



apron

Plan national d'actions en faveur de l'apron du Rhône 2012-2016

**Action 12: Reproduction de
l'apron du Rhône en conditions
artificielles contrôlées**
Année 2013

Muséum de Besançon, Décembre 2013

Citadelle
Besançon | PATRIMOINE MONDIAL





REPRODUCTION DE L'APRON DU RHÔNE EN CONDITIONS ARTIFICIELLES CONTRÔLÉES EN 2013



Mickaël Béjean

Novembre 2013





Sommaire

| | |
|--|----|
| Sommaire | 3 |
| I. Introduction..... | 5 |
| II. Matériel et méthodes..... | 6 |
| A. L'Apron du Rhône | 6 |
| 1. Connaissances en milieux naturels | 6 |
| 2. Comportement en captivité..... | 7 |
| B. Méthodes..... | 10 |
| 1. Technique du radier artificiel..... | 10 |
| 2. Le cycle thermique annuel | 11 |
| C. Les installations | 12 |
| 1. Les bassins d'élevage..... | 12 |
| 2. Les incubateurs : « A », « IF » et « AI » et « BZ »..... | 14 |
| 3. Les bassins d'éclosion et de grossissement | 15 |
| III. Résultats..... | 16 |
| A. Résultats antérieurs | 16 |
| 1. Essais de reproduction avant 2005..... | 16 |
| 2. Essais de reproduction au Muséum entre 2005 et 2012..... | 16 |
| B. Résultats 2013..... | 16 |
| 1. Cycle thermique 2013 | 17 |
| 2. Pontes du bac « DR1 »..... | 19 |
| 3. Pontes du bac « DR2 »..... | 19 |
| 4. Pontes du bac « AGM »..... | 20 |
| 5. Bilan global des pontes des 3 bacs..... | 22 |
| 6. Incubation et éclosion | 22 |
| 7. Elevage des alevins | 23 |
| 8. Production 2013 | 24 |
| IV. Discussions et perspectives d'améliorations..... | 25 |
| 1. Discussions sur les résultats 2013 et comparaisons avec les reproductions précédentes | 25 |
| 2. Améliorations de l'élevage | 31 |
| V. Devenir des aprons produits..... | 32 |
| 1. Réintroduction pilote | 32 |
| 2. Détection de l'apron du Rhône en rivière par l'ADN résiduel | 33 |
| 3. Sensibilisation du public | 33 |
| VI. Conclusion et perspectives..... | 34 |
| Bibliographie..... | 35 |



| | |
|--|----|
| Annexes..... | 37 |
| Annexe 1 : Le muséum de Besançon..... | 38 |
| Annexe 2 : Identification individuelle des aprons | 38 |
| Annexe 3 : Mode opératoire de l'opération de fécondation artificielle..... | 39 |
| Annexe 4 : Schémas de fonctionnement des installations | 40 |
| Annexe 5 : Résultats des essais de reproduction 2010 | 49 |
| Annexe 6 : Résultats des essais de reproduction 2011 | 51 |
| Annexe 7 : Résultats des essais de reproduction 2012 | 53 |
| Annexe 8 : Résultats des essais de reproduction 2013 | 55 |
| Annexe 9 : Prise en charge des alevins..... | 57 |
| Annexe 10 : Résultats de 2005 à 2013..... | 57 |
| Annexe 11 : Biométrie aprons 2013 | 59 |
| Annexe 12 : Déroulement des opérations de capture d'apron dans le canal de Salignac..... | 60 |
| Remerciements..... | 64 |



I. Introduction

L'érosion de la biodiversité planétaire est un fait établi (Prolonge-Chevalier, 2007). Même si tous les milieux sont concernés, les écosystèmes aquatiques d'eau douce sont en première ligne, 38% des espèces de poissons d'eau douce d'Europe seraient menacées d'extinction (Kottelat et Freyhof, 2007). Les activités humaines exercent une pression toujours plus importante et engendrent des dégradations des habitats et de la qualité de l'eau. L'introduction d'espèces invasives aggrave parfois cette situation.



L'Apron du Rhône (*Zingel asper*) est une des espèces d'eau douce les plus menacées, elle est classée par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (IUCN) en tant qu'espèce en danger critique d'extinction (Crivelli, 2008). Elle figure également dans les annexes II et IV de la Directive Européenne Habitats, Faune, Flore (1992) ainsi que dans les annexes II et III de la Convention de Berne (1979) (Crivelli, 2008). Ce *Percidae* endémique du bassin rhodanien est, en effet, tout particulièrement vulnérable de part sa répartition géographique très restreinte (Prolonge-Chevalier, 2007). Il n'occupe, aujourd'hui plus que 240 km de cours d'eau soit 11 % de sa distribution observée en 1900 (Rapport Life apron II-Bilan des populations d'Apron, 2009). Pour finir les dernières populations d'Aprons sont maintenant cantonnées dans trois aires géographiques séparées : le Nord-est du bassin de la Saône (Loue), sur quelques affluents du Rhône inférieur (Ardèche, Beaume) et sur la partie supérieure du bassin de la Durance. Cela implique que ces populations doivent être considérées comme des unités de conservation à part entière (Durand et Laroche, 2000)...

Les causes de sa disparition sont directement ou indirectement liées aux activités humaines. Les barrages, la régulation des écoulements et les pollutions sont les causes principales de son déclin (J. Labonne, 2000). L'Apron du Rhône est une espèce d'intérêt communautaire, considérée comme une sentinelle des rivières de bonne qualité. Sa seule présence atteste d'un milieu préservé et les efforts entrepris pour sa sauvegarde ont finalement un impact bénéfique sur l'ensemble de l'écosystème (notion d'espèce « parapluie »).

Au milieu des années 90 a débuté un programme de conservation appuyé par l'Europe et porté par l'association Réserves Naturelles de France : le « Life Apron I » qui dura trois ans. L'acquisition de connaissances biologiques sur cette espèce, le suivi des populations connues, des études de décloisonnement des habitats et de faisabilité de l'élevage ont permis de définir une stratégie de conservation et de publier un guide de gestion.

En 2004, le « Life Apron II » a pris le relais, coordonné par le Conservatoire Régional des Espaces Naturels (CREN) de Rhône-Alpes avec l'appui technique de l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA).

Ce programme européen s'était donné comme objectif d'arrêter le déclin de l'Apron et de le mettre hors de danger d'extinction. S'appuyant sur les préconisations du Life Apron I, son budget d'environ 3,5 millions d'euros a été essentiellement mobilisé pour réaliser des travaux conséquents de génie civil pour permettre à nouveau le franchissement de divers obstacles (barrages, seuils...). Ainsi un meilleur brassage intra population et la recolonisation d'anciens territoires devraient permettre d'augmenter la viabilité de chaque noyau résiduel de population.

Un deuxième objectif a été de mettre en place des mesures de gestion adéquates à la conservation de l'Apron dans les bassins versants concernés, maintenir des habitats favorables et maintenir la qualité des eaux.

Enfin le dernier volet concernait l'amélioration des connaissances de l'élevage *ex-situ*, l'objectif étant de pouvoir disposer d'individus pour réaliser soit des études expérimentales (essais toxicologiques, conception de passes à poissons...), soit des présentations publiques (Aquariums, Réserves naturelles...), ou encore des réintroductions pilotes, sans avoir systématiquement recours à des prélèvements dans le



milieu naturel. Les travaux du Muséum de Besançon (cf. Annexe 1) s'inscrivaient dans le dernier volet de ce programme.

Depuis janvier 2012, un Plan National d'Action a repris le relais et permet de poursuivre les actions entreprises lors du précédent programme Life Apron.

Ce document reprend les résultats obtenus en 2013 mais aussi ceux des années précédentes et propose des améliorations d'élevage afin d'optimiser les prochains essais de reproduction.

II. Matériel et méthodes

A. L'Apron du Rhône

L'Apron du Rhône, *Zingel asper* (Linnés, 1758), est un *Percidae* benthique, qui se rencontre au niveau de la zone à ombres dans le sud et au niveau de la zone à barbeaux des rivières du nord-est de la France.

Description : L'apron se caractérise par un corps sub-cylindrique rayé de trois à quatre bandes noires obliques. La forme et la disposition de ces motifs le rendent identifiable individuellement (Béjean et Maillot, 2005) (Annexe 2). Sa tête est conique, terminée par un museau arrondi. La bouche se trouve en position infère. Ses écailles rugueuses et ses fortes nageoires pelviennes thoraciques lui permettent de se plaquer au substrat, même par des vitesses de courant importantes. Il possède deux nageoires dorsales éloignées contrairement au chabot et à la grémille, deux espèces morphologiquement proches. Ses yeux reflètent la lumière d'une lampe, ce qui permet une localisation nocturne plus aisée.

1. Connaissances en milieux naturels

Biologie-écologie :

Il est communément admis que l'Apron a des mœurs nocturnes mais une étude récente (Cavalli et al, 2009), réalisée sur quelques individus de la Durance montre que leur activité peut aussi être diurne. Son camouflage est adapté aux fonds tapissés de graviers et de galets qu'il affectionne dans les zones de radiers et de mouilles la nuit. Le jour son activité est restreinte et il se cache sous du substrat plus gros dans des zones plus calmes et plus profondes. Il est aussi sédentaire et territorial.

Il tolère une gamme de température comprise entre 0 et 30 °C,

mais la teneur en oxygène est limitant (seuil 7mg/l) (Perrin, 2001). En ce qui concerne sa sensibilité aux substances toxiques (micropolluants minéraux, organiques ou pesticides), Pradelle (2006) n'a pas réussi à montrer de lien direct entre la présence (ou l'absence) d'aprons et les teneurs en substances toxiques.

Durant l'hiver, l'Apron consomme principalement des larves de Diptères (*Simulidae* et *Chironomidae*) et le reste de l'année, il consomme des Éphéméroptères (*Baetidae*) et des Trichoptères (*Hydropsychidae*) (Cavalli et al, 2003). Durant sa période de croissance, il utilise les zones profondes et calmes de l'amont tandis que, pendant la période de reproduction, il utilise la partie aval, les radiers et les



rapides (Labonne, 2002; Danancher *et al*, 2004, Labonne et Gaudin, *op.cit.*). La différenciation sexuelle ne peut se faire que pendant le frai qui se déroule de février à avril (Perrin, 1988) et plus précisément durant le mois de mars lorsque la température de l'eau évolue entre 10 et 13 °C (Labonne, 2002). Pendant la reproduction, les mâles demeurent dans les zones de fort courant tandis que les femelles les rejoignent mais sans y séjourner (Danancher, 2005). La maturité sexuelle est atteinte à l'âge de deux ou trois ans et les poissons peuvent alors atteindre une taille de quinze à vingt centimètres (Danancher *et al*, 2007) et d'après Danancher (2005) l'Apron a une espérance de vie faible (environ trois ans) avec quelques individus atteignant l'âge de quatre ou cinq ans.

Le frai de cette espèce n'a jamais été observé et les alevins de quelques semaines n'ont jamais été localisés en milieu naturel.

2. Comportement en captivité

Le comportement des aprons en captivité se résume en une passivité le jour et un début d'activité en fin de journée. Cette très faible activité diurne est ponctuée de courts déplacements pour se cacher.

En observant de plus près les poissons ainsi camouflés, on remarque un mouvement oculaire rapide et sensible aux perturbations périphériques proches. Malgré une surveillance soutenue de son environnement, l'Apron se laisse attraper facilement, si le mouvement de la main est assez lent. L'Apron adopte ainsi un comportement passif, comptant sur sa couleur cryptique pour échapper à ses prédateurs. La fuite n'est donc qu'un ultime recours mais les aprons sont capables à ce moment de brusques accélérations qui peuvent les propulser en dehors de l'eau et donc du bac si le rebord est limité.

Il faut noter que chaque apron occupe la même place durant plusieurs semaines mais un mois avant la période de reproduction, les mâles regagnent le radier et y restent jusqu'en mai. Les femelles, quant à elles, ne s'y présentent que pour pondre.

En prenant soin de disposer au moins une cache par poisson, on peut rassembler jusqu'à 40 individus adultes par m² en hiver et 30 individus par m² en été (pour des poissons nés en captivité).

Alimentation :

Les aprons mangent plus que des espèces de même taille (comme le goujon et la grémille) et continuent à s'alimenter à des températures de 5 °C. Les chironomes congelés, asticots et vers de terre vivants sont appréciés.

Un enlèvement des détritiques et des aliments non consommés est obligatoire et réalisé tous les 2-3 jours pour les adultes, quotidiennement pour les juvéniles de moins de six mois.

La distribution de nourriture est ajustée en fonction de la température de l'eau.

Sensibilité :

Même si cette espèce supporte des conditions physico-chimiques plutôt défavorables (légère poussée de nitrites par exemple : jusqu'à 0,5 mg/l mesuré par un suivi de tous les bacs 2 fois par semaine), elle semble sensible aux excès (même faibles) de matières organiques. Un surplus durable peut favoriser le développement de mycoses au niveau des branchies (branchies saines à droite, branchies atteintes à gauche). Les premiers symptômes sont une respiration rapide puis l'apron garde la bouche ouverte et finit par mourir asphyxié. Cette sensibilité



est amplifiée pendant la période de reproduction ou la majorité de la mortalité est attribuable aux mycoses. Des traitements sont possibles à base de Chloramine T ou de Vert Malachite.



Acclimatation de poissons sauvages :

En décembre 2007, 18 aprons capturés dans la Beaume (Ardèche) ont rejoint l'aquarium du Muséum et on pouvait s'attendre à des comportements différents de ceux des poissons d'élevage. Cependant dès leur arrivée, ils ont consommé les vers de terre distribués en pleine journée et une semaine plus tard certains d'entre eux attendaient en surface l'heure du repas. Pour finir, la plupart venait spontanément en surface quand un soigneur ouvrait le couvercle pour intervenir dans le bac. Ces comportements insolites et presque familiers pour des poissons sauvages n'ont paradoxalement jamais été observés sur les aprons captifs.

Reproduction :

Aucune observation de ponte ou de reproduction n'a encore été observée dans le milieu naturel, tout au plus des rassemblements de géniteurs dans des zones de courant en mars ou avril. En revanche, depuis les premiers essais de reproduction en aquarium, quelques comportements de reproduction ont été observés et depuis 2008, grâce à la mise en place de vidéo surveillance nocturne, la plupart des pontes ont été filmées. Dès 2005, à l'aide du système de reconnaissance individuelle des géniteurs (voir annexe 2), il a été mis en évidence que certaines femelles (notamment les grosses) peuvent fractionner leur ponte en plusieurs nuits avec 24 ou 48 heures de décalage. Cependant la plupart du temps, la ponte se déroule en une seule nuit. Rarement le frai a lieu le jour, comme le 12 mars 2008 où une femelle a pondu de 9h à 16h et où toutes les étapes ont été observées en direct et filmées (Béjean et Maillot, 2008) ...

De toutes ces observations réalisées en milieu artificiel découlent les informations suivantes :

- l'action de frai peut mobiliser de 1 à 12 mâles et de 1 à 2 femelles simultanément, cependant la plupart du temps 2 à 3 mâles côtoient la femelle,
- selon leur taille, les femelles peuvent produire entre 300 et 2000 ovules et les libérer en une trentaine d'expulsions à raison d'une quarantaine d'ovocytes à la fois,
- dans la majorité des cas, l'expulsion se réalise sur du gravier, et quelquefois en pleine eau (si la hauteur d'eau est faible),
- la plupart des ovules sont pondus proche du courant, même si quelques pontes sont retrouvées dans la zone de courant faible,
- la femelle peut mettre jusqu'à 7 heures pour expulser tous ses ovules,
- les pontes peuvent s'échelonner de fin février à mi-mai à des températures comprises entre 8 et 12 °C, cependant l'activité maximale est observée durant les mois de mars-avril avec des températures de 10 à 11 °C,
- les mâles occupent en permanence la frayère de début février à fin mai, alors que les femelles ne s'y rendent que pour frayer.

