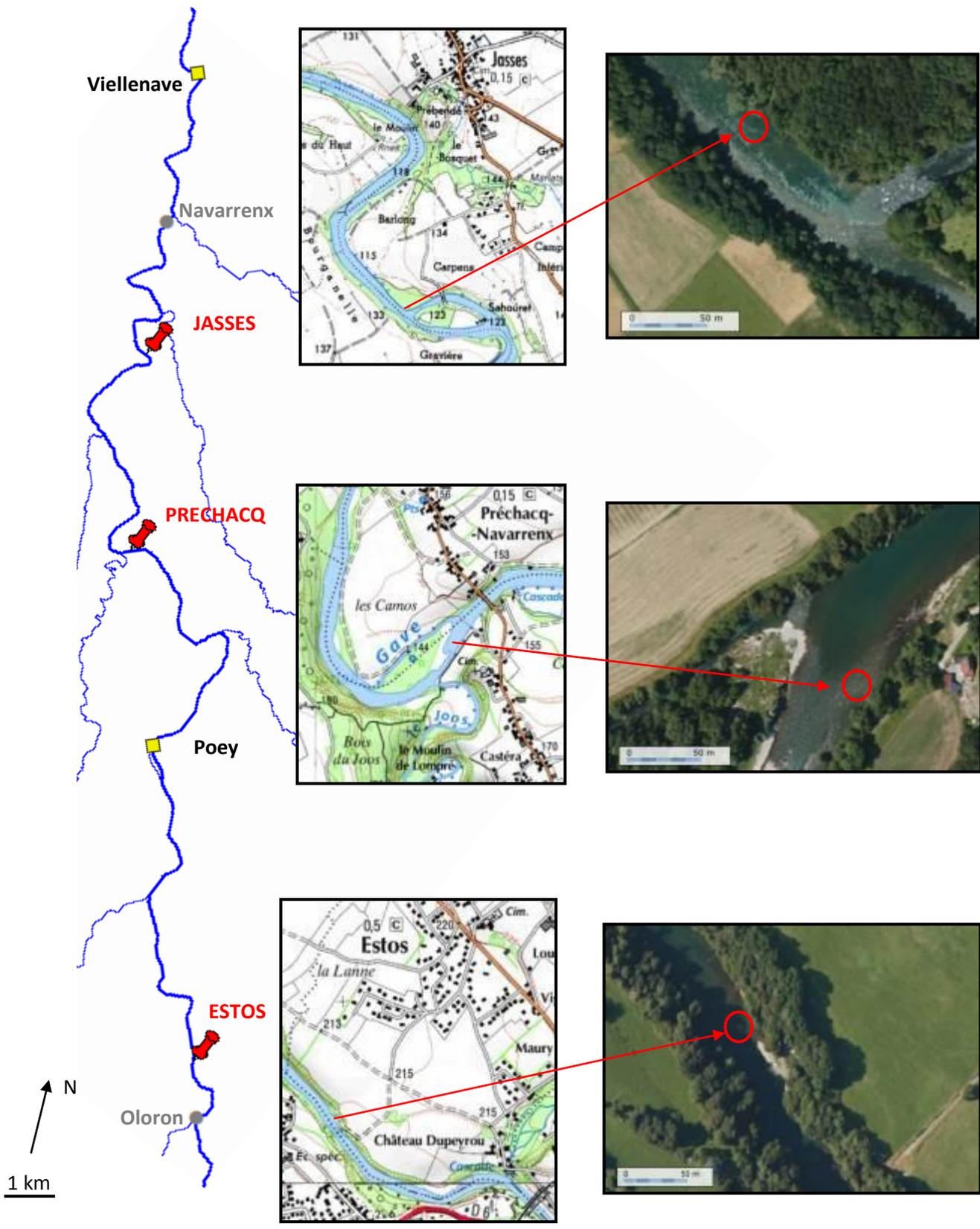
Sur chacune des stations les frayères à salmonidés sont situées en queue de pool-tête de radier. Ce sont de grandes plages de galets d'un diamètre moyen de 5 cm, couvrant plusieurs centaines de m² de surface, et sous des hauteurs d'eau d'environ 60 cm. Le colmatage du substrat apparaît parfois dès les couches superficielles pour s'aggraver en profondeur (accumulation de sables et limons).



Frayère de Jasses



Couche inférieure du substrat



- Station décolmatage
- Station fonctionnalité frayères
- Ville

Cartographie des sites d'études

1.2 Mise en place des thermographes :

Etant donné que les œufs de truite sont enfouis sous le substrat, seule la connaissance de l'évolution de la température de l'eau sur les différents sites d'études peut nous permettre de déterminer les différents stades de développement embryonnaire (oeillage, éclosion et émergence) grâce au cumul des degrés.jours (430°.jours pour l'éclosion, 730°.jours pour l'émergence).

Deux thermographes (Tinytag Aquatic2 de Gemini) ont donc été placés le long du Gave entre les différents sites d'études pour prendre en compte l'évolution amont-aval. Le thermographe aval était situé sur la station de Viellenave et le plus amont à proximité du site de Poey.



Mise en place d'un thermographe

Les thermographes ont été relevés en moyenne tous les 15 jours. Avec une date de fécondation au 23 décembre 2010, l'éclosion s'est produite le 26 février et l'émergence des alevins le 4 avril 2011.

1.3 Prélèvement des macroinvertébrés :

Sur chaque site, 3 prélèvements ont été réalisés à l'aide d'un filet surber. Le premier s'est déroulé juste avant le décolmatage du substrat et sert de référence. Les deux suivants ont été réalisés deux mois et demi plus tard, au moment de la relève des capsules au stade de l'éclosion des œufs et ont concerné le site décolmaté et non décolmaté.

C'est la comparaison de ces 2 derniers prélèvements qui nous permet de juger de l'impact du décolmatage sur le milieu. Le prélèvement de référence sert à s'affranchir de l'effet « saison » sur le développement des macroinvertébrés.

Pour chaque prélèvement, 3 répliqués ont été réalisés. Ces prélèvements ont été très délicats sur les zones décolmatées à cause des surfaces restreintes des frayères (<0,6 m²) et de l'occupation de l'espace par les capsules et les bâtonnets hypoxie.