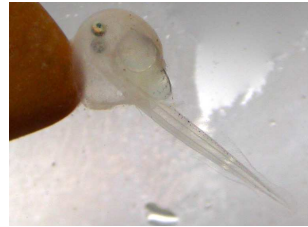
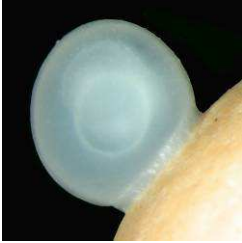


Femelle (devant) côtoyée par 3 mâles dans le courant juste avant l'expulsion d'ovules



Incubation :

Le développement embryonnaire nécessite entre 200 et 400 ° jours pour se réaliser. Ceci correspond à un temps d'incubation de 19 à 39 jours pour une température variant de 9 à 13 °C. Le stade « œillé » apparaît en une dizaine de jours. La durée de développement peut être très différente même entre des œufs ayant subis des conditions d'incubation identiques...



Les photographies ci-contre représentent les développements embryonnaires pour des durées d'incubation respectives de 4, 12 et 20 jours.

L'éclosion :

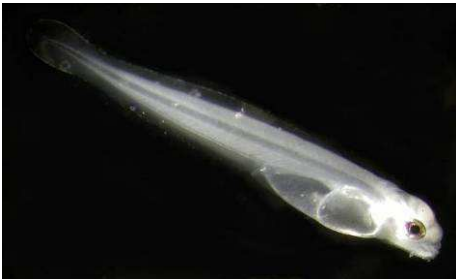
Elle se déroule en quelques minutes, cependant certains alevins s'extirpent de l'enveloppe en deux étapes : dans un premier temps, l'enveloppe est rompue mais la tête et l'abdomen restent à l'intérieur. Plusieurs heures après, voir le lendemain, l'alevin réussit à se dégager. Mais dans quelques cas, il meurt sans pouvoir achever sa sortie. Avant cette extrémité, il est possible de le dégager de son enveloppe à l'aide de pinces très fines.

Les alevins :

On peut décomposer les premières semaines de développement des alevins en 4 phases :

- la phase post éclosion jusqu'à la première prise de nourriture
- la phase pélagique
- la phase benthique
- la phase juvénile

A chaque stade correspond un comportement particulier qui conditionne les paramètres d'élevage.



Juste après l'éclosion, les « larves » restent immobiles sur le fond ou contre le substrat. Elles peuvent déjà se déplacer sans problème. Ce n'est qu'après plusieurs heures que les alevins cherchent à gagner la surface et se concentrent dans les angles les plus lumineux. A ce stade, ils s'insinuent dans la moindre fente ou interstice dans lesquels ils peuvent rester coincés.



Après 2 à 5 jours à 14 °C, les alevins colonisent toute la masse d'eau et commencent à se nourrir. Dans cette phase pélagique, ils ne cherchent plus à se cacher et sont finalement peu craintifs. Leur capture à l'aide d'une pipette est aisée et leur transparence permet de confirmer la prise de nourriture. Ils sont nourris de nauplius d'Artémia dont la distribution est réalisée 3 fois par jour.



La phase benthique commence au bout de 15 à 20 jours. Ils désertent alors la pleine eau pour coloniser progressivement le fond mais aussi les parois verticales. En revanche, ils évitent systématiquement de stationner sur les vitres. Ils commencent à manger des morceaux de vers de vase et la pigmentation débute.





La phase juvénile commence 40 à 50 jours après l'éclosion, les petits aprons acquièrent leur morphologie définitive et mangent des vers de vase entiers. A ce stade, ils sont nocturnes et adoptent un comportement identique à celui des adultes. A partir de ce moment, les pertes deviennent très rares et leur élevage ne présente plus aucune difficulté.

Mortalité :

La période de reproduction est le moment où l'on déplore le plus de pertes. Le frottement des écailles hérissées de pointes (caractéristique des aprons) semble provoquer pendant les parades une diminution importante du mucus protecteur qui fragilise les poissons. Un couvercle est nécessaire à chaque bac pour éviter que les aprons sautent en dehors du bac pendant la nuit.

B. Méthodes

Les expériences passées ont montré la difficulté à appréhender l'état de maturation des femelles : pendant la période de reproduction, qui dure presque 2 mois, elles possèdent un abdomen très renflé mais aucun signe physique extérieur n'annonce les prémices de la ponte. De plus, les manipulations répétées des géniteurs pour essayer de mesurer cet état peuvent engendrer un stress important susceptible de nuire au bon déroulement de la gamétogenèse.

Ces éléments nous orientent à adopter un tout autre procédé : obtenir des pontes sans manipulation des géniteurs, en reconstituant de manière artificielle les éléments qui conditionnent la reproduction de l'Apron en rivière.

1. Technique du radier artificiel

Dans une rivière, un radier correspond à une zone où la vitesse du courant s'accélère en raison de la diminution de la hauteur d'eau. Le fond de ce faciès est particulièrement propre et constitué de galets et de graviers. L'Apron apprécie particulièrement cet endroit comme terrain de chasse la nuit, et pour se reproduire.

La technique du « radier artificiel » a pour but de reproduire ces conditions particulières pour inciter les géniteurs à pondre sans intervention directe. Elle consiste à recréer, dans un bac suffisamment grand, les conditions essentielles au bon déroulement des comportements reproducteurs des poissons : support de ponte, conditions hydrodynamiques favorables, régime thermique annuel adapté, cycle nyctéméral...

Le « Radier artificiel » ainsi obtenu offre des zones de courant variable qui permettent aux géniteurs de se répartir en fonction de leur rythme d'activité journalier et de leur maturité sexuelle. Des plateaux (45x16x4 cm) garnis de gravier alluvionnaire (granulométrie 1-3 cm) tapissent le fond de la zone de courant, alors que des caches sous forme de tubes pvc (diamètre 32 et 40 mm, longueurs 10 et 20 cm) ou de matériaux naturels sont disposées dans la zone de courant faible (zone refuge).



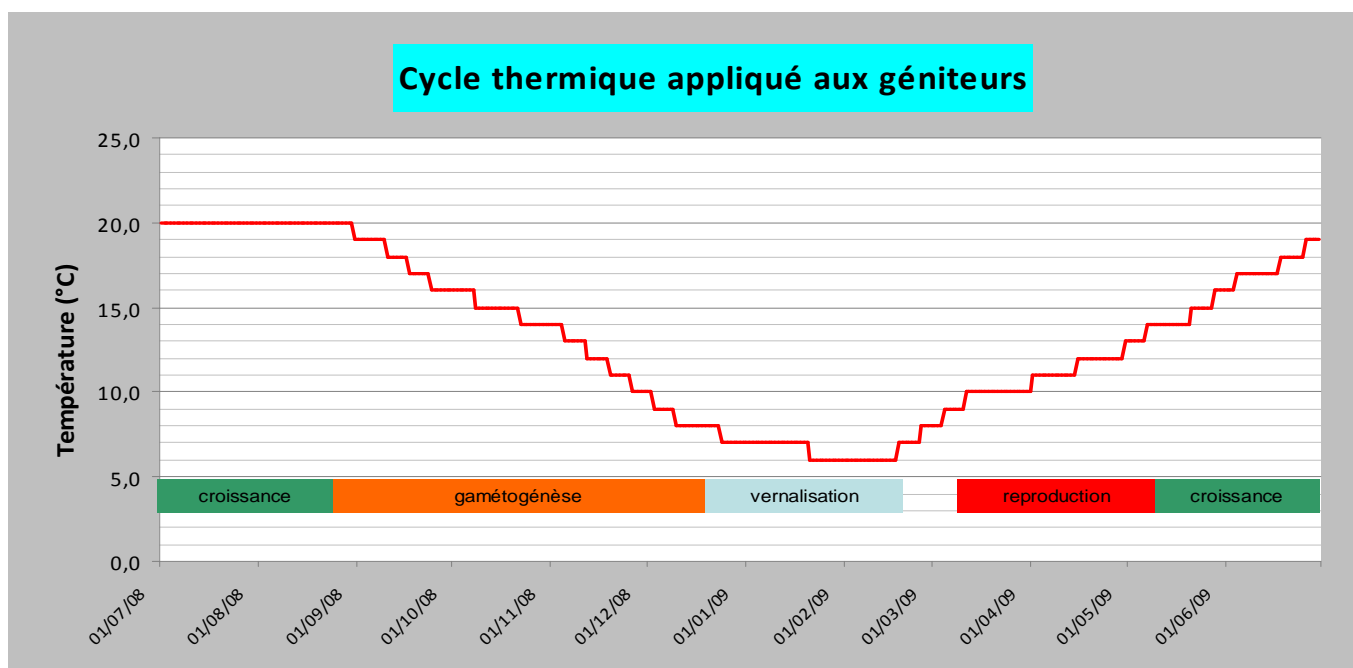
L'objectif ici est de favoriser le comportement naturel des poissons pour obtenir des frais sur gravier ou d'intercepter certaines femelles, juste avant la ponte, en vue de procéder à une fécondation artificielle des ovules. Dans ce dernier cas, les extractions des ovules et de la laitance sont réalisées par la méthode du stripping. La fécondation suit la procédure exposée en annexe 3.

Afin de pouvoir analyser différents paramètres, 3 modules de reproduction ont été réalisés. Ils permettent d'accueillir 3 groupes d'aprons où les paramètres thermiques et environnementaux peuvent être contrôlés à la demande. Le détail des bassins de reproduction est développé dans le paragraphe II B : installation.

2. Le cycle thermique annuel

Le paramètre température conditionne et active la plupart des phases et des comportements de la vie des poissons. De l'alimentation jusqu'à la reproduction en passant par l'incubation et la gamétogénèse, la température de l'eau est déterminante dans la réussite ou non de chacune de ces étapes. C'est pourquoi les efforts et les investigations menés ont été très importants pour tenter de déterminer pour chacune de ces phases une gamme de températures optimale.

Le cycle thermique annuel a été établi, pour le maintien des géniteurs, à partir de données thermiques du milieu naturel et réajustées empiriquement. Il se présente sous la forme suivante et les différentes phases clefs y sont indiquées.



Pour ce qui concerne l'incubation des œufs, la gamme de température se situe entre 11 et 13 °C. Elle correspond aux données thermiques observées durant la période de ponte.



C. Les installations

De 2005 à 2007, les installations consacrées aux aprons n'ont cessé d'évoluer en fonction de l'expérience acquise et des besoins. En janvier 2008, elles se présentaient sous leurs configurations définitives, permettant la reproduction de 3 groupes reproducteurs et l'élevage de leur descendance. Les différents bacs et incubateurs sont disposés dans 2 lieux bien distincts : l'écloserie et la ferme aquacole.

L'écloserie est une pièce de 25 m² affectée au secteur Aquarium. Ce lieu a été choisi pour sa grande stabilité thermique (20 °C en été et 13 °C en hiver) et pour une luminosité naturelle procurée par une grande fenêtre. Elle possède 2 bacs de reproductions (DR1, DR2), 3 incubateurs (A, BZ, IF) et 2 modules d'éclosion et de grossissement (ME et N).

La ferme aquacole, quant à elle, est une « vitrine » destinée à expliquer et à montrer au public les différents élevages réalisés au Muséum. A proximité de la présentation de l'astaciculture, l'exposition dévolue à l'apron tient la plus grande part. Elle se compose de 3 entités : l'AGM (Apron Grand Module) qui accueille les géniteurs, l'AI (l'incubateur qui reçoit des plateaux de gravier) et l'AJ (Apron Juvénile) qui montre les alevins.

Le renouvellement en eau et en air de chaque bac est assuré respectivement par le réseau d'eau potable de la ville de Besançon et par un surpresseur.

Chaque module a été conçu et réalisé sur mesure pour répondre aux exigences de chaque phase de la reproduction des aprons.

1. Les bassins d'élevage

a) Le double radier « DR1 et DR2 »

Le « double radier » a été conçu pour héberger 2 groupes de géniteurs dans des conditions strictement identiques mais on peut y faire varier indépendamment un ou plusieurs paramètres (température, débit, substrat...) pour mesurer leurs effets sur la reproduction ou le comportement. Il est constitué de deux parties (DR1 et DR2), qui fonctionnent de manières indépendantes. Chaque partie peut accueillir de 25 à 50 spécimens et comprend : un radier (zone de courant), une zone sans courant, un système de filtration séparé des animaux, un groupe réfrigérant et un stérilisateur ultraviolet. Les côtés du module sont équipés de vitres qui permettent à la lumière naturelle issue de la fenêtre de pénétrer, et à l'observateur de visualiser le comportement des reproducteurs. Les radiers sont équipés de caméras étanches, à vision nocturne infrarouge et à détection de mouvement, reliées à un enregistreur d'une capacité de 1000 Go. Ainsi, les activités diurnes et nocturnes des 2 groupes peuvent être enregistrées simultanément sur une longue période.



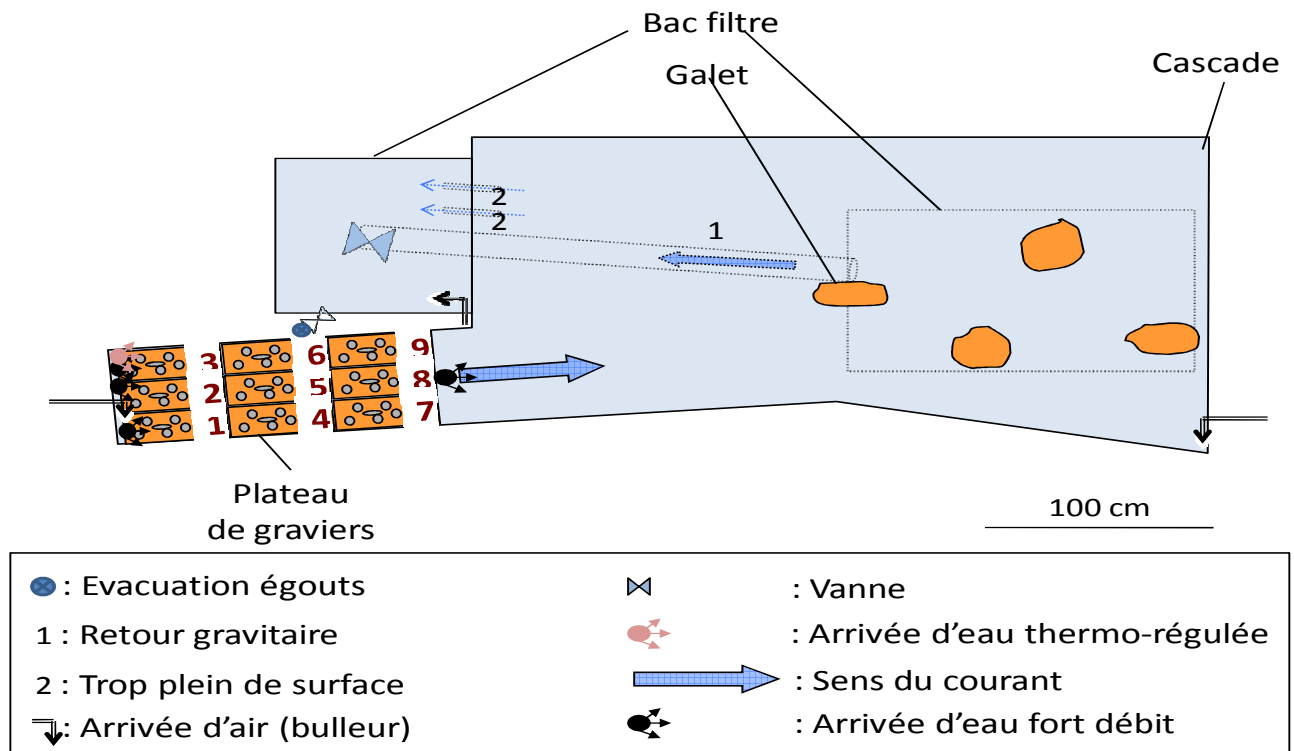
b) L'apron grand module « AGM »

L'AGM est un aquarium de 5 m de longueur et de 1.6m de largeur, il peut accueillir plus d'une cinquantaine d'aprons adultes. Il comprend une grande frayère surélevée et une zone calme profonde. Le substrat est composé d'éléments naturels comme des graviers, des galets, des blocs rocheux et des plantes. De larges ouvertures permettent à la lumière naturelle de pénétrer et un éclairage artificiel fait un appoint en journée. La frayère est pourvue de 4 angles de vision différents : de dessus, latéralement par une grande vitre qui couvre toute la longueur, en amont par une petite vitre, et en aval par une demi sphère en plexiglas.



D'un point de vue technique, il bénéficie de l'expérience acquise au cours des années précédentes (filtration sur mousse, groupe réfrigérant...). Il profite en plus d'innovations, comme l'auto nettoyage par le fond grâce à une circulation d'eau gravitaire, et la possibilité de modifier le régime hydrodynamique de la frayère. Ainsi, les aprons sont beaucoup moins dérangés par des interventions manuelles d'entretien et à certaines périodes, ce dispositif peut simuler de petites crues.

Le visiteur peut ainsi observer le comportement de l'apron du Rhône dans un milieu reconstitué à différentes phases de sa vie.



2. Les incubateurs : « A », « IF » et « AI » et « BZ »

Trois incubateurs sont disposés autour du double radiateur et sont destinés à recueillir les pontes.

Le premier « A » est composé de 3 gouttières d'éclosion de faibles profondeurs (220 x 60 x 17 cm) nommées A1, A2, A3. Elles se superposent pour former un ensemble compact où chaque étage fonctionne de manière indépendante. Un système de filtration, un groupe réfrigérant et un stérilisateur à ultraviolet assurent pour chaque gouttière une eau de bonne qualité. Dix-huit plateaux garnis d'œufs par niveau soit 7 à 9 pontes peuvent être incubés simultanément. Le second incubateur (IF), constitué d'une enceinte isotherme, est prévu pour accueillir 18 plateaux de graviers répartis sur 3 niveaux. L'eau de circulation de chaque étage provient d'un même dispositif de filtration, de refroidissement et de stérilisation. Par conséquent, les œufs déposés aux différents étages, subissent le même régime thermique.



L'incubateur « AI » positionné juste à côté de l'AGM, se présente sous la même forme et a le même fonctionnement que le « IF » de l'écloserie. Il possède en plus, un éclairage interne qui illumine un étage afin que les visiteurs puissent distinguer nettement le développement des œufs. Cependant il possède une capacité limitée de 12 plateaux.

Le quatrième appareil, de type vertical, reprend le principe de l'incubation en bouteille de Zoug. Il convient pour accueillir les œufs issus d'une fécondation artificielle, ou les œufs non fixés sur les graviers des bacs de reproduction.

Dans des bouteilles d'un litre, inversées et sans culot, un flux continu d'eau maintient en suspension les œufs. Chaque bouteille peut contenir 200 œufs. Dix bouteilles sont placées dans une enceinte isotherme thermo régulée de 300 litres, ce qui permet d'accueillir simultanément 10 lots distincts. La circulation d'eau passe là aussi par un dispositif de filtration, de refroidissement et de stérilisation.



Dans des bouteilles d'un litre, inversées et sans culot, un flux continu d'eau maintient en suspension les œufs. Chaque bouteille peut contenir 200 œufs. Dix bouteilles sont placées dans une enceinte isotherme thermo régulée de 300 litres, ce qui permet d'accueillir simultanément 10 lots distincts. La circulation d'eau passe là aussi par un dispositif de filtration, de refroidissement et de stérilisation.

L'ensemble des incubateurs regroupent donc deux techniques différentes et ils permettent d'appliquer simultanément 6 températures de consigne.



3. Les bassins d'éclosion et de grossissement

a) Le module d'éclosion (ME)

Le module d'éclosion (ME), permet d'observer le déroulement des éclosions sans avoir à manipuler les plateaux de gravier. Pour cette raison, des points de vue latéraux sont possibles grâce à des hublots et des faces vitrées. La surface de l'eau est complètement dégagée pour permettre aisément le comptage et le prélèvement des alevins.

Ce module possède deux circuits d'eau distincts mais avec un fonctionnement identique reprenant la technologie des autres bacs, à savoir des appareillages assurant la filtration, le refroidissement et la stérilisation de l'eau. La partie supérieure est divisée en 4 compartiments (E1, E2, E3, E4) isolés des uns des autres mais le circuit hydraulique du E1 est commun à celui du E2 alors que l'eau du E3 provient du même réseau de filtration que E4. Ainsi, 4 lots d'œufs peuvent être suivis indépendamment, avec la possibilité de réaliser cette opération à 2 températures différentes.



b) Le bassin de grossissement « N »

Il permet d'accueillir les alevins ayant passé le cap de l'éclosion. Il comprend 6 bacs au total. Les 2 bacs du troisième étage (N1, N2) ne fonctionnent qu'avec une filtration (interne au bac) sur mousse complétée par des stérilisateurs ultraviolet.



Les 2 bacs du second étage (N3, N4) reprennent la même méthode de traitement de l'eau que les modules précédents mais avec comme bacs de filtration les cuves du premier étage c'est-à-dire N5 et N6. Ainsi 4 lots d'alevins peuvent être élevés séparément avec la possibilité de faire varier la température pour chaque groupe. Le fond des bacs N1, N2, N3, N4 est incliné pour faciliter l'entretien quotidien. Des hublots de 10 cm de diamètre, permettent d'observer le comportement des alevins.

Enfin, un aquarium de 300 litres (AJ) côtoie l'incubateur de la ferme aquacole et montre une partie des alevins d'aprons. Le traitement de l'eau reprend la même technique que les dispositifs exposés précédemment.

Tous les détails de ces installations et leurs schémas de fonctionnement sont développés dans l'annexe 4.

Pour éviter que les poissons sautent en dehors des bacs, tous les bacs possèdent des couvercles. Ils sont translucides pour laisser passer la lumière.



III. Résultats

A. Résultats antérieurs

1. Essais de reproduction avant 2005

La première reproduction artificielle de cette espèce avait été réalisée en 2000 à la Réserve naturelle des Ramières (Drôme) dans le cadre du programme Life Apron I. La technique de stripping avait été pratiquée avec succès sur 2 femelles et 2 mâles sauvages (communication orale 2008 de Delphine Denancher) de la rivière Beaume (Ardèche). Cependant les essais réalisés ultérieurement n'ont pas confirmé la reproductibilité de la première manipulation. Les quelques dizaines d'aprons survivants de ces expériences ont constitué la base des géniteurs qui ont participé dès 2005 aux essais de reproduction de cette espèce au Muséum de Besançon.

2. Essais de reproduction au Muséum entre 2005 et 2012

Depuis 2005, les essais réalisés au Muséum de Besançon ont montré que la reproduction des aprons en captivité était possible, sans intervention directe, grâce à la technique du « Radier artificiel ». C'est en 2008, que cette technique donna les meilleurs résultats et depuis des milliers d'alevins ont pu être produits. Alors que l'élevage des juvéniles a été rapidement maîtrisé, le taux de survie des œufs pendant l'incubation restait faible. Les expérimentations se sont donc concentrées sur ce sujet et plus particulièrement sur l'influence des cycles annuels de température, subis par les géniteurs, sur la qualité des pontes. En effet, les phases de vernalisation et de gamétogénèse sont des moments clés pour la réussite de la reproduction. La durée et l'intensité des températures fraîches de ces périodes déterminent la réussite ou non de la reproduction. De 2010 à 2012, les mêmes cycles thermiques ont été appliqués aux différents groupes de géniteurs avec une légère différence pour le bac DR2. L'absence de résultats positifs du bac DR2 en 2012 semblait confirmer l'effet néfaste d'un cycle de température annuel où les températures hivernales étaient plus douces. D'autant plus, que dans ce bac certaines femelles n'ont pas réussi à pondre (2011 et 2012). Le faible taux d'éclosion globale laissait penser que les cycles thermiques annuels n'étaient pas optimaux.

B. Résultats 2013

Les paramètres thermiques ont été modifiés en 2012-2013 dans le sens d'une augmentation de la durée de la période de vernalisation car, en 2012, les œufs fraîchement pondus présentaient des anomalies qui pouvaient être dues à une maturation trop avancée. Par conséquent, le fait d'atteindre plus rapidement des températures de 5°C en automne et de maintenir celles-ci, durant l'hiver, plus longtemps permettrait peut-être de freiner la gamétogénèse et ainsi de mieux synchroniser la maturation des ovocytes avec leur expulsion en mars. Ainsi, des températures de l'ordre de 5-6°C ont été appliquées dès décembre et maintenues jusqu'à mi-février.

Pour la saison 2013, nous disposions de trois groupes d'aprons. Un premier groupe d'individus, issus de la capture dans le canal d'Oraison en octobre 2012, a été installé dans le bac DR1. A l'origine 18 aprons avaient été récupérés pour constituer le départ d'une nouvelle souche : celle de la rivière Durance. Cependant, en février 2013 il ne restait que 14 géniteurs d'une taille comprise entre 11.5 et 13 cm. Les autres avaient succombé entre décembre et janvier (développement d'une mycose cutanée).

Un deuxième groupe, installé dans le bac DR2, fut constitué des 22 individus du bac DR2 plus ceux qui étaient présent dans le bac DR1 avant l'arrivée de la souche « Durance ». Au total, 45 aprons de la souche « Beaume » nés en captivité en 2008 dont 14 femelles étaient présent dans ce bac en février.



Leurs tailles étaient comprises entre 13.7 et 20.5 cm. La plus grosse femelle pesait le 16 février 2013, 103.8 g !

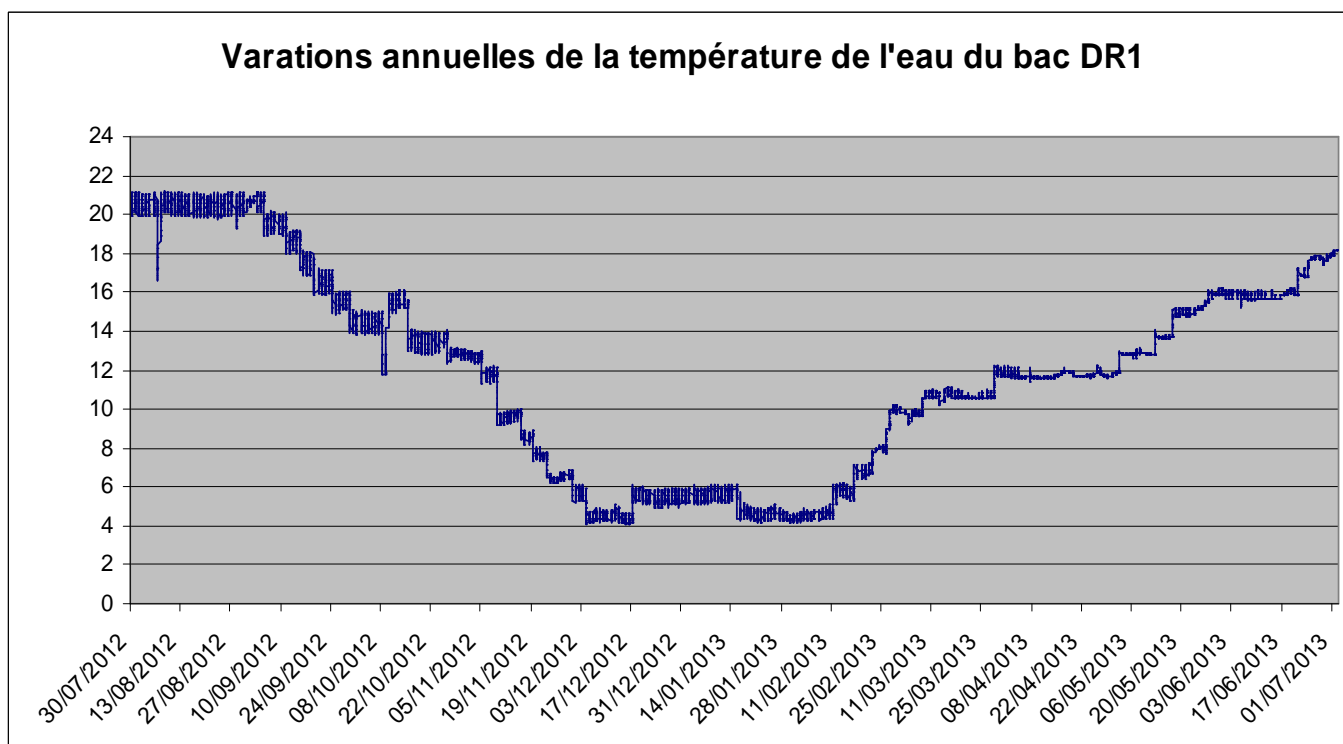
Enfin, un troisième groupe fut constitué de 40 individus issus de la reproduction 2010 installés dans le bac AGM depuis le 8 juillet 2011 et de 41 aprons de celle de 2011. Ces aprons sont issus des géniteurs nés en 2008 au Muséum. Ainsi, ce groupe était composé de géniteurs de un et de deux ans.

Les groupes ainsi constitués pouvaient apporter des informations sur la reproduction de la deuxième génération d'apron nés en captivité (AGM), confirmer la fertilité d'aprons âgés de 5 ans (DR2) et surtout de mesurer l'influence du nouveau cycle thermique sur la qualité de la reproduction. De plus, avec l'arrivée de la nouvelle souche d'aprons sauvages (DR1) n'ayant subis que des conditions thermiques naturelles, les données obtenues sur ce groupe pouvait nous informer sur la qualité des géniteurs produits en captivité.

1. Cycle thermique 2013

Les cycles thermiques appliqués aux géniteurs, pour la saison 2012-2013, ont été similaires pour l'ensemble des bacs. La chute de température a été amorcée début septembre pour atteindre 5-6 °C début décembre. La période de vernalisation s'est déroulée sur 2 mois et demi, la remontée de la température a commencé le 15 février pour atteindre 10 °C début mars. Pendant la période de reproduction c'est-à-dire de mars à avril la température de l'eau a été maintenue à des valeurs comprises entre 10 et 12 °C. Enfin l'eau s'est réchauffée progressivement de mai à juillet pour atteindre une valeur estivale de 20 °C.