1.4 Décolmatage :

Le décolmatage du substrat a été réalisé à l'aide d'outil de jardinage de type bêche et croc. L'emploi d'une barre à mine a parfois été nécessaire pour casser la première couche, véritable « cuirasse » à certains endroits (phénomène de pavage). Les opérations de décolmatage se sont déroulées le 15 novembre et ont nécessité le travail de 3 personnes sur chaque frayère.

La première étape du décolmatage a consisté à creuser un trou de 30 cm de profondeur sur 2 m de long et 1 m de large. Pour ce faire, après avoir décompacté le substrat à l'aide de la barre à mine et de la bêche, les galets ont été tirés sur le coté à l'aide du croc.

La surface restante a ensuite été longuement grattée de l'amont vers l'aval à l'aide du croc afin de faire partir le maximum d'éléments fins. Le site était considéré comme décolmaté lorsqu'il n'était plus observé de dépôts de matières fines (panache marron).

Les galets ont ensuite été remis à leur place puis un dernier coup de bêche a permis de s'assurer que la plupart des éléments fins avaient été enlevés.



Bêche et croc servant au décolmatage



Technicien pendant le décolmatage



AVANT DECOLMATAGE



APRES DECOLMATAGE

Substrat d'Estos avant et après décolmatage

1.5 Préparation des frayères :

Afin de gagner du temps et de limiter la durée de manipulation des œufs, les frayères ont été creusées la veille de la mise en place des œufs de truite.

Dans le but de ne pas creuser le substrat plus que ne le font les truites, les frayères sont édifiées à l'aide des pieds des manipulateurs ce qui imite le mieux l'action des géniteurs. Pour cela 2 personnes placées côte à côte remuent le substrat avec leurs pieds sur une dizaine de centimètres de profondeur et sur environ 1 m de long en remontant vers l'amont.

Sur les zones non décolmatées si le substrat s'avérait trop compact il était légèrement décompacté à l'aide d'une bêche ou d'un croc. A la fin de l'exercice le but est d'obtenir un dôme identique aux frayères naturelles, formé par l'accumulation des matériaux entraînés par le courant lors de leur mobilisation.

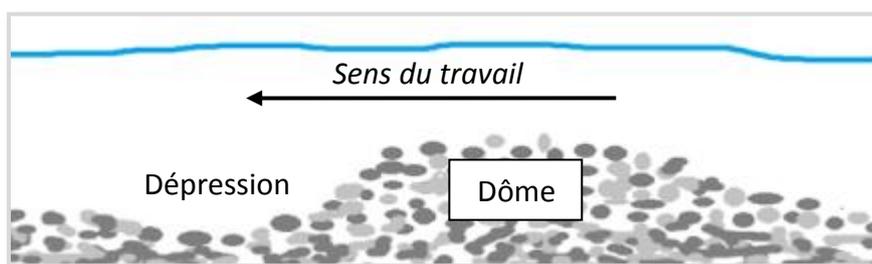
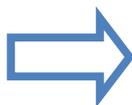


Schéma d'une frayère en coupe transversale

Sur chaque site, une fois les 2 frayères creusées, l'une sur la zone décolmatée l'autre sur une zone située à proximité, on y insère des tubes PVC (10 par frayère) qui serviront de guides pour les capsules. Ces tubes, fermés ensuite par des bouchons plastiques, permettent de préparer tous les trous à l'avance en évitant qu'ils ne se rebouchent.

Les tubes sont enfoncés dans les frayères à l'aide d'une barre à mine munie d'un guide qui sert d'arrêt. L'outil est surmonté d'un socle plat renforcé qui permet d'y porter des coups de maillet pour enfoncer l'ensemble.



Mise en place des tubes PVC et illustration d'un tube enfoui, fermé par un bouchon

1.6 Mise en place des bâtonnets à hypoxie (MARMONIER, 2004):

Les bâtonnets à hypoxie serviront d'indicateurs d'oxygénation du substrat. Ils sont en bois blanc (pin ou sapin), de section carrée (1 cm de côté) et longs de 30 cm et ont la propriété de noircir en condition hypoxique et anoxique. En fonction de l'importance des zones noircies (tâches, bandes...) après un mois d'incubation, on en déduit l'intensité d'oxygénation du substrat.

Ils sont coiffés d'un fil de fer de couleur (genre fil électrique) pour pouvoir les retrouver et les extraire du substrat.

L'information transmise par les bâtonnets couplée à la survie des œufs de truite permet d'apprécier de manière globale la fonctionnalité de la frayère.

Afin d'avoir l'information la plus précise sur les conditions de développement des œufs, 6 bâtonnets sont placés à l'intérieur des frayères en alternance avec les capsules métalliques contenant les œufs de truite.

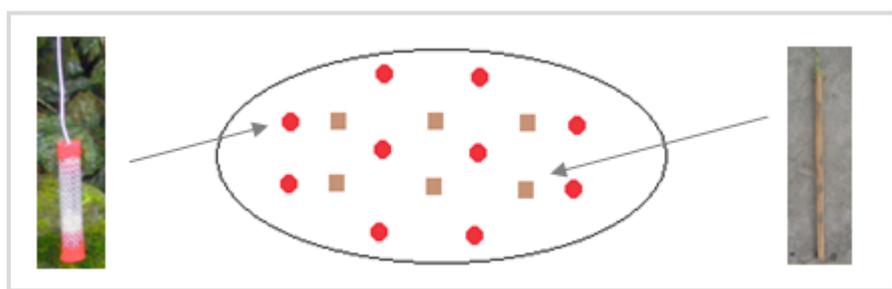
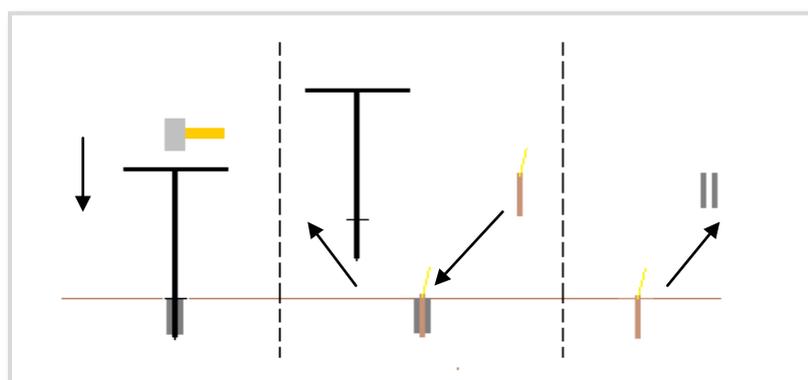