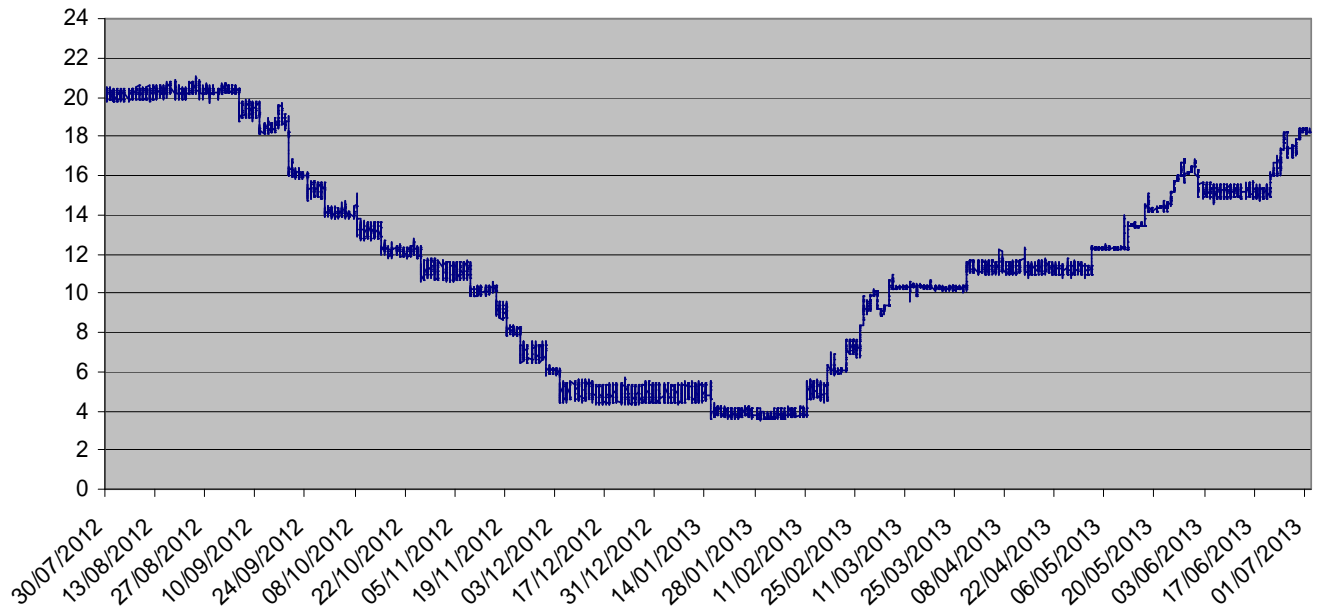
Les cycles thermiques de chaque bac sont suivis par thermo-sondes enregistreuses et les courbes thermiques de chaque bac sont présentées ci-dessous :



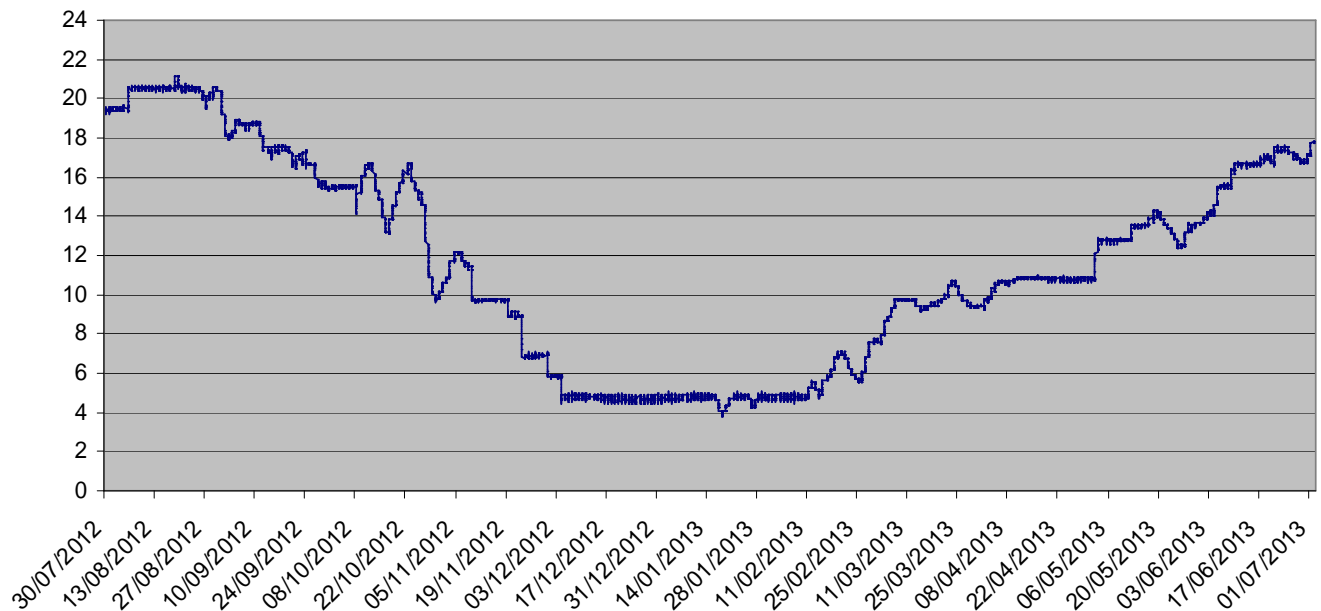
Les aprons de la souche « Durance ont été introduits dans le bac DR1 le 11 octobre 2012. L'origine et le temps passé dans le canal d'Oraison de ces aprons étant inconnus, les paramètres thermiques subis par ces individus avant cette date sont difficilement appréhendables.



Variations annuelles de la température de l'eau du bac DR2



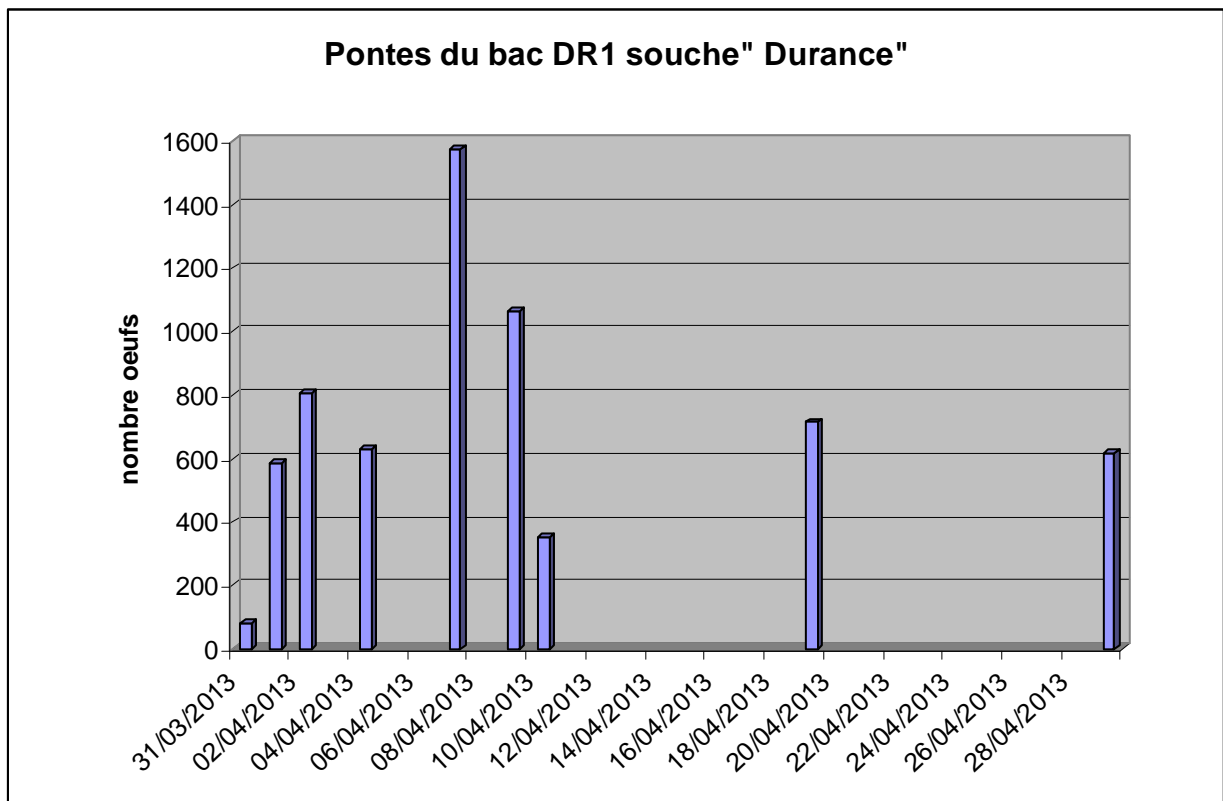
Variations annuelles de la température de l'eau du bac AGM



2. Pontes du bac « DR1 »

Les 14 aprons de ce bac ont été mesurés et pesés le 16 février 2013 (cf. annexe 11). Cela a permis d'identifier 9 femelles de tailles variant de 11.8 à 13 cm pour des masses variant de 14.8 à 18.9 g. Pour les 5 autres, leurs tailles variaient de 11.5 à 12.7 cm pour une masse de 12.5 à 16.7 g.

Les pontes ont débuté le 31 mars et se sont terminées le 29 avril. Les 9 pontes ont produit 6428 œufs. Deux pontes (4 et 10 avril) ont mobilisé plus de 1000 œufs. En revanche, la ponte la plus faible n'en a donné que 81. Le nombre d'œufs moyen a été de 714. Tous les œufs ont été récupérés sur les plateaux. La période de pontes de ce bac s'est répartie sur 1 mois. Cependant les pontes se sont déroulées largement après celles de la souche « Beaume ».



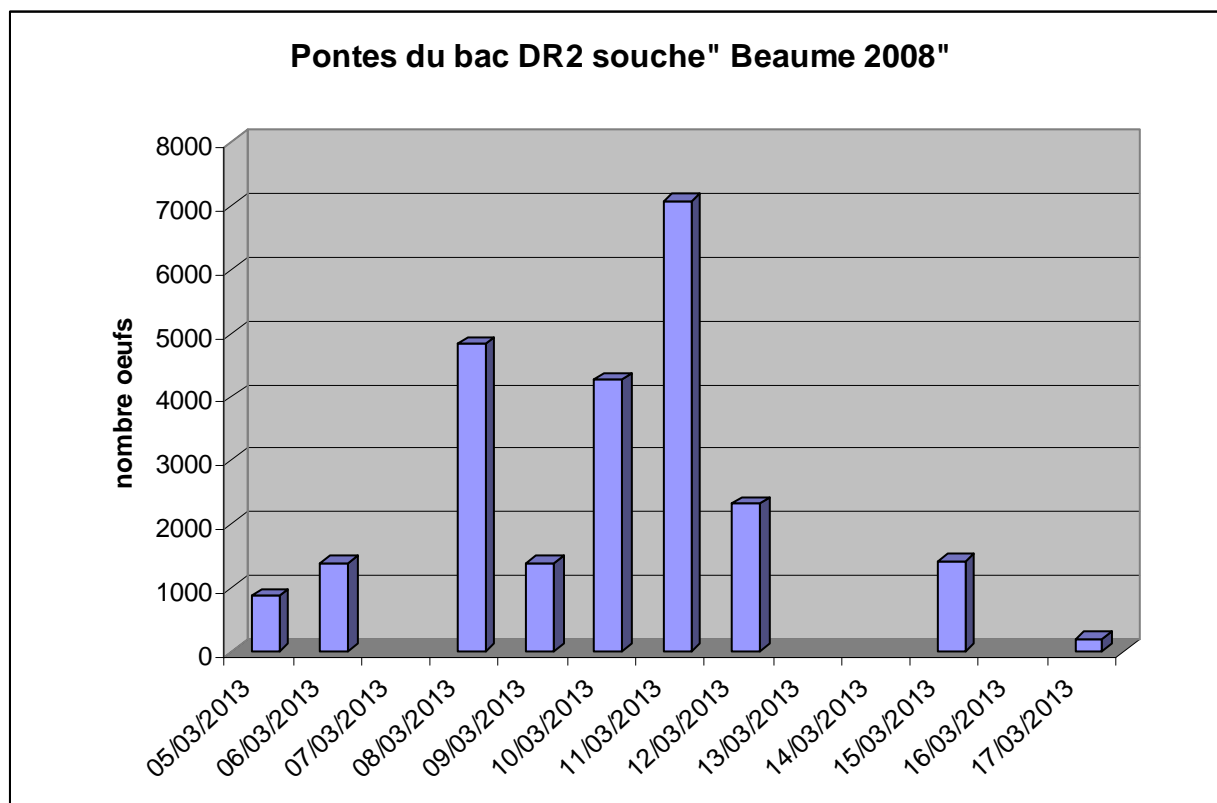
Aucune opération de stripping n'a été effectuée sur ce groupe de géniteurs car seuls 3 mâles ont finalement participé à la reproduction. Cette opération mettant en œuvre la laitance de plusieurs mâles, il était donc préférable de laisser les reproducteurs tranquilles pour assurer une reproduction « naturelle ». De plus les mâles se sont montrés très discrets, seul un individu était présent sur la frayère en journée. La période de ponte de ce bac s'est répartie sur 29 jours. 2 femelles sont mortes entre le 30 mars avant la ponte et une le 22 avril après la ponte.

3. Pontes du bac « DR2 »

Les 45 aprons de ce bac avaient été mesurés et pesés le 16 février 2013 (cf. annexe 11) et avait permis d'identifier 17 femelles avec un gros abdomen de tailles variant de 15 à 20.5 cm pour des masses variant de 37.1 à 103.8 g. Pour les mâles les tailles variaient de 13.7 à 17 cm pour des masses de 29 à 49 g.



Les pontes ont débuté le 5 mars et se sont terminées le 17 mars. 5 femelles sont mortes avant de pouvoir pondre. Les 9 pontes ont produit 23754 œufs. Trois pontes (8,10, 11 mars) ont produit plus de 3000 œufs. Le 11 mars plus de 7000 œufs ont été récupérés sur les plateaux et au fond du bac. 12 femelles ont effectivement participé au frai ce qui indique que ces pontes ont été produites par plusieurs femelles. Près de 10400 œufs ont été récupérés en dehors des plateaux dont 3800 lors des pontes du 10 mars. 192 est le nombre d'œufs de la ponte la moins productive et le nombre d'œufs moyen était de 2639. Ce qui représente par femelle 1991 ovocytes expulsés.



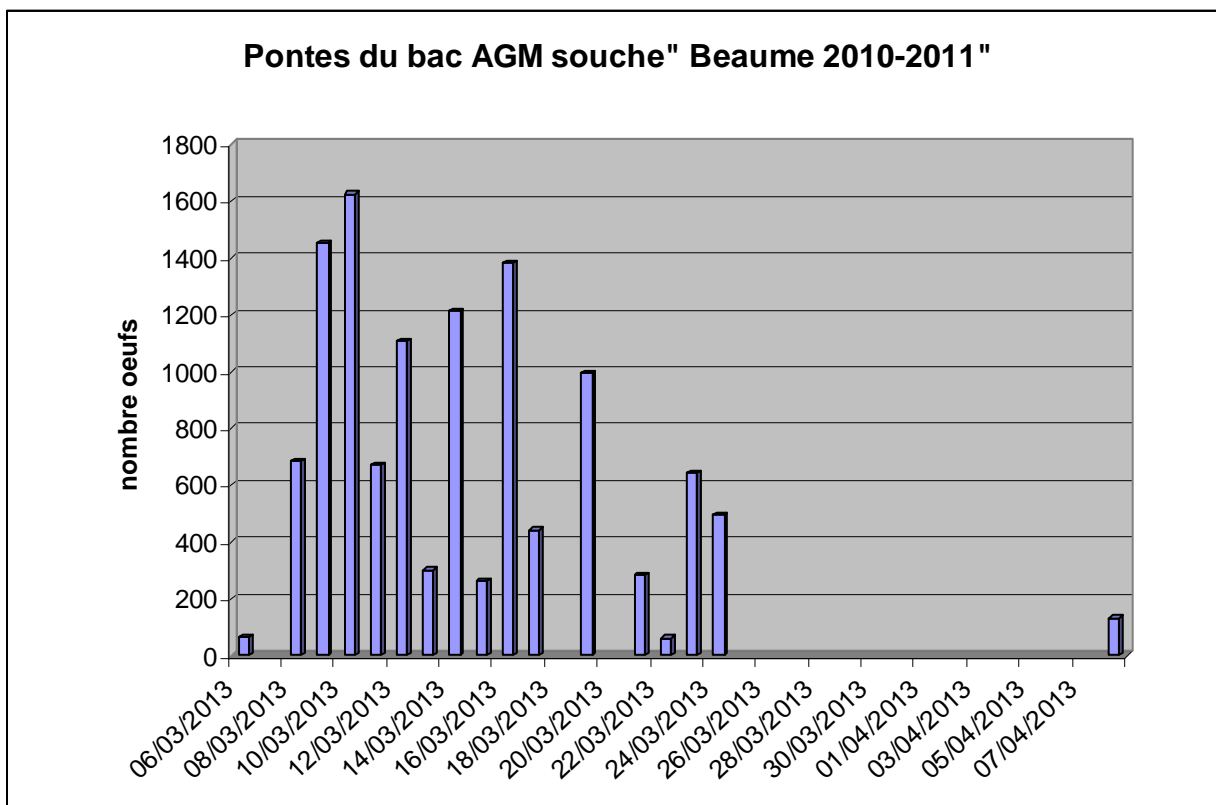
Une opération de stripping a été effectuée sur une femelle de 17.5 cm, fraîchement morte, 2128 œufs ont été récupérés mais ceux-ci n'étaient pas encore matures. Cet essai n'a pas été pris en compte pour les calculs des taux de réussite à l'incubation. La période de ponte de ce bac ne s'est répartie que sur 13 jours. 19 géniteurs sont morts entre le 8 mars et le 3 mai dont la plupart étaient des femelles.

4. Pontes du bac « AGM »

Les 81 aprons de ce bac n'ont pas été mesurés et pesés car leur capture dans ce bac n'est pas aisée sauf lors d'une vidange complète. De plus, ce bac a été conçu dans l'objectif d'y réaliser le moins d'interventions possibles (nettoyages du fond, manipulations...) afin de garantir une certaine « tranquillité » à ce groupe.

Les premiers œufs (200) ont été émis le 6 mars, mais en dehors des plateaux de graviers. Seul un échantillon d'une soixantaine œufs a été récupéré. Les pontes se sont succédées jusqu'au 24 mars et après une période de 19 jours sans ponte, une dernière est survenue le 8 avril. Les 17 pontes ont produit 11814 œufs dont la plus productive en comptait 1625. 61 est le nombre d'œufs de la ponte la moins productive et le nombre d'œufs moyen était de 695. La période de ponte de ce bac s'est étalée sur un mois.





Trois opérations de stripping ont été effectuées. Tous les ovocytes ont été prélevés ce qui correspond à un total de 1243, 1424 et 731 par femelle.

Les mâles, quant à eux, sont restés sur et sous la frayère. 8 aprons sont morts dans ce bac durant la période de frai, dont 3 femelles avant la ponte.



Aprons en frai (bac AGM)



5. Bilan global des pontes des 3 bacs

39 pontes sans intervention ont produit 41996 œufs et les opérations de fécondation artificielle ont permis de récolter 5526 œufs soit un total de 47522.

La période de reproduction 2013 s'est déroulée sur 54 jours avec le concours d'une centaine de géniteurs.

6. Incubation et éclosion

L'incubation a été réalisée dans les mêmes conditions que l'année précédente. Après avoir vérifié la fin de l'activité des géniteurs, les plateaux d'œufs sont retirés et disposés dans les différents incubateurs à 11-12 °C. Après 10 jours, ils sont triés une première fois et les œufs survivants sont placés dans des coupelles munies d'un filet pour éviter qu'ils n'en ressortent. Le tout est alors placé dans l'incubateur I à une température de 13 °C. Quand la ponte présente un grand nombre d'œufs vivants les œufs morts sont retirés et le plateau entier est placé dans l'incubateur I. Aucun mélange d'œufs n'a été effectué, les pontes sont bien identifiées et suivies individuellement jusqu'à l'éclosion. Du dixième au dix-huitième jour les pontes sont contrôlées régulièrement et les œufs mycosés sont systématiquement éliminés.

A partir du dix-huitième jour, les œufs ont été placés dans un compartiment du module d'éclosion (ME). Quand les plateaux de gravier contenaient beaucoup d'œufs viables, ils ont été placés directement dans le module d'éclosion. Pour les autres cas ce sont les coupelles contenant les œufs survivants qui ont été placées dans le module d'éclosion. Les filets retenant les œufs dans celles-ci ont été enlevés pour permettre aux alevins de gagner le volume d'eau libre. L'éclosion s'est opérée à une température de 13-14 °C.

Les résultats par bac sont présentés dans le tableau suivant :

| Bilan pontes 2013 | Total | AGM | DR1 | DR2 |
|--|--------------|------------|------------|------------|
| Nombre œufs pondus | 41996 | 11814 | 6428 | 23754 |
| Nombre de ponte positive (au - 1 alevin) | 35 | 16 | 9 | 9 |
| Nombre d'éclosion | 9026 | 2833 | 2016 | 4177 |
| Taux d'éclosion | 21,5% | 24,0% | 31,4% | 17,6% |

Toutes les pontes ont produit au moins un alevin. Les taux d'éclosion moyens par bac sont compris entre 17% et 31%. Les taux d'éclosion des meilleures pontes pour les bacs AGM, DR1 et DR2 sont respectivement de 62%, 81% et 33%.

Les résultats des strippings par bac sont présentés dans le tableau suivant :

| Bilan stripping 2013 | Total | AGM | DR1 | DR2 |
|--|--------------|------------|------------|------------|
| Nombre d'œufs strippés | 5526 | 3398 | 0 | 2128 |
| Nombre de stripping positif (> 1 alevin) | 2 sur 4 | 2 sur 3 | 0 | 0 sur 1 |
| Nombre d'éclosion | 1894 | 1894 | 0 | 0 |
| Taux d'éclosion | 55,7% | 55,7% | 0,0% | 0,0% |

La femelle du bac DR2 utilisée pour cette opération était morte depuis plusieurs heures, la fécondation artificielle de ses ovules à quand même été tentée. Les données négatives de cet essai n'ont



pas été incluses dans les des résultats des strippings, seules les données provenant des femelles vivantes ont été prises en compte. Pour les 3 femelles du bac AGM une opération n'a pas réussi. En revanche, les deux autres ont produit à elles seules 1894 éclosions soit 40% des alevins de ce bac. Les taux d'éclosion de ces deux strippings sont respectivement 85% et 65%.

Durant l'incubation 3 comptages des œufs ont été effectués :

- le nombre d'œufs de départ,
- le nombre d'œufs vivants à 10 jours,
- le nombre d'œufs vivants juste avant le début de l'éclosion.

Le nombre d'alevins éclos et le nombre d'alevins survivants à un mois (quand leur conditionnement le permettait) complètent ce suivi.



Éclosion

7. Elevage des alevins

Le grand nombre d'œufs et un taux d'éclosion en progrès cette année ont permis d'obtenir 10920 alevins. Ce nombre conséquent nous a obligés à changer les conditions d'élevage des années précédentes. Jusqu'à présent les alevins étaient séparés par ponte et élevés dans des bacs de 8 litres en contenant une centaine pendant un mois. Cette année la stratégie suivante a été adoptée :

- l'effectif des bacs de 8 litres est doublé, passant à 200,
- les alevins issus des pontes du bac AGM sont élevés en mélange avec d'autres pontes dans des grands bacs (N2, N3...) contenant de 1500 à 2000 individus,
- pour les pontes du bac DR2, un échantillon de 200 alevins maximum est élevé en bac de 8 litres afin de pouvoir sélectionner 5 individus de chaque ponte pour constituer les groupes de géniteurs 2015, les autres sont ajoutés aux groupes communautaires,
- pour les pontes du bac DR1, tous les alevins sont élevés en bac de 8 litres (200 individus) afin de pouvoir sélectionner 5 individus de chaque ponte pour constituer les groupes de géniteurs 2015, et d'avoir des éléments de comparaisons.

Les premiers nourrissages ont été effectués à base de nauplius d'artémias et les températures ont varié de 14 à 18 °C durant le premier mois.

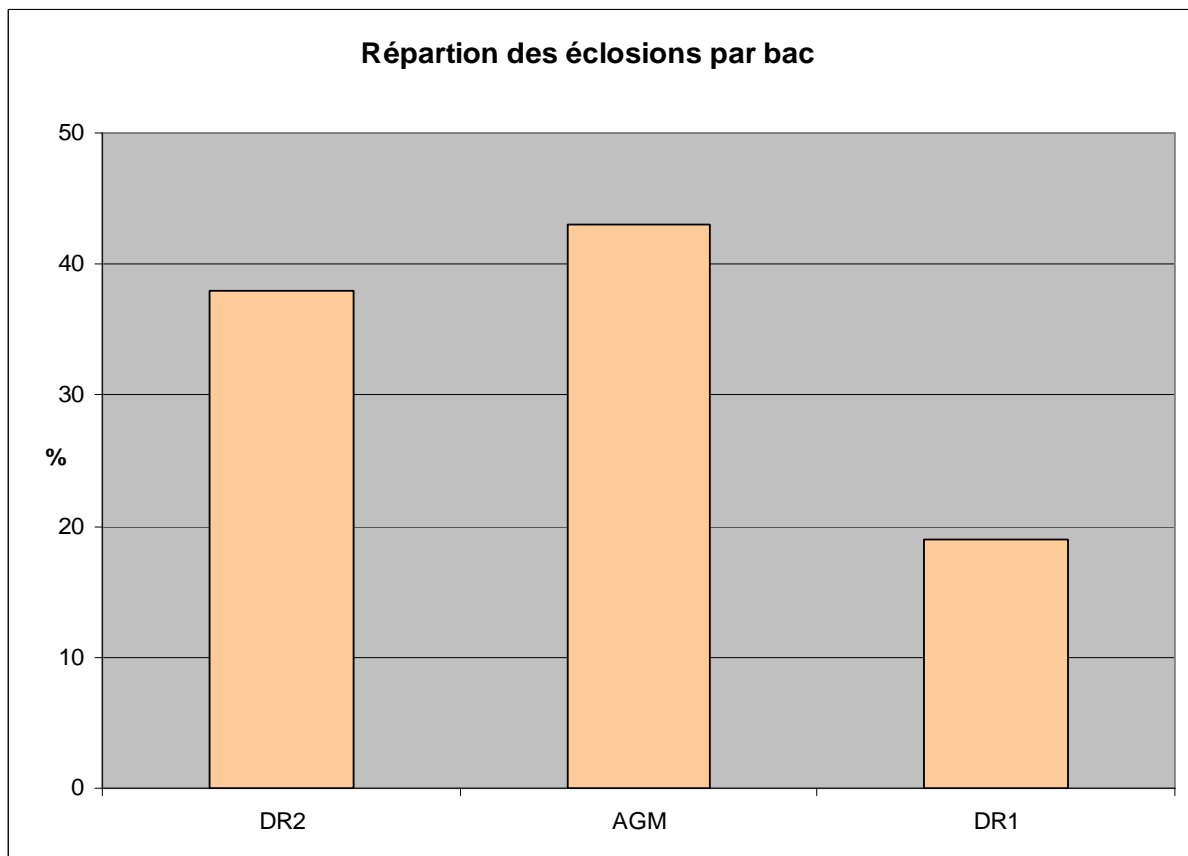
Les résultats de l'élevage par bac d'origine sont présentés dans le tableau suivant :



| Bilan éclosions 2013 | Total | AGM | DR1 | DR2 |
|--|--------------|------------|------------|------------|
| Nombre d'éclosion | 10920 | 4727 | 2016 | 4177 |
| Nombre d'alevins à 1 mois | | | 1568 | |
| Nombre alevins relâchés | 6147 | | 1504 | |
| Nombre alevins conservés | 210 | 60 | 50 | 100 |
| Taux de survie à 1 mois (pour ceux en bacs de 8 litres) | | | 77,8% | 80,1% |

8. Production 2013

Au final, sur les 47522 œufs récupérés, 10920 ont éclos et 6357 ont survécu. La répartition des éclosions par bac est représentée par le graphique suivant :



Avec 43% des éclosions les géniteurs du bac AGM, ont fourni le plus grand nombre d'alevins. Ceux du bac DR2 (les plus âgés) en ont apporté près de 38%. La souche « Beaume » représente donc 81% des alevins. La souche « Durance » a produit 19% des alevins, un très bon résultat pour un premier essai et surtout le faible nombre de géniteurs.



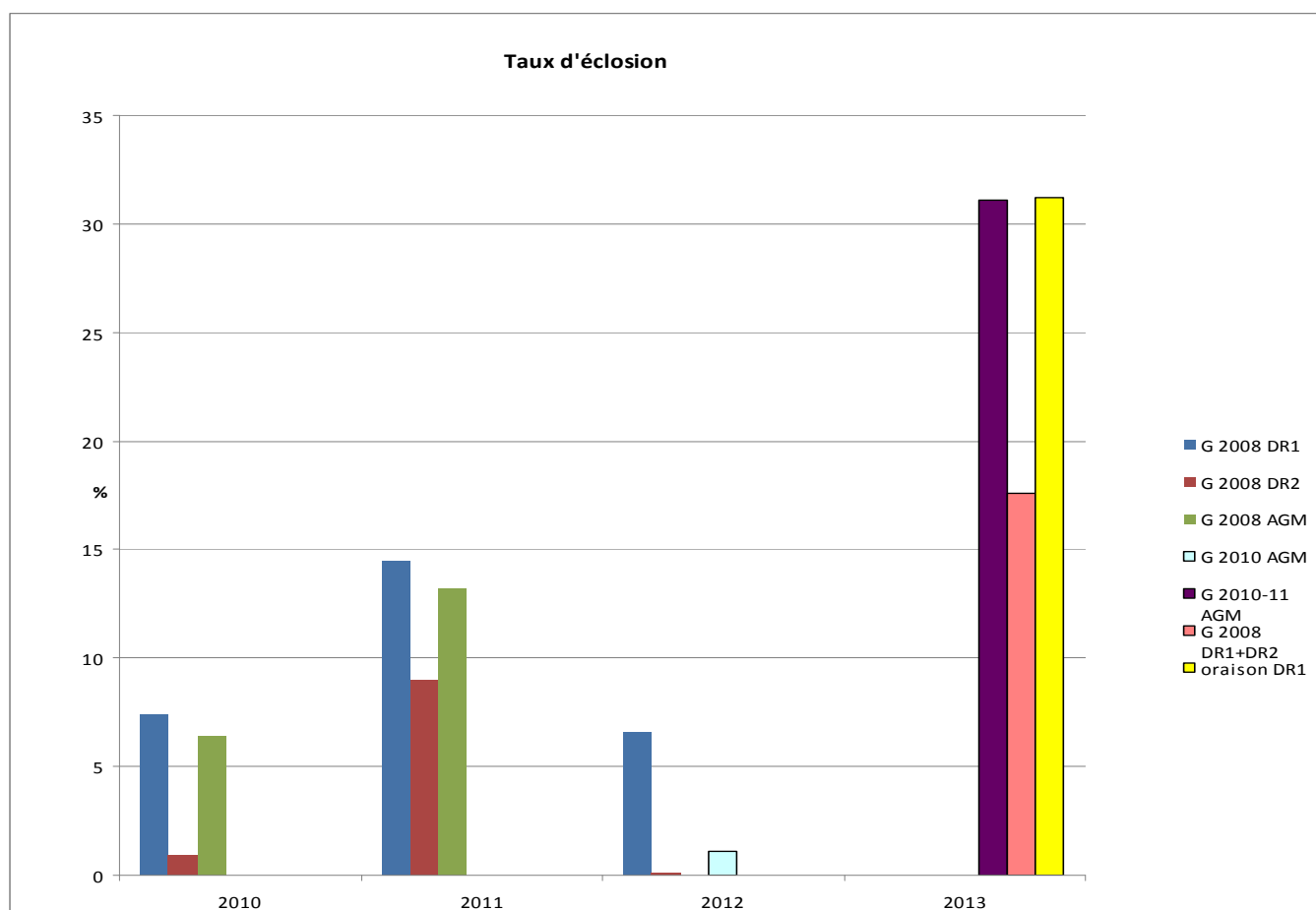
IV. Discussions et perspectives d'améliorations

1. Discussions sur les résultats 2013 et comparaisons avec les reproductions précédentes

Tout d'abord, l'élevage des alevins de la souche « Durance » n'a pas présenté de difficulté supplémentaire. Ces poissons se comportent comme les autres durant leur nourrissage durant les phases de la reproduction, à la différence près, que le frai s'est déroulé en avril alors que les autres groupes ont pondu en mars.

L'élevage des juvéniles est bien maîtrisé : depuis 4 ans les taux de survie à un mois varient de 66% à 84%. Les alevins de la souche « Durance » ont été élevés dans des conditions comparables à celles de la souche « Baume » du bac DR2. Les taux de survie à un mois sont du même ordre de grandeur : 77.8% et 80%. Les effectifs des bacs de 8 litres ont été doublés sans conséquence négative. Pour les bacs communautaires les taux de survie varient de 42% à 59% après 3 mois d'élevage, il a été calculé au bout d'un mois seulement pour le bac A2 (71%). Le maintien des alevins d'aprons avec des concentrations fortes n'est donc pas conseillé au-delà de 1-2 mois. Les taux de survie dans ces bacs d'élevage ont fortement chuté après cette période.