Schéma de l'implantation des bâtonnets et des capsules dans la frayère

La mise en place des bâtonnets s'effectue avec la même barre à mine utilisée pour enfouir les tubes servant de guide aux capsules métalliques. Un guide en fer est d'abord introduit dans le substrat à l'aide de l'outil puis le bâtonnet est inséré dans le guide qui est retiré aussitôt.



Déroulement de l'insertion des bâtonnets dans le substrat

Pour gagner du temps les bâtonnets ont été mis en place lors du creusement des frayères et ont été retirés un mois plus tard comme le prévoit le protocole.

1.7 Préparation et mises en place des œufs de truite:

Préparation des capsules :

Les capsules métalliques sont constituées d'un tube grillagé (crépine inox) de 1,4 cm de diamètre intérieur et 6 cm de long fermé aux 2 extrémités par 2 bouchons plastiques amovibles. Un fil plastique de 80 cm de long et de couleur vive est collé sur le bouchon supérieur afin de retrouver les capsules une fois qu'elles auront été enfouies dans le substrat. Ce fil sert également à extraire les capsules en tirant dessus, sa résistance est donc très importante. Le bouchon supérieur est ensuite collé à la capsule pour éviter qu'il ne se défasse lors de son extraction. Seul le bouchon inférieur reste libre afin d'y introduire les œufs et de pouvoir les extraire.



Capsules métalliques

Préparation des œufs :

Les œufs proviennent de géniteurs de souche Atlantique. Ils ont été fournis par la pisciculture de L'INRA de Léés-Athas où ils ont été fécondés le jour même de la mise en place des capsules dans les frayères. Après la fécondation, un temps de latence est observé pour permettre le durcissement de la membrane externe des œufs avant de les manipuler et de les introduire dans les capsules à l'aide d'un entonnoir (10 œufs par capsule).



Prélèvements de la laitance des mâles



Fécondation des œufs par la laitance

Mise en place des capsules :

Les capsules sont transportées sur les 3 sites à l'aide de glacières remplies d'eau. Sur chaque frayère, 10 capsules sont introduites dans les tubes PVC, préalablement débouchées. Les capsules sont enfoncées à l'intérieur des tubes à l'aide d'une tige ou d'un morceau de bois.

Une fois la capsule métallique enfoncée dans le substrat le tube PVC peut être retiré délicatement en veillant à bien maintenir la capsule au fond du trou.



Mise en place d'une capsule métallique



Frayère avec capsules vue du dessus

Un lot témoin constitué de 10 capsules métalliques (100 œufs) est conservé à la pisciculture dans une armoire d'incubation qui offre des conditions optimales afin de pouvoir s'affranchir d'une éventuelle mauvaise qualité de la ponte.

2. RESULTATS :

2.1 Conditions de l'étude

- Qualité de la ponte :

L'analyse du lot témoin a montré une très mauvaise qualité de ponte. En effet, les taux de survie aux différents stades sont les suivants :

- Oeillage (œuf embryonné) : 84 %
- Eclosion : 27 %
- Emergence : 7%

Malgré un taux de fécondation normal, les survies à l'éclosion et à l'émergence sont très en deçà de ce qui est habituellement obtenu en pisciculture. Selon le pisciculteur, cela serait liée à la nourriture donnée aux géniteurs. Sa production de truites fario a aussi été impactée cette année.

Aussi, même si il est mathématiquement possible de corriger le taux de survie en conditions semi-naturelles de l'expérience à partir du lot témoin, la robustesse statistique en sera affectée.

- hydrologie :

Les crues sont connues comme le principal facteur d'échec de la reproduction des salmonidés en condition naturelles. Les conditions hydrologiques ont donc été particulièrement surveillées pendant l'expérience. Or, 2 crues importantes ont plus ou moins modifié le fond de la rivière selon les stations. Sur certains sites, de nombreuses capsules ont disparu. Sur d'autres, elles étaient enfouies sous plus de 30 cm de substrat, entraînant l'asphyxie des œufs.



Diagramme hydrologique du Gave d'Oloron sur la période d'étude

- Vandalismes :

Malgré un panneutage des sites et la diffusion de l'information par voie de presse, sur certains sites très fréquentés, notamment Estos, le matériel a été arraché par des personnes malveillantes.

2.2 Bâtonnets à hypoxie-oxygénation du substrat :

Les bâtonnets à hypoxie ont été retirés le 26 janvier, un mois après leur implantation. Il en manquait 3 sur le site d'Estos et un sur le site de Préchacq. Leur perte peut être liée à l'hydrologie, à l'activité des poissons sur les frayères ou à la malveillance de certains promeneurs...

Après leur retrait du substrat, la lecture se fait à l'œil nu à l'aide d'une règle. Seuls les 20 premiers centimètres sont analysés précisément, car c'est dans cette couche que sont enfouies les capsules métalliques.

Pour chacun des bâtonnets on note le nombre de tâches (densité) et leurs profondeurs. On compare ensuite ces 2 paramètres entre les différentes frayères de chaque site pour savoir si le décolmatage a eu un effet sur l'oxygénation du substrat.

Pour illustrer simplement les résultats, la figure ci-dessous représente la densité moyenne et la profondeur moyenne des tâches par frayère et selon leur type de traitement (décolmatée ou non décolmatée).