Contrairement aux 3 années précédentes, on constate une nette amélioration des taux d'éclosion pour l'ensemble des bacs. Le graphique suivant montre l'évolution du taux d'éclosion par groupe de géniteurs sur les 4 dernières années :



Pour bien comprendre ce graphique il faut préciser plusieurs points important :

- de 2010 à 2011 la composition des bacs n'a pas changé (tous les géniteurs étaient issus de la reproduction 2008),
- en 2012 le groupe du bac AGM a été remplacé par les descendants des géniteurs 2008 (histogramme bleu ciel) mais les groupes des bacs DR1 et DR2 n'ont pas été modifiés,
- les cycles thermiques en 2010, 2011 et 2012 ont été identiques pour ces 3 années pour les bacs DR1 et AGM,
- les cycles thermiques 2010, 2011 et 2012 du bac DR2 ont été identiques pour ces 3 années mais ils étaient légèrement plus chauds que ceux des bacs DR1 et AGM
- les cycles thermiques en 2013 ont été identiques pour tous les bacs mais avec 75 jours de vernalisation (plus longue que les années précédents),
- en 2013, le bac DR2 contenait les géniteurs 2008 installés dans ce bac depuis 2010, plus ceux du bac DR1 (histogramme rose),
- les aprons de la souche « Durance » provenant d'Oraison étaient installés dans le bac DR1 en 2013 (histogramme jaune),
- en 2013, 40 aprons nés en 2011 ont été ajoutés au groupe du bac AGM (histogramme violet).

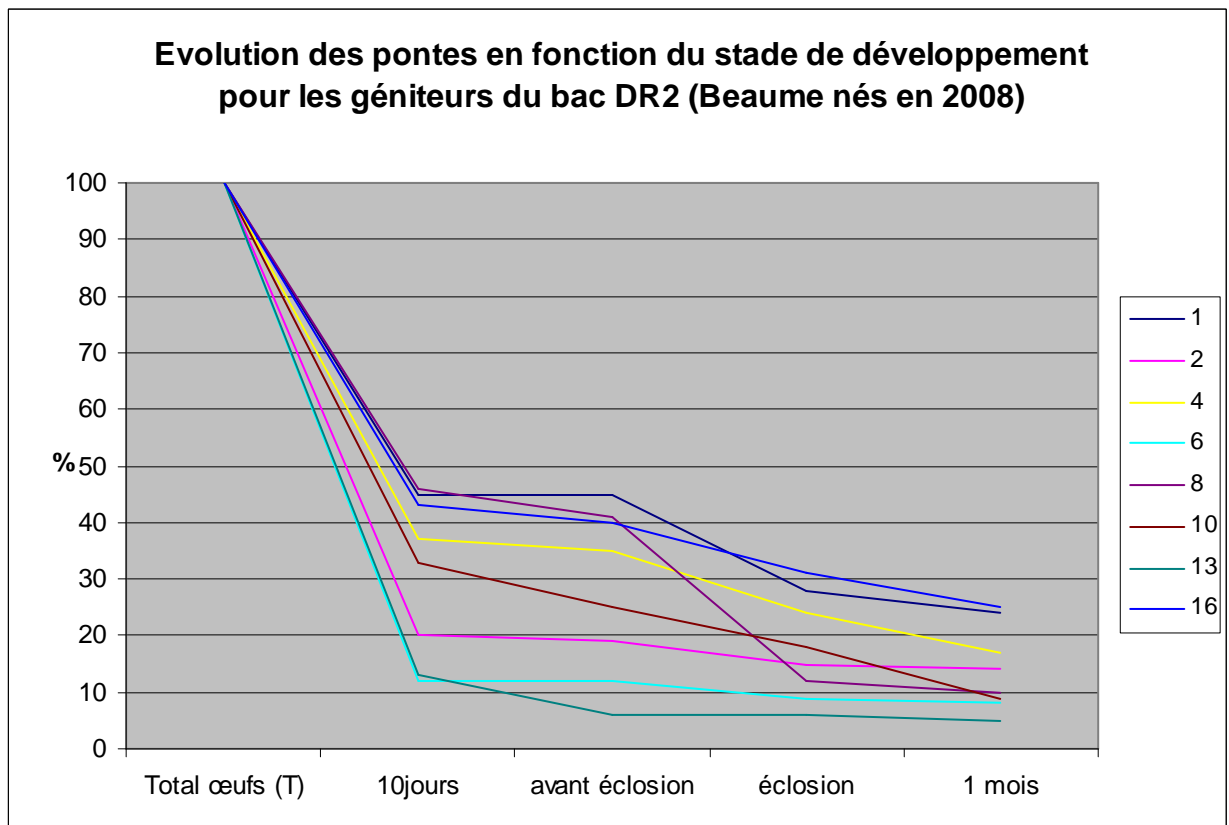
En résumé, nous avons un groupe d'aprons qui avait subi une période de vernalisation de 30 jours à 6 °C pendant 3 hivers consécutifs (DR2, 2010, 2011, 2012). Ce lot avait obtenu des taux d'éclosion médiocres variant de 0 à 9%. Un autre groupe avait subi une période de vernalisation de 45 jours à 4-6 °C (DR1, AGM, en 2010, 2011, 2012), les taux d'éclosion avaient atteint des valeurs comprises entre 6% et 14%. En 2013, tous les groupes ont subi 75 jours de vernalisation à 4-6°C et les taux d'éclosion ont progressé pour atteindre 17% et 31%. Les géniteurs de 5 ans ont aussi produit leurs meilleurs résultats de reproduction malgré leur âge avancé (17.6%). Enfin en 2013 toutes les pontes ont donné au moins un alevin viable. Les années précédentes les pontes réussies ne représentaient que 27% à 79% et en 2012 aucune ponte du groupe ayant subi 30 jours à 6 °C n'avait donné d'alevin. La durée de la période de vernalisation est donc très importante pour la réussite de la reproduction.

Le suivi du nombre d'œufs viables durant l'incubation fourni des informations supplémentaires pour l'interprétation des résultats. En effet, la cause de la mortalité des œufs peut être très différente selon le moment où elle a lieu dans le développement embryonnaire. Par exemple, un œuf qui est retrouvé mort dans les premiers jours a certainement eu un problème lié à la fécondation de l'ovule par les spermatozoïdes ou à la maturation de ceux-ci. En revanche, pour un œuf qui a dépassé le stade « œillé » (quand les yeux commencent à se distinguer après le dixième jour), les causes sont à chercher du côté des conditions physico-chimiques (nitrite), des manipulations (tri), des développements de maladies (mycose)... Cependant une mauvaise gamétogénèse et la consanguinité peuvent engendrer des perturbations de développement jusqu'au stade alevin. Ainsi, pour chaque ponte il a été établi :

- le nombre d'œufs total,
- le nombre d'œufs vivants à 10 jours,
- le nombre d'œufs avant l'éclosion,
- le nombre d'éclosions,
- le nombre d'alevins à un mois (sauf pontes AGM).

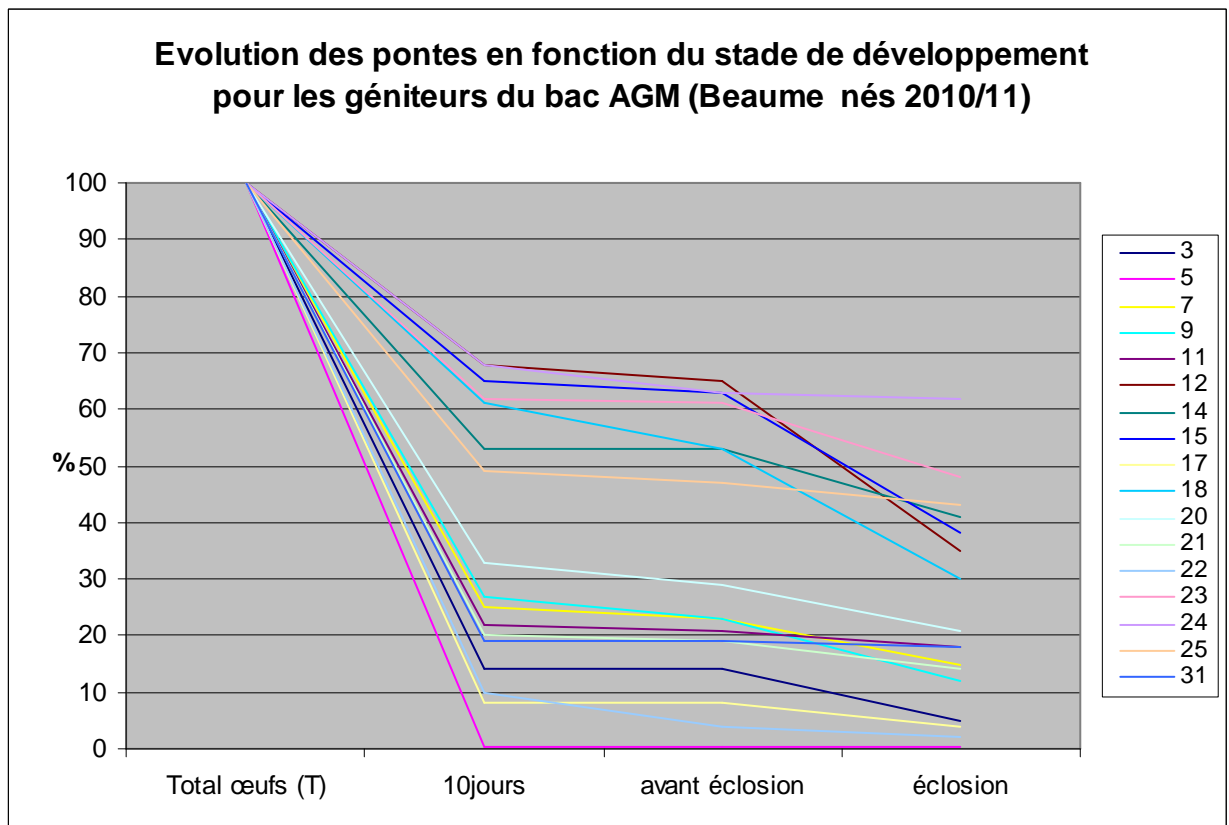
Les graphiques suivants montrent l'évolution du nombre d'œufs par ponte dans le temps pour chaque bac :





Pour les géniteurs du bac DR2, ce graphique montre que 55% à 88% des œufs sont morts durant les 10 premiers jours. Ensuite, les pertes se sont stabilisées. Cependant les pontes qui possédaient un grand nombre d'œufs comme la n°4, 8 et 10 ont accusé des pertes importantes au niveau de l'éclosion. Au final les taux d'éclosion ont varié de 6% à 31%. Mis à part le déplacement des plateaux de pontes dans les incubateurs, aucune manipulation n'a été effectuée avant le dixième jour. La mort de ces œufs n'est donc pas imputable au tri. Un défaut de fécondation pourrait être à l'origine de cette mortalité massive en relation avec l'âge avancé des géniteurs, ainsi qu'une mauvaise qualité des gamètes (paramètres thermiques non adéquates depuis plusieurs années), ainsi qu'une frayère mal dimensionnée pour des géniteurs de ces tailles (44% des œufs en dehors des plateaux). A l'inverse la forte mortalité à l'éclosion de certaines pontes est certainement à mettre en relation avec les opérations de tri très fastidieuses et longues des pontes possédant plusieurs milliers d'œufs (4 h pour la ponte 10). La concentration importante en œufs de ces plateaux a favorisé la propagation des mycoses. De plus il est difficile d'intervenir sur les œufs ayant dépassé les 20 jours d'incubation au risque de les faire avorter.



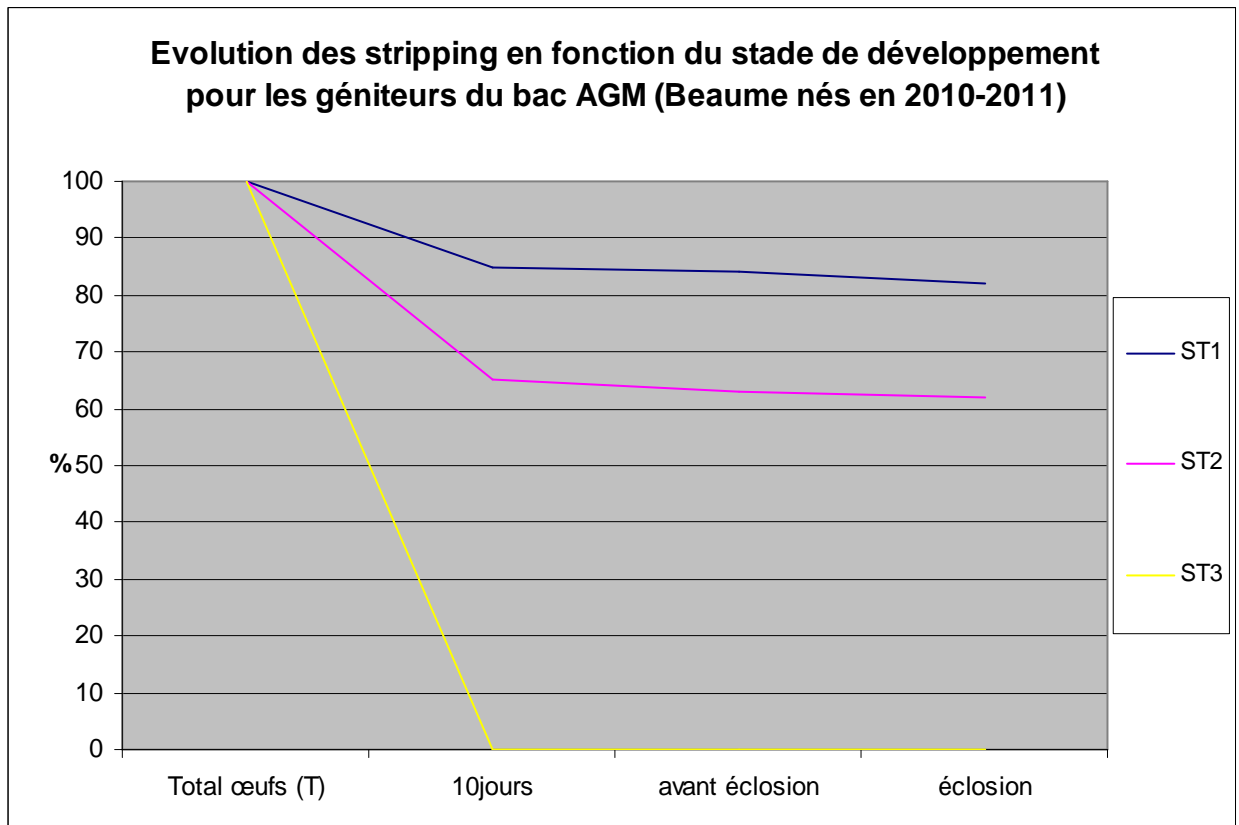


Les pontes de ce bac ont réagi de 2 manières différentes : celles qui au bout de 10 jours ont conservé au moins 50% d'œufs viables et celles qui en ont conservé dans le même temps moins de 25%. Au final, le premier groupe a obtenu des taux d'éclosion compris entre 30% et 61% alors que le second est arrivé au maximum à 20%. La plus mauvaise ponte n'a donné qu'un alevin. Vu que ce bac possédait des géniteurs de 2 ans et de 3 ans, le second groupe de pontes correspond très probablement aux géniteurs réalisant leur première reproduction...