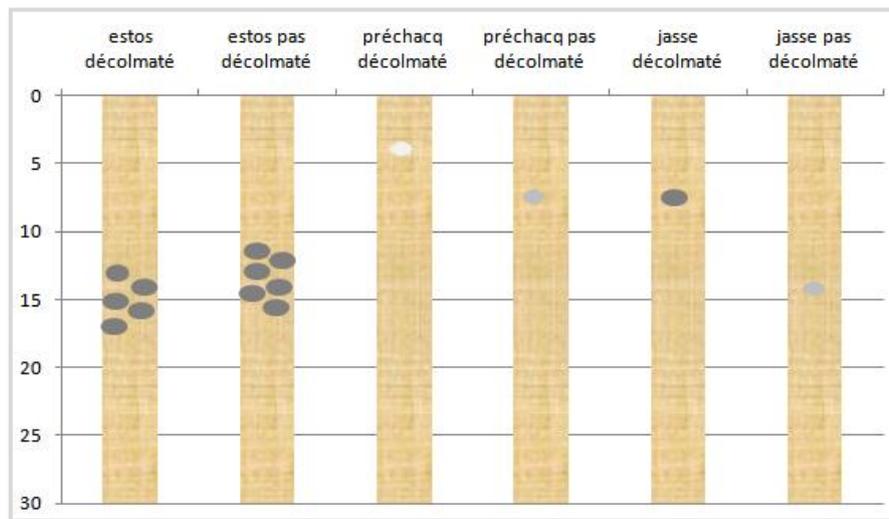


Figure des résultats moyens des bâtonnets hypoxie par frayère (nb moyen de taches : ● 1, ● 0.66, ● 0.44)

- Nombre de taches :

Etant donné le faible nombre d'échantillons on utilise un test non paramétrique de Mann-Whitney avec comme hypothèse $H_0 = \text{il n'existe pas de différence significative entre la frayère décolmatée et non décolmatée.}$

Site	Nb de taches sur l'ensemble des bâtonnets de la frayère décolmatée	Nb taches sur l'ensemble des bâtonnets de la frayère non décolmatée	p-value
Estos	24	24	0.8024
Préchacq	2	4	0.357
Jasse	6	4	0.6733

Résultats des tests de Mann-Whitney pour la comparaison du nombre de taches sur les bâtonnets des 2 types de frayères par station

Pour chaque site la p-value est > 0.05 , H_0 est donc acceptée. **Ainsi il ne semble pas y avoir de différence entre les frayères décolmatées et non décolmatées. D'autre part le site d'Estos semble moins bien oxygéné que les 2 autres sites (nombre de taches significativement supérieur).**

- Profondeur des taches :

Ce paramètre, comme le précédent, est comparé à l'aide le test de Mann-Whitney avec comme hypothèse $H_0 = \text{il n'existe pas de différence significative entre la frayère décolmatée et non décolmatée.}$

Site	Profondeur moyenne des tâches sur la frayère décolmatée	Profondeur moyenne des tâches sur la frayère non décolmatée	p-value
Estos	15.625	14.66	0.2788
Préchacq	4.2	7.175	0.1002
Jasse	7.06	14.625	0.0422

Résultats des tests de Mann-Whitney pour la comparaison de la profondeur des taches sur les bâtonnets des 2 types de frayères par station

Seules les frayères de Jasses présentent une différence, mais elle est très faiblement significative. Il est prudent de ne pas conclure sur ces résultats étant donné la faiblesse des échantillons : seul un bâtonnet était coloré sur le site non décolmaté contre 3 pour le site décolmaté.

La comparaison des différents sites à l'aide du test de Mann-Whitney attribue une différence fortement significative entre les sites d'Estos et de Préchacq ($P\text{-value}=0,007$) : le site de Préchacq semblant moins bien oxygéné que le site d'Estos. Il faut cependant rester très prudent sur ces conclusions car le nombre de tâche sur le site de Préchacq est très faible comparativement à celui d'Estos.

 **Le décolmatage du substrat ne semble pas avoir eu d'effet apparent sur l'oxygénation du substrat. D'autre part le site d'Estos apparaît moins bien oxygéné que les 2 autres (nombre de taches très significativement supérieurs).**



DECOLMATEE



NON DECOLMATEE



DECOLMATEE



NON DECOLMATEE

Photos des bâtonnets des frayères d'Estos

Photos des bâtonnets des frayères de Préchacq

2.3 Survie des œufs :

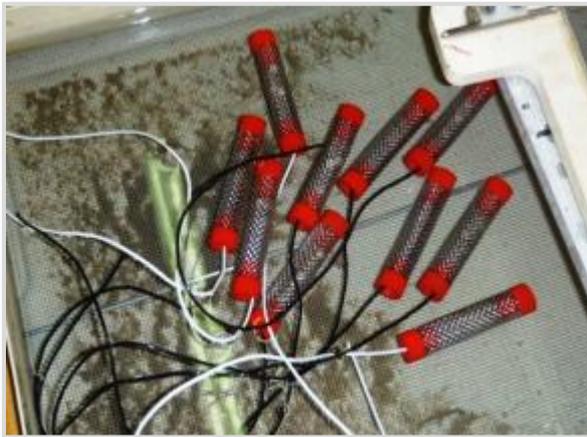
- Contrôle du lot témoin

Les œufs du lot témoin, constitué de 10 tubes laissés à la pisciculture, ont éclos aux alentours du 20/02. Le taux d'éclosion de ces œufs est malheureusement très faible : seulement 27 %.

Eclos	Vivants	Œillés	Blancs
27	25	57	16

Taux de survie des œufs du lot témoin

La mauvaise qualité de la ponte se voit surtout dans le nombre important d'œuf œillés qui n'ont pas éclos. Le taux de fécondation est tout à fait normal et prouve bien que le problème survient lors du développement de l'embryon.



Lot témoin dans l'armoire d'incubation



Résultat d'un des tubes du lot témoin

De l'éclosion à l'émergence le taux de survie continue de diminuer (26% de survie à partir de l'éclosion) et seulement 7 alevins sont encore en vie au stade émergent. La mauvaise qualité des œufs combinée à la présence d'embryons morts qui créent des conditions défavorables de survies (développement des microorganismes, augmentation des teneurs en nitrite et ammonium) peut expliquer ces faibles résultats.

Emergents	Vivants
7	7

Taux d'émergence des œufs du lot témoin

- Survie *in situ* à l'éclosion :

La date d'éclosion des œufs, calculée à l'aide du thermographe englobant les 3 stations, s'est produite le 26 février. Afin d'être sûr que les œufs aient réellement atteint le stade de l'éclosion ils n'ont été retirés que le 4 Mars.

Sur le site de Jasses au moment de l'éclosion, il ne restait seulement que 15 capsules sur les 20 implantées. La disparition des 5 capsules manquantes est très certainement liée au passage de la première crue le 23/02.

Sur le site d'Estos aucune capsule n'a été retrouvée mais contrairement au site de Jasses leur disparition est probablement liée à de la malveillance.

Enfin sur le site de Préchacq, moins exposé aux crues que les 2 autres, toutes les capsules ont été retrouvées.

L'effet du décolmatage sur la survie des œufs ne pourra donc être appréhendé que sur les sites de Jasses et de Préchacq.

Sur le site de Jasses, malgré une granulométrie apparente très favorable, aucun alevin n'a éclos sur les 2 frayères. Les tubes ont été retrouvés profondément ensablés. Quelques œufs étaient œillés mais non éclos. D'autre part sur chaque frayère, des œufs ont disparus, probablement prédatés ou consommés par les microorganismes.

	Eclos (%)	Vivants(%)	Œillets(%)	Blancs (%)
Décolmatée	0	0	3.3	70
Non décolmatée	0	0	15	52.5

Taux d'éclosion des œufs sur les 2 frayères de Jasses



Photos d'un des tubes des frayères de Jasses, les œufs y apparaissent « pourris »

Compte tenu du faible nombre de tube (respectivement 3 et 4), de la disparité des résultats entre les différents tubes au sein d'une même frayère (1 seul tube par frayère contient la totalité des œufs œillés) et des résultats négatifs de survie il n'est pas possible d'attribuer de différence entre frayère décolmatée et non décolmatée. En revanche, on peut fortement supposer que **la fonctionnalité de la frayère de Jasses est très faible.**

Sur le site de Préchacq, comme le prévoit le protocole, 5 tubes ont pu être retirés sur chaque frayère. Sur la frayère décolmatée, seulement 1 tube sur 5 a eu des résultats positifs avec 2 alevins éclos. Sur la frayère non décolmatée tous les tubes ont eu des résultats positifs, pour un total de 14 alevins éclos.



Photos des 2 Alevins éclos de la frayère décolmatée

Lors du retrait des capsules il était plus difficile d'extraire le matériel sur la frayère décolmatée que sur la non décolmatée. Le substrat semblait plus compact alors qu'il avait été décolmaté et les capsules contenaient plus de matières fines et présentaient un grand nombre d'œufs manquants.

La comparaison des résultats des 2 frayères grâce au test de Mann-Whitney avec comme hypothèse $H_0 = \text{il n'existe pas de différence significative entre les 2 frayères}$ nous amène à rejeter H_0 et à conclure que **la frayère non décolmatée a eu un meilleur taux d'éclosion que la frayère décolmatée.**

	Décolmatée	Non décolmatée	p-value
Œufs éclos	2	14	0,01

Résultat du test de Mann-Whitney pour la comparaison du taux d'éclosion entre les 2 frayères de Jasses

La comparaison des résultats de la frayère non décolmatée avec le lot témoin, à l'aide du test de Mann-Whitney et du Test binomial, ne montre pas de différence significative, tandis que la frayère décolmatée indique un taux d'éclosion bien plus faible que le lot témoin (Mann-Whitney=0.0039, binomial= $4,181 \times 10^{-5}$).

 **L'ensemble des analyses des œufs au moment de l'éclosion nous indique donc que la frayère décolmatée a eu un taux d'éclosion bien inférieur à la frayère non décolmatée. Le décolmatage semble donc ne pas avoir d'effet positif sur la survie des œufs.**

- Survie *in situ* à l'émergence :

L'émergence des alevins calculée à l'aide des relevés thermiques s'est produit le 4 avril. Les capsules ont cependant été relevés le 18/04 afin de s'assurer que tous les alevins aient pu atteindre réellement le stade émergent.

Entre l'éclosion et l'émergence une deuxième crue s'est abattue sur le gave. Les impacts de cette crue ont été bien supérieurs à ceux de la précédente. Sur le site de Jasses, 3 tubes ont été retrouvés sur chaque frayère. Toutes Les capsules étaient enfouies sous une importante épaisseur de sables et de graviers fins. Lors de leur retrait, elles étaient toutes ensablées et aucun alevin n'a été retrouvé.

Sur le site de Préchacq les capsules ont également été recouvertes par des graviers et des sables déposés lors de la crue. La frayère décolmatée semble cependant plus impactée car comme au moment de l'éclosion il a été très difficile d'en extraire les capsules. Au final, 4 capsules ont pu être récupérées sur la frayère décolmatée et 5 sur la non décolmatée. Elles contenaient respectivement 2 et 8 alevins. Seul le site de Préchacq peut donc être utilisé pour vérifier si le décolmatage a eu un effet sur l'émergence des alevins.

Décolmatée	Non décolmatée	Témoin
2/40	8/50	7/100

Nb d'alevins émergents par rapport aux nombres total d'œufs analysés



Photos d'un alevin émergent issu d'une des 2 frayères de Préchacq

La comparaison des 2 frayères à l'aide du test de Mann-Whitney et du test binomial ne montre pas de différence significative. En revanche la frayère non décolmatée se distingue du lot témoin par un taux d'émergence bien plus important, mais la différenciation ne se fait qu'à l'aide du test-Binomial.

	Mann-Whitney	Test Binomial
Décolmatée-Non décolmatée	0.16	0.07
Décolmatée-Témoin	0.69	1
Non décolmatée-Témoin	0.12	0.02

Comparaison du taux d'émergence à l'aide du test de Mann-Whitney et du Test -Binomial.