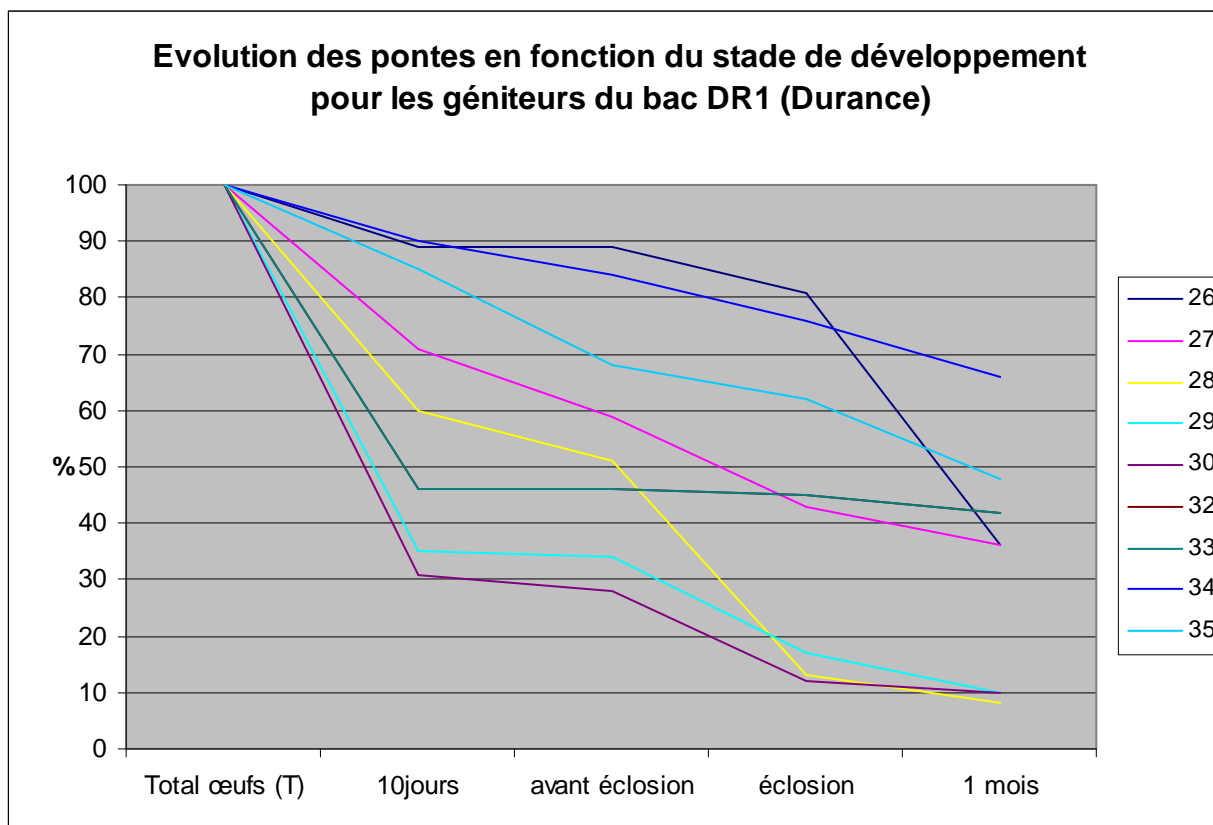
Œufs œillés après 15 jours d'incubation





Le graphique des stripplings est très explicite, soit cette méthode donne de très bons résultats soit elle n'en produit aucun. La réussite dépend beaucoup du bon repérage d'une femelle prête à pondre et de l'examen de la maturation de ces ovocytes. Les ovules du stripping ST3 n'étaient certainement pas matures, malgré la vérification réalisée avant l'opération. Ce point est délicat. Cependant, les 2 autres ont donné de très bons résultats. Les poissons utilisés mesuraient de 13 à 13.5 cm donc des femelles nées en 2010. Cette observation conforte les suppositions du paragraphe précédent dans le sens où ce sont les femelles de 2010 qui ont donné les meilleurs résultats de ce bac. Par cette méthode le taux de fécondation est certainement meilleur que de manière « naturelle ». Aussi le peu de perte après le dixième jour conforte le choix de l'utilisation de cette méthode. L'absence de graviers et d'organismes du bac d'origine diminue les risques de contaminations par des mycoses et la présence d'animaux consommateurs d'œufs (gammare, aselles, gastéropodes...). Après avoir récupéré les géniteurs l'opération de stripping ne prend que 10 minutes. Le tri est ensuite grandement simplifié car les œufs sont collés sur une plaque de verre et il est plus aisé d'enlever ceux qui sont morts sans perturber les autres. Le tri prend donc beaucoup moins de temps que sur une ponte « naturelle ». Par conséquent, ces opérations sont à privilégier dès que les conditions sont réunies...





Comme pour le bac AGM les résultats sont très variés mais certaines pontes atteignent des taux d'éclosion remarquables tels que 81%, 76% et 62% pour les pontes n° 26, 34 et 35. Là aussi, les pontes de ce bac semblent former 2 groupes : celles qui ont atteint des taux d'éclosion supérieurs à 40% et celles qui, au contraire ont approché à peine 15%. Les tailles de géniteurs comprises entre 11.5 et 13 cm semblent aussi indiquer que ces aprons sont âgés de 2 et 3 ans (peut être 4 ans car la croissance des aprons de la Durance est connue pour être plus faible que dans les autres bassins). Il est donc fort possible que les faibles résultats des pontes n° 28, 29 et 30 s'expliquent par des aprons réalisant leur première reproduction.

Au final, les géniteurs de ce bac produisent les meilleurs résultats en termes de taux de réussite global. Il est suivi de près par ceux du bac AGM. Les résultats obtenus dans le bac DR2 sont les plus faibles mais ils sont remarquables à deux titres. Les géniteurs de ce bac ont 5 ans et malgré leur âge avancé, ils ont effectué la meilleure reproduction de leur existence...

Ces observations montrent l'importance capitale de la durée de la période de vernalisation dans la réussite de la reproduction de cette espèce. De plus, elles montrent que les aprons captifs de deuxième génération produisent des résultats comparables aux aprons sauvages (pour des conditions thermiques comparables). Les résultats 2013 affichent une nette progression et confirment la plupart des suppositions formulées les années précédentes. La forte mortalité du bac DR2 annonce la fin de ce groupe car beaucoup de femelles sont mortes pendant la reproduction de cette année contrairement aux mâles qui ont subi moins de perte. Cependant, les quelques femelles encore en vie, participeront certainement à la reproduction 2014 et fourniront des informations précieuses pour la cinquième année consécutive.

L'analyse détaillée de ces données permet donc d'envisager des améliorations très précises de l'élevage.



2. Améliorations de l'élevage

Le taux d'éclosions global obtenu en 2013 est de 23%. Même si certaines pontes atteignent des proportions bien meilleures, la marge de progression reste encore très importante. **Dans cette optique, l'élevage peut être amélioré par l'optimisation du cycle thermique annuel. Il peut encore être modifié pour finalement atteindre une période de vernalisation de 90 jours, du 15 novembre au 15 février.**

Le dimensionnement des frayères doit évoluer avec la taille des géniteurs pour optimiser la fécondation des ovules et permettre à plusieurs femelles de grande taille d'y accéder en même temps. Le bac AGM possède déjà une frayère plus grande mais les bacs DR1 et DR2 devront être modifiés.

Les opérations de stripping permettent d'obtenir de très bons résultats avec un gain de temps important. Elles sont donc à privilégier dès le commencement de la reproduction.

L'élevage d'un grand nombre d'alevins cette année a montré les limites des installations. Si à l'avenir, plus de 10000 alevins doivent être élevés dans les locaux de l'aquarium du Muséum, il faudra prendre des dispositions pour éviter des pertes importantes pour les alevins de plus d'un mois. La place étant déjà utilisée au maximum, il faut envisager de délocaliser l'élevage d'une partie des alevins d'un mois ou d'organiser plusieurs relâchés de mai à juin. Les prévisions 2014 doivent s'envisager selon deux scénarios. Le premier avec des résultats comparables à ceux de 2013 et le second avec une amélioration du taux d'éclosion qui possiblement pourrait atteindre 50% (grâce à l'application d'un nouveau cycle thermique annuel). Le nombre de femelles pouvant participer à la reproduction est estimé suivant la composition des groupes en place. Le tableau suivant résume ces situations :

| Prévision éclosions 2014 | Total | AGM | DR1 | DR2 |
|--|-------|-------|------|------|
| Nombre d'éclosion 2013 | 10920 | 4727 | 2016 | 4177 |
| Nombre de femelles probable en 2014 | 50 | 40 | 8 | 2 |
| Nombre alevins possible avec conditions 2013 | 12100 | 9400 | 1700 | 1000 |
| Nombre alevins possible au taux éclosion 50% | 20100 | 15600 | 2800 | 1700 |

Dans les conditions actuelles d'élevage et sauf accidents (techniques, pathologiques...), on peut envisager obtenir plus de 10000 alevins en 2014. **Par conséquent, les installations du Muséum de Besançon risquent d'être insuffisantes pour subvenir à l'élevage des alevins dans de bonnes conditions. Il est donc important d'envisager un relâché dès le mois de mai ou de continuer l'élevage d'une partie des alevins d'un mois à la réserve des Ramières ou à l'aquarium de Lyon.**

Depuis 2010, l'élevage du Muséum ne fonctionne qu'avec des individus issus de la reproduction 2008, ayant impliqué seulement une douzaine de géniteurs. Le renouvellement de cette souche a été approuvé par le Conseil Scientifique du PNA au printemps 2012 en actant la capture de 30 aprons de la souche « Durance ». Cette population étant plus diversifiée génétiquement, elle permettrait d'obtenir des aprons avec un potentiel d'adaptabilité plus important et surtout de renouveler la souche du Muséum. Cependant en octobre 2012, la vidange du canal d'Oraison n'a permis de capturer que 18 aprons et aujourd'hui il n'en reste que 10. Une seconde opération a été effectuée en octobre 2013 (cf. rapport de cette opération en annexe 12) dans les mêmes conditions sur le canal de Salignac et seulement 2 aprons ont été récupérés. Pour optimiser les chances de succès de l'élevage et surtout d'obtenir une diversité génétique la plus grande, il faudrait ajouter chaque année une vingtaine d'aprons sauvages à l'élevage pendant 3 ans... **Il devient donc urgent de procéder sérieusement au renouvellement des géniteurs de l'élevage du Muséum de Besançon.**



V. Devenir des aprons produits

En juillet 2013, 6357 aprons issus de la saison de reproduction 2013 étaient disponibles. 150 d'entre eux ont été conservés pour constituer 3 groupes d'aprons destinés aux élevages en captivité :

- 50 de la souche « Beaume » pour ajouter au groupe de l'AGM en 2014,
- 50 de la souche « Beaume » cédés à l'aquarium de Lyon pour débiter un élevage,
- 50 de la souche « Durance » pour démarrer un nouveau groupe reproducteur dès 2015.

Pour subvenir aux besoins des présentations au public hors Muséum et pour les autres demandes (études, films...), 60 aprons ont été prévus. Les autres ont participé à une réintroduction dans le milieu naturel.

1. Réintroduction pilote

Dans le cadre du programme Life Apron II, des essais de réintroductions, encadrés par l'ONEMA, ont été programmés. La première réintroduction a été effectuée, dans la rivière Drôme, en 2006 avec quelques dizaines d'aprons nés au Muséum et une dizaine capturée dans la Durance lors d'une pêche de sauvetage. En juillet 2008, 928 petits aprons de 3 à 5 centimètres, nés au Muséum, ont été relâchés dans la rivière Drôme au niveau de la confluence du Bès et à la hauteur du village de Ste Croix. Un an plus tard, des suivis nocturnes ont confirmé leur présence aux mêmes endroits.

Fin juin 2009, 710 aprons (49 provenant des reproductions 2008 et 661 nés en 2009) ont été relâchés sur les mêmes sites.

En 2010, 675 juvéniles ont été relâchés 500 m en amont du pont de Ste Croix et pour faciliter le suivi des différentes cohortes, les relâchés de 2011 ont eu lieu dans le secteur de Blacon toujours sur la rivière Drôme avec 1570 juvéniles et 25 adultes de la cohorte 2008 (stabilisés dans l'AGM jusqu'alors).

Dans le cadre du Plan National d'Action, ces opérations de réintroductions pilotes ont été poursuivies en 2012, dans le secteur de Blacon avec 434 juvéniles.

Enfin en 2013, 4643 juvéniles de 35 à 45 mm de la souche « Beaume » ont été répartis sur le secteur Blacon – Aouste et 1504 juvéniles de la « souche Durance » de 25 à 35 mm de Pontaix à l'amont du pont de Ste Croix. Ce qui porte à 10470 individus déjà réintroduits dans cette rivière depuis 2006.

Même si les aprons relâchés sont revus les années suivantes, aucun apron né naturellement dans la Drôme n'a encore pu être observé. Cependant des analyses génétiques réalisées sur un individu capturé à Saillans, ont montré qu'il s'agissait d'un apron issu d'une reproduction entre un apron de l'élevage du Muséum et d'un apron de la souche « Drôme »...



Relâché d'apron adulte en 2011



2. Détection de l'apron du Rhône en rivière par l'ADN résiduel

21 aprons de la cohorte 2011 ont été cédés en 2012, au bureau d'étude SPYGENE pour effectuer des essais de détection de cette espèce dans les rivières en récupérant l'ADN résiduel dans l'eau. 20 aprons de la cohorte 2013 ont permis de finaliser les analyses de cette étude en octobre 2013. Les résultats seront communiqués fin 2013. Les aprons sont stockés à l'Aquarium du Bourget et les survivants resteront dans cet établissement.

3. Sensibilisation du public

Une centaine d'aprons est constamment présentée dans les installations de la Ferme aquacole du Muséum de Besançon où le public peut appréhender les difficultés que cette espèce rencontre dans le milieu naturel. En 2013, 230 000 personnes ont visité cet espace. En plus de cette exposition permanente, lors de visites commentées, les espèces menacées sont largement abordées et en particulier les enjeux de conservation de cette espèce. L'Université de Franche-Comté utilise tous les ans au mois de novembre les installations de l'Aquarium du Muséum de Besançon pour une série de travaux pratiques inclus dans le programme des Licences 3 Biologie. Le muséum propose toujours la mallette pédagogique Apron aux écoles et groupes périscolaires en prêt et utilisation libre sur et hors site.

Les expositions permanentes de l'apron du Rhône au Centre des Cerlatez à Saignelegier en Suisse et à la Réserve des Ramières dans la Drome sont régulièrement approvisionnées avec des aprons provenant de l'élevage du Muséum. L'Aquarium de Lyon devrait démarrer l'élevage de l'Apron dès 2015 et l'Aquarium du Bourget continue de présenter cette espèce.

Deux aquariums mobiles ont été conçus en 2012 pour être utilisés lors de manifestations, d'expositions ou encore pour être mis à disposition de structures voulant communiquer sur cette espèce. Le premier est disponible sur le secteur Franche-Comté. Il a été prêté pendant 60 jours en 2013 à la Réserve Naturelle de Rémoray et pour la Fête de la Nature de Seloncourt sur un grand week-end. Le second couvre le secteur Lyon-Valence. Un public plus large peut désormais être informé...



Aquarium mobile Apron



VI. Conclusion et perspectives

La saison de reproduction 2013 a permis de confirmer les expérimentations menées depuis plusieurs années et de cerner les points clefs de cet élevage. Les résultats conséquents et les améliorations encore possibles, laissent entrevoir des perspectives de progression importante. L'élevage des juvéniles et des adultes est acquis et la compréhension des mécanismes influençant la gamétogénèse semble le dernier point à éclaircir.

Pour la saison 2013-2014, la configuration des 3 groupes de géniteurs actuels permettra certainement de répondre aux dernières interrogations et d'améliorer encore les connaissances sur la biologie de ce poisson. Les essais de reproduction de 2014, auront pour but de confirmer l'influence d'une période de vernalisation plus longue et plus précoce, sur la qualité des pontes et d'affiner le cycle thermique appliqué aux géniteurs. Les nombreuses données thermiques recueillies sur le terrain grâce à l'observatoire apron nous aideront également dans cette réflexion.

Fin 2013, 340 aprons sont présents dans les installations du Muséum dont 130 géniteurs qui participeront à la reproduction de mars 2014. De nombreux juvéniles seront probablement élevés et disponibles pour des relâchés mais aussi pour des études. Cependant, dans la mesure où de très nombreux alevins (+ 10 000) pourraient être produits, il faudrait anticiper une délocalisation de l'élevage des alevins ou organiser des relâchés dès l'âge d'un mois. Rappelons que Besançon est l'unique site d'élevage pour cette espèce.

Le Muséum de Besançon est inscrit au Plan National d'Action en faveur de l'Apron du Rhône jusqu'en 2016. L'implication des équipes du Muséum, le soutien du CEN Rhône Alpes (coordinateur du PNA) et le soutien financier de la DREAL Franche-Comté en 2013 ont permis de réaliser toutes les actions programmées dans le cadre de cet ambitieux projet de conservation.