La faible taille des échantillons peut expliquer la différence de résultats entre les 2 types de test pour la comparaison de la frayère non décolmatée avec le lot Témoin. Cette même explication peut être donnée pour la comparaison des 2 types de frayères car bien que les analyses statistiques ne décèlent pas de différence, l'écart entre les 2 frayères est bien réel mais les échantillons sont trop faibles pour que les hypothèses soient confirmées.

👉 Des analyses plus fines des résultats des tests binomiaux nous suggèrent qu'il peut exister une différence entre la frayère décolmatée et non décolmatée, mais les intervalles de confiance sont très grands et nous incitent à être vigilants sur les conclusions. Comme pour l'éclosion, la frayère non décolmatée semble présenter une meilleure réussite que la frayère décolmatée ce qui remet fortement en cause l'efficacité du décolmatage.

2.4 Analyse des macroinvertébrés :

Pour chaque site, les prélèvements réalisés sur les frayères décolmatées sont comparés aux prélèvements issus d'une zone non décolmatée. Ce sont précisément les effectifs de chaque taxon (détermination au niveau Genre) qui seront analysés.

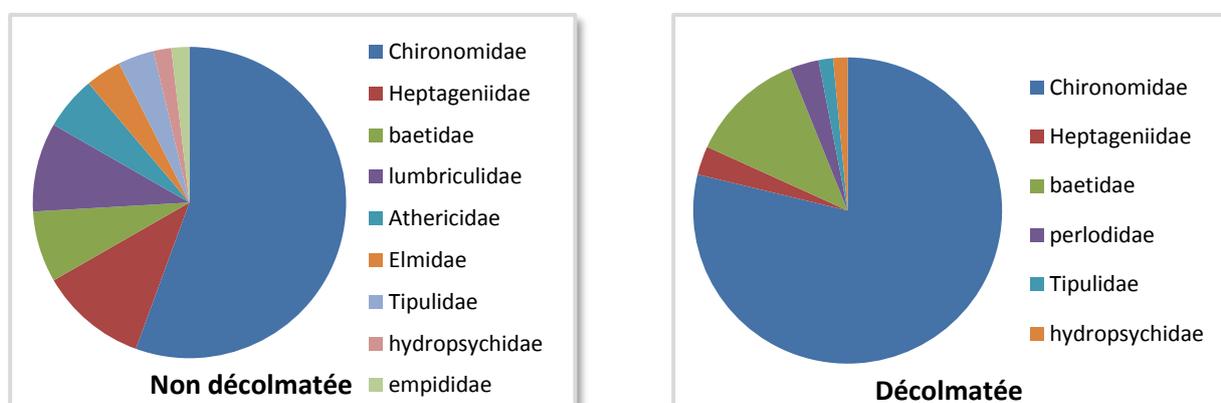
Compte-tenu du faible nombre de répliques, en raison de la petite taille des zones décolmatées, les effectifs pour chaque taxons sont peu élevés et nous obligent à utiliser le test exact de Fisher qui tolère de petits effectifs pour les différentes catégories contrairement au test du χ^2 .

Sur le site d'Estos, le test de Fisher révèle une différence fortement significative de la composition du peuplement de macroinvertébrés entre la frayère décolmatée et la zone non décolmatée.

	Nb de taxons	Note du groupe indicateur	p-value
Décolmatée	6	9	4.219e-07
Non décolmatée	9	6	

Résultat du test de Fisher pour la comparaison des peuplements de macroinvertébrés sur le site d'Estos

La comparaison plus fine de l'ensemble du peuplement à l'aide d'une représentation graphique nous indique que les groupes dominants sont globalement les mêmes mais dans des proportions différentes. La différence se fait surtout pour les groupes faiblement représentés. Ainsi le site décolmaté montre une dominance plus accrue du peuplement par les chironomidae et une diversité bien plus faible.



Représentation graphique de la composition des peuplements de macroinvertébrés sur le site d'Estos

Le décolmatage semble donc avoir eu un effet sur la composition du peuplement de macroinvertébrés en affaiblissant la diversité et en favorisant la dominance de certains groupes.

Sur le site de Préchacq on retrouve également une différence significative du peuplement de macroinvertébrés entre les zones décolmatées et non décolmatées ($p\text{-value}=4,746.10^{-7}$). Comme pour le site d'Estos la différence entre les 2 zones est surtout marquée pour les groupes faiblement représentés. Les groupes dominants sont les mêmes mais dans des proportions différentes.

	Nb de taxons	Note du groupe indicateur	p-value
Décolmatée	9	8	$4,746.10^{-7}$
Non décolmatée	15	7	

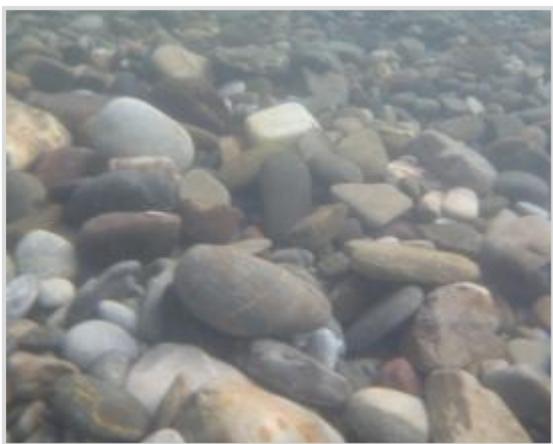
Représentation graphique de la composition des peuplements de macroinvertébrés sur le site de Préchacq

Enfin sur le site de Jasses le test de Fisher ne révèle pas de différence significative entre le peuplement de la zone décolmatée et non décolmatée. On retrouve globalement les mêmes groupes dans des proportions fortement similaires.

	Nb de taxons	Note du groupe indicateur	p-value
Décolmatée	9	8	0.0663
Non décolmatée	10	9	

Résultat du test de Fisher pour la comparaison des peuplements de macroinvertébrés sur le site de Jasses

Contrairement aux deux autres sites, la frayère de Jasses possède un substrat meuble qui peut permettre une recolonisation très rapide du substrat par les macroinvertébrés. Peut-être est-ce ce phénomène qui explique le fait qu'on n'ait pas d'impact apparent contrairement aux deux autres sites.



Substrat de la frayère de Jasses



Exemple de peuplement de macroinvertébrés trouvé sur les sites

 Sur 2 des 3 sites, le décolmatage semble avoir eu un effet négatif en affaiblissant la diversité des macroinvertébrés. Les groupes faiblement représentés sont ceux qui souffrent le plus et c'est à travers ces groupes que s'exprime la diversité d'un peuplement. Il se peut que sur le site où il n'y ait pas eu d'effet négatif la forte mobilité du substrat permette des phénomènes rapides de recolonisation.

2.5 Analyses croisées de l'oxygénation, de l'éclosion et de l'émergence :

- Oxygénation-éclosion :

Sur les deux sites où des œufs ont pu être récupérés, aucune différence d'oxygénation n'a été mise en évidence et ce, malgré le fait que le site de Jasses ait eu un taux d'éclosion faible voir nul par rapport au site de Préchacq. Cette simple constatation peut remettre en doute l'utilisation des bâtonnets hypoxie, comme pratiquée dans cette étude, pour évaluer la fonctionnalité d'une frayère.

En effet, les études de LOGRAMI, en laissant les bâtonnets dans le substrat durant toute la phase d'incubation, ont mis en évidence une corrélation inversée entre le taux de noircissement des bâtons et le taux de survie des œufs de saumon à l'éclosion.

L'équipe de l'INRA-Agrocampus Rennes (Mémoire de Master, A.Beaufour, 2007) a également mis en évidence des relations entre survie et oxygène en laissant les bâtonnets durant toute la phase d'incubation mais en les renouvelant tous les mois. Cependant, elle précise que ces relations ne sont pas assez régulières pour pouvoir tirer des conclusions significatives sur l'ensemble de l'embryogenèse.

 Il semble donc difficile de faire un lien entre les résultats des bâtonnets hypoxie et la survie intragravellaire. Cette méthode peut toutefois être utilisée en complément d'autres analyses (mesure d'O₂ interstitiel) mais elle nécessite avant tout d'être appliquée durant toute la phase d'incubation des capsules.

- Eclosion-Emergence :

La frayère non décolmatée de Préchacq garde un taux de réussite supérieur à celui du lot témoin. En revanche sa supériorité par rapport à la frayère décolmatée, bien qu'étant fortement apparente, ne peut être validée en raison d'un échantillonnage trop faible. A l'inverse la frayère décolmatée qui avait un taux d'éclosion inférieur au lot témoin a un taux d'émergence proche du lot témoin.

 Cette tendance à l'inversion des résultats entre l'éclosion et l'émergence a également été mise en évidence sur quelques sites dans les travaux de l'INRA-Agrocampus Rennes mais elle ne peut être validée ici par manque d'échantillons.

Rmq : Nous ne pouvons pas faire de liens entre l'oxygénation du substrat et le taux d'émergence puisque nous ne disposons pas de données pour cette période. Néanmoins l'INRA-Agrocampus Rennes n'a pas trouvé de corrélation entre survie à l'émergence et conditions d'oxygénation dans le milieu interstitiel. Le lien semble difficile à faire, de nombreux facteurs interviennent sur la réussite de l'émergence notamment la granulométrie et la proportion d'éléments fins.

3. CONCLUSION SUR L'EFFICACITE DU DECOLMATAGE :

La présente étude, avec les contraintes que nous avons subi, ne permet pas de trancher sur l'efficacité du décolmatage sur le gave d'Oloron pour la présente année hydrologique. D'autres expériences, sur des systèmes plus petit (ruisseaux, petites rivières) ont eu des résultats plus probants.

Malgré cela, grâce à nos observations et aux quelques résultats significatifs que nous avons obtenus, nous pouvons dégager plusieurs constats :

 **le substrat du gave d'Oloron contient une grande quantité de sables et de matières fines facilement mobilisables** : lors de toutes les phases de l'étude nous avons pu constater que des couches sablo-limoneuses se trouvaient sous la première couche du substrat. Ces éléments fins se mobilisent très vite, sur les gros coups d'eau ils sont remis en suspension et se redéposent en surface colmatant ainsi le substrat et provoquant l'asphyxie des œufs dans les frayères.



Substrat d'une frayère situé à l'aval du gave d'Aspe avant et après le passage de la 2^{ème} crue

Ces matières fines peuvent provenir de l'érosion des sols agricoles et/ou des vidanges des barrages hydroélectriques. Des travaux supplémentaires sont à mener pour en identifier précisément l'origine. Cela permettra de mieux cerner l'impact de ces activités et de pouvoir proposer des solutions pour en limiter les conséquences.

 **Le gave d'Oloron possède un fort transport solide et une faible stabilité du substrat** : après le passage de chacune des 2 crues nous avons pu constater, selon les sites, que le matériel avait soit été entièrement emporté soit recouvert sous plusieurs décimètres de

sables, de graviers et de galets. Ce phénomène d'instabilité du substrat face à la montée subite des eaux n'est pas sans impact sur les frayères. Grâce à nos observations nous savons qu'à partir de $260\text{m}^3/\text{s}$ à Oloron sainte marie, il y a un réel risque de destruction des frayères. Bien que les crues soient un phénomène naturel, elles constituent une réelle menace pour les salmonidés. La préservation des zones humides et la plantation de haies seraient un frein à la montée rapide des eaux.

 **Certains sites sont plus exposés que d'autres au colmatage. De par le fort transport solide, le décolmatage n'y a pas d'effet :** sur le site de Préchacq la frayère non décolmatée a eu de meilleurs taux de survie que la frayère décolmatée. Malgré le décolmatage, les capsules métalliques étaient plus ensablées que sur la frayère non décolmatée. Il semble donc que selon leur positionnement vis-à-vis des courants certaines zones soient plus exposées que d'autres au colmatage. C'est malheureusement le cas de la plupart des grandes zones de frai du gave d'Oloron situées en tête de radier. Les décolmater ne sert à rien si on ne résout pas l'apport des matières fines.

 **Le décolmatage peut avoir un impact négatif sur les macroinvertébrés :** sur le site de Préchacq et de Jasses le décolmatage a entraîné une perte de diversité, notamment sur les groupes faiblement représentés. Lors du décolmatage, les macroinvertébrés sont emportés vers l'aval sous l'effet du courant. Seul les groupes les plus représentés et les moins exigeants arrivent à recoloniser rapidement le substrat. Si cette opération est réalisée sur de grandes surfaces, il peut y avoir une forte perte de biomasse locale et temporaire. Si nos résultats étaient confirmés par des expériences complémentaires, il serait plus productif et raisonnable d'orienter les efforts sur la réduction des apports de particules fines.

 **La fonctionnalité des frayères sur le gave d'Oloron est très faible :** tout comme les travaux précédents (Migradour 2007) cette étude a permis de mettre en évidence un faible taux de fonctionnalité des frayères. Des recherches supplémentaires (analyse de la granulométrie et de l'eau interstitielle) sont cependant nécessaires pour en déterminer précisément les causes. En attendant des avancées concrètes dans la résolution de cette problématique, la restauration des affluents est à privilégier pour ensemercer le gave grâce aux phénomènes de dévalaison. Les alevinages constitueraient également un moyen de satisfaire la demande des pêcheurs, mais sont en aucun cas une solution pérenne.

Cette perte de fonctionnalité des frayères n'est cependant pas irréversible. Les études de l'INRA-Agrocampus Rennes ont montré que la fonctionnalité des frayères a augmenté sur un ruisseau où les apports de matières fines ont été réduits, notamment par la mise en place d'aménagements des points d'abreuvement du bétail. Ces résultats doivent ainsi inciter les gestionnaires des milieux à travailler avec tout les producteurs de rejets afin de les aider à améliorer leurs pratiques.

BIBLIOGRAPHIE

ACORNLEY R. M., SEAR D. A., 1998. *Sediment transport and siltation of brown trout (Salmo trutta L.) spawning gravels in chalk streams*. Hydrol. process. 13, 447±458 (1999).

BARRACOU D., 2007. Evaluation de la situation du Saumon Atlantique sur le bassin de L'Adour. Rapport annuel

BEAUFOUR A., OMBREDANE D., *Utilisation d'oeufs de truite commune (Salmo trutta) en tant qu'indicateur biologique : étude de l'impact des facteurs physicochimiques du milieu et de l'origine maternelle des oeufs sur le développement embryonnaire*. Mémoire de Master, Université de Rennes 1 UFR S.V.E- UMR 985 INRA-AgrocampusRennes.

GUERRIN M., MARMONIER P., OMBREDANE D., 2006. *Etude de l'impact des facteurs physiques, geomorphologiques et paysagers sur l'embryogenese de la truite (salmo trutta) et les echanges eaux de surface - eaux souterraines*. Mémoire de Master, Université Rennes 1- UMR CNRS 6553 « ECOBIO »- UMR 985 « Ecobiologie et Qualité des Hydrosystèmes Continentaux ».

MARMONIER P., DELETTRE Y., LEFEBVRE S., GUYON J., HELARD E., 2002. *Mise au point d'une méthode simple d'estimation du colmatage des cours d'eau*. Rapport Final

MARTY S., 2000. *La survie embryolaire du Saumon atlantique (Salmo salar L) dans les cours d'eau Pyrénéens : mise au point et expérimentation d'une nouvelle méthode d'estimation*. Mémoire d'un Diplôme d'Etudes Supérieure de l'Université de Bordeaux 1 en collaboration avec l'institut National de la Recherche Agronomique (station d'hydrobiologie de St-Pée sur Nivelle) .

MASSA F., BAGLINIÈRE J.L., PRUNET P., GRIMALDI C. *Survie embryolaire de la truite (salmo trutta)et conditions chimiques dans la frayère* .Cybium 2000, 24(3) suppl.: 129-140.

OMBREDANE D., BARDONNET A., BOLLIET V., GAUDIN P., MARMONIER P., R J.M. *Effet du Colmatage et de la désoxygénation des frayères sur les embryons de truite (Salmo trutta), Synthèse 2005-2008 du programme ECOGER – PAPIER*. RIF2009 : 24-27 Mars 2009

ANNEXES

Annexe 1 :

Résultats détaillés des taux de survies des œufs sur les frayères de Préchacq

PRECHACQ											
	Eclosion					Emergence					
	Eclos	Vivants	Œillets	Blancs	Observations	Emergents	Vivants	Œillets	Blancs	Observations	
Frayère décolmatée	TUBE 1	0	0	0	0		0	0	0	0	Tubes enfouis dans du sable
	TUBE 2	0	0	0	0		1	1	0	0	
	TUBE 3	0	0	0	0		0	0	0	0	
	TUBE 4	0	0	0	0		1	1	0	0	
	TUBE 5	2	1	0	8						
	TOTAL	2	1	0	8		2	2	0	0	
Frayère non décolmatée	TUBE 1	2	2	0	8	Tubes plus faciles à retirer que la frayère décolmatée et moins de pourriture	0	0	0	0	
	TUBE 2	2	1	0	8		3	3	0	0	
	TUBE 3	2	0	0	8		2	2	0	0	
	TUBE 4	2	0	0	8		1	1	0	0	
	TUBE 5	6	3	0	4		2	2	0	0	
	TOTAL	14	6	0	36		8	8	0	0	

Annexe 2

Résultats détaillés des taux de survies des œufs sur les frayères de Jasses.

		JASSE									
		Ecllosion					Emergence				
		Eclos	Vivants	Œillets	Blancs	Observations	Emergents	Vivants	Œillets	Blancs	Observations
Frayère décolmatée	TUBE 1	0	0	1	8		0	0	0	0	Tubes enfouis dans du sable
	TUBE 2	0	0	0	8	ensablé, œufs noirs	0	0	0	0	
	TUBE 3	0	0	0	5		0	0	0	0	
	TOTAL	0	0	1	21		0	0	0	0	

Frayère non décolmatée	TUBE 1	0	0	0	5		0	0	0	0	
	TUBE 2	0	0	0	4	hors graviers	0	0	0	0	
	TUBE 3	0	0	0	8		0	0	0	0	
	TUBE 4	0	0	6	4						
	TOTAL	0	0	6	21		0	0	0	0	