Les clichés de ce document ont été réalisés par Mickaël Béjean



Bibliographie

- Béjean M et F. Maillot, 2005- «*Essais de reproduction de l'Apron du Rhône en conditions artificielles contrôlées: Bilan de la saison 2005.*» Programme de conservation de l'Apron du Rhône (Zingel asper) et de ses Habitats, (rapport non publié) Muséum d'histoire naturelle de Besançon, Besançon.
- Béjean M et F. Maillot, 2006- «*Essais de reproduction de l'Apron du Rhône en conditions artificielles contrôlées: Bilan de la saison 2006.*» Programme de conservation de l'Apron du Rhône (Zingel asper) et de ses Habitats, (rapport non publié) Muséum d'histoire naturelle de Besançon, Besançon, 43p.
- Béjean M et F. Maillot, 2007- «*Essais de reproduction de l'Apron du Rhône en conditions artificielles contrôlées: Bilan de la saison 2007.*» Programme de conservation de l'Apron du Rhône (Zingel asper) et de ses Habitats, (rapport non publié) Muséum d'histoire naturelle de Besançon, Besançon, 43p.
- Béjean M et F. Maillot, 2008- «*Essais de reproduction de l'Apron du Rhône en conditions artificielles contrôlées: Bilan de la saison 2008.*» Programme de conservation de l'Apron du Rhône (Zingel asper) et de ses Habitats, (rapport non publié) Muséum d'histoire naturelle de Besançon, Besançon, 43p.
- Bolard A, 2009- «*Reproduction de l'Apron du Rhône (Zingel asper) en conditions artificielles contrôlées : influence de la durée de captivité sur la reproduction* ». (rapport non publié) UFR Franche Comté.28p
- Boutitie F, 1984- «L'Apron Zingel asper (L.), Percidae-poisson rare menacé de disparition (biologie, répartition, habitat).» Mémoire DEA, Université Claude Bernard-Lyon I, Lyon, 27p.
- Cavalli L., N. Pech, et R. Chappaz, 2003- «Diet and growth of the endangered Zingel asper in the Durance river.» *Journal of Fish Biology*, 63 : p460-471.
- Cavalli L., C. M. Knight‡, M. Durbec, R. Chappaz and R. E. Gozlan, 2009- « Twenty-four hours in the life of *Zingel asper*.» *Journal of Fish Biology*, 75, p723–727.
- Changeux T., et D. Pont, 2005- «Current status of the riverine fishes of the French Mediterranean Basin.» *Biological Conservation*, 72 : p137-158.
- Chanudet M., 2009- «*Optimisation de l'élevage en conditions artificielles contrôlées d'alevins d'apron du Rhône.*» (rapport non publié) Université Jean Monnet St Etienne. 30p
- Crivelli A.J, 2008- «Zingel asper.» *IUCN 2008*. Édité par IUCN Red List of Threatened Species. www.iucnredlist.org (accès le janvier 23, 2009).
- Danancher D, 2005- «Apport de l'écologie comportementale à la conservation d'un poisson en voie de disparition: l'Apron du Rhône (Zingel asper).» Thèse de doctorat de l'Université de Lyon 1, Lyon, 166p.
- Danancher D, J. Labonne, P. Gaudin, et P. Joly, 2007- «Scale measurements as a conservation tool in endangered Zingel asper (Linnaeus, 1758).» *Aquatic conservation: Marine and Freshwater ecosystems*, 17 : p712-723.
- Danancher, D., J. Labonne, R. Pradel, et P. Gaudin, 2004- «Estimates of Space Used in Streams (CRESUS) at the population scale: case study on Zingel asper (percid), a threatened species of the Rhone catchment.» *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 63 : p476-486.
- Fruget, J.F, 1989- «Aménagement du bas Rhône. Evolution du fleuve et influence sur les peuplements de macroinvertébrés benthiques.» Thèse de doctorat, Université Cl. Bernard- Lyon 1, 481p.
- Gesell A, 2008-, «*Reproduction de l'Apron du Rhône (Zingel asper) en conditions artificielles contrôlées : influence de l'origine des géniteurs et des conditions d'élevage* ». (rapport non publié) UFR Franche-Comté.25p
- Hokanson K.E.F, 1977- «Temperature requirements of some percids and adaptations to the seasonal



temperature cycles.» *Journal of Fisheries Research Board of Canada*, 34 : p1524-1550.

- Huet M, 1959- «Profiles and biology of Western European streams as related to fish management.» *Transactions of the American Fisheries Society*, 88 : p155-163.
- Job H, 2006- «Reproduction de l'apron du Rhône (*Zingel asper*) en conditions contrôlées. Influence de la période de vernalisation sur le développement embryonnaire.» (rapport non publié) UFR Franche Comté. 25p.
- Labonne J, 2002- «Contribution à la Conservation de l'Apron du Rhône (*Zingel asper*) : Dynamique des Populations, Sélection de l'Habitat et Modélisation.» Thèse de doctorat, L'Université Claude Bernard-Lyon I, 146p.
- Labonne J et P. Gaudin, 2005- «Exploring population dynamics patterns in a rare fish, *Zingel asper*, through capture-mark-recapture methods.» *Conservation Biology*, 19 : p463-472.
- Langon M, 2005- «Programme de conservation de l'Apron du Rhône (*Zingel asper*) et de ses habitats. PROJET N°LIFNAT/FR/000083.» Rapport d'activités annuel, Vourles (France), 73p.
- Mari S, 2001- «Guide de gestion pour la conservation de l'Apron du Rhône.» Programme Life, Réserves Naturelles de France, Quetigny, 80p.
- Migaud H, 2002- «Influence des variations de la température et de la photopériode sur le cycle de reproduction et la qualité des pontes de la perche commune (*Perca fluviatilis*)». U.F.R. Sciences et Techniques Biologiques, Université Henri Poincaré, Nancy 1, 167p.
- Ministère de l'écologie et du développement durable. *Natura 2000 : Fiche du site FR4301291 (Vallée de la Loue)*. 9 février 2009. <http://natura2000.environnement.gouv.fr/sites/FR4301291.html> (accès le avril 13, 2009).
- Perrin J.F, (1988) «Maintien en aquarium de l'Apron du Rhône *Zingel asper* (L.), espèce menacé d'extinction.» *Revue Française Aquariophilie*, 15 : p17-20.
- Pradelle S, 2006- «Etude écotoxicologique de l'Apron du Rhône (*Zingel asper*): Partie 1.» Programme de conservation de l'Apron du Rhône (*Zingel asper*) et de ses Habitats, Lyon, 73p.
- Prolonge-Chevalier C, 2007- «Étude histologique du développement sexuel de l'Apron du Rhône *Zingel asper* L., percidé endémique menacé d'extinction.» Thèse de doctorat, Lyon, 76p.
- R Development Core Team. *R: a language and environment for statistical computing*. Version 2.6.1. (26 11 2007) Vienna, Austria,.
- Raven P.H, 1990- «The politics of preserving biodiversity.» *BioScience*, 40 : p769-774.
- Ricklefs R.E. et. Miller G.L, 2005- *Ecologie*. 1e édition. Traduit par M. Baguette, V. Baguette, F. d'Amico et G. Mahy. Bruxelles: De Boeck Université, 821p.
- Rocchi S, 2009- «Reproduction de l'Apron du Rhône (*Zingel asper*) en conditions artificielles contrôlées : effet de la température sur l'incubation.» (rapport non publié) UFR Franche Comté. 28p
- Schreck, C.B., W. Contreras-Sanchez, et M.S. Fitzpatrick, 2001- «Effects of stress on fish reproduction, gamete quality, and progeny.» *Aquaculture*, 197 : p3-24.
- Soulé, M.E. 1991- «Conservation: Tactics for a constant crisis.» *Science*, 253 : p744-750.
- Turrel O, 2007- «Reproduction de l'Apron du Rhône (*Zingel asper*) en conditions artificielles contrôlées : influence du cycle annuel de température sur la qualité de ponte.» (rapport non publié) UFR Franche Comté. 23p



Annexes



Annexe 1 : Le muséum de Besançon

Le Muséum de Besançon a la particularité de présenter une grande diversité d'animaux vivants à travers un jardin zoologique (fauves, ongulés, primates, oiseaux...), un Noctarium (rongeurs régionaux), un Insectarium (arthropodes tropicaux essentiellement) et un Aquarium au sein même de la Citadelle de Besançon. Plusieurs espèces sont concernées par des programmes de conservations internationaux (Lion d'Asie, nombreux primates...). L'aquarium du Muséum expose depuis 1975 la faune et la flore aquatique des eaux douces de Franche-Comté. La plupart des espèces de poissons et quelques crustacés de la région sont acclimatés dans une succession d'aquariums, reconstituant le cours du Doubs, ainsi que dans différents bassins de l'espace extérieur. L'écrevisse Pied Rouge (*Astacus astacus*) est élevée depuis 1998 dans des conditions artificielles au sein d'une ferme aquacole qui produit environ 2000 juvéniles d'écrevisses chaque année et l'écrevisse Pied Blanc (*Austropotamobius pallipes*) fait l'objet d'essais de reproductions artificielles depuis 2008 dans le cadre d'un programme de sauvegarde.

Depuis fin 2002, le Muséum de Besançon présente au sein de son Aquarium une petite population d'Aprons du Rhône (*Zingel asper*) issue de la première reproduction artificielle réalisée dans le cadre du programme européen Life Apron I.



Après une acclimatation réussie et deux années d'expériences de maintien d'individus adultes en captivité, le Muséum s'est vu confier la mission de faire connaître l'Apron au grand public et de maîtriser sa reproduction, dans le cadre du programme Life Apron II, appuyé par un financement conjoint de l'Union européenne et de la Ville de Besançon à hauteur de 140000 €.

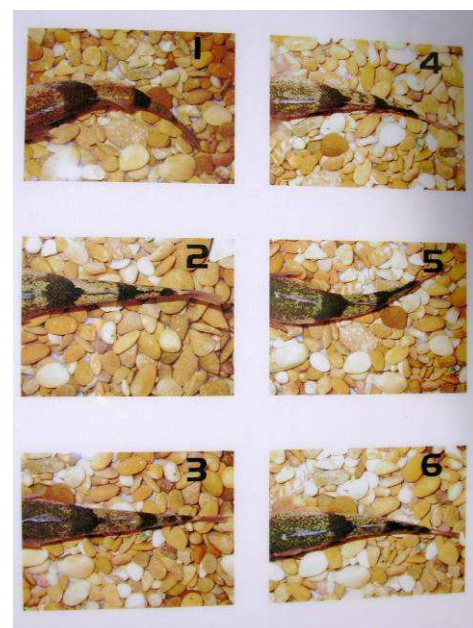
Outre la présentation d'aprons vivants et l'explication des enjeux de la conservation de ce poisson aux visiteurs de la Citadelle (environ 250 000 par an), notre mission est de tenter de définir les paramètres conditionnant la réussite de la reproduction en captivité.

Annexe 2 : Identification individuelle des aprons

L'identification individuelle des spécimens apparaît indispensable au bon suivi des lots de géniteurs. Cette étape permet en effet d'affiner de manière sensible le suivi comportemental des différents individus au sein d'un groupe, tout en permettant de déterminer leur sexe. Rappelons qu'en l'absence de critères morphologiques évidents, le sexage des individus n'est aisément réalisable que durant la période de reproduction (par légère pression abdominale).

Pour minimiser le stress, pouvant modifier le comportement des géniteurs, nous avons procédé à une reconnaissance par photographie. Nous avons en effet constaté que la photographie de la région dorsale avec ses 3 bandes était suffisamment discriminante pour identifier chaque spécimen. Une prise de vue latérale permet d'affiner la détermination en cas de doute. Chaque photo d'identité (photo numérique) est accompagnée par des mesures de taille et de masse.

Le sexage est réalisé au fur et à mesure de l'avancement de la maturité de chaque poisson.



Annexe 3 : Mode opératoire de l'opération de fécondation artificielle

L'extraction de la laitance et des ovules est obtenue par pressions abdominales (stripping).



Une vérification de l'état de maturation des ovules est nécessaire avant de commencer l'opération. Si l'examen microscopique révèle la maturité de l'ovocyte (à droite sur le cliché ci-dessus) l'opération peut continuer si au contraire il n'a pas atteint cet état (à gauche sur le cliché ci-dessus) le stripping est abandonné.

Les poissons sont anesthésiés dans une solution de phénoxy 2 éthanol à raison de 0.3 ml de produit pur par litre d'eau. Après 3 minutes, ils sont inertes et sont tamponnés avec du papier absorbant pour éviter que de l'eau s'ajoute aux laitances et ovules.

Les photographies ci-dessous illustrent la manipulation et montrent le positionnement des doigts pendant l'opération.



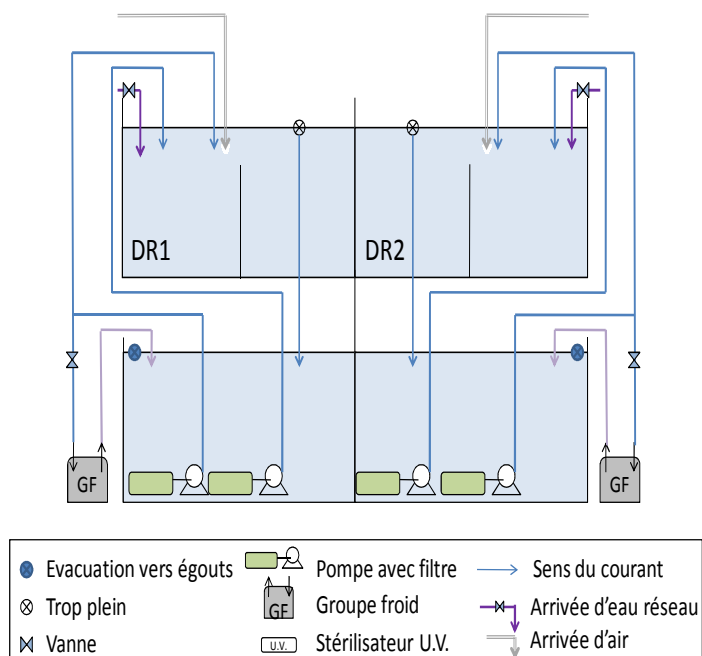
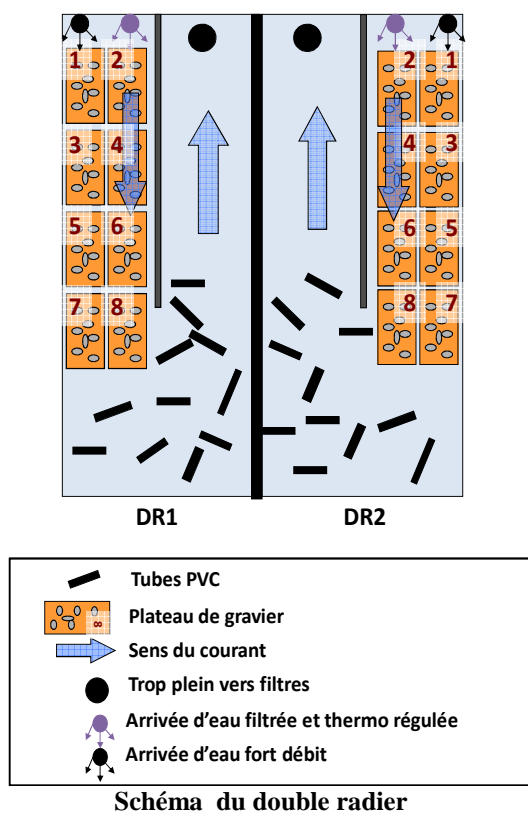
La femelle est traitée la première, la plupart du temps 3 mâles de tailles différentes sont utilisés pour optimiser la fécondation. Le mélange des gamètes est réalisé dans un premier temps à sec avec une plume, ensuite 200 ml d'eau de l'incubateur sont ajoutés brusquement tout en continuant de remuer. Très rapidement les œufs sont étalés sur des petites plaques de verre de 12x12 cm qui sont elles même placées dans des plateaux, l'ensemble étant déjà dans l'incubateur.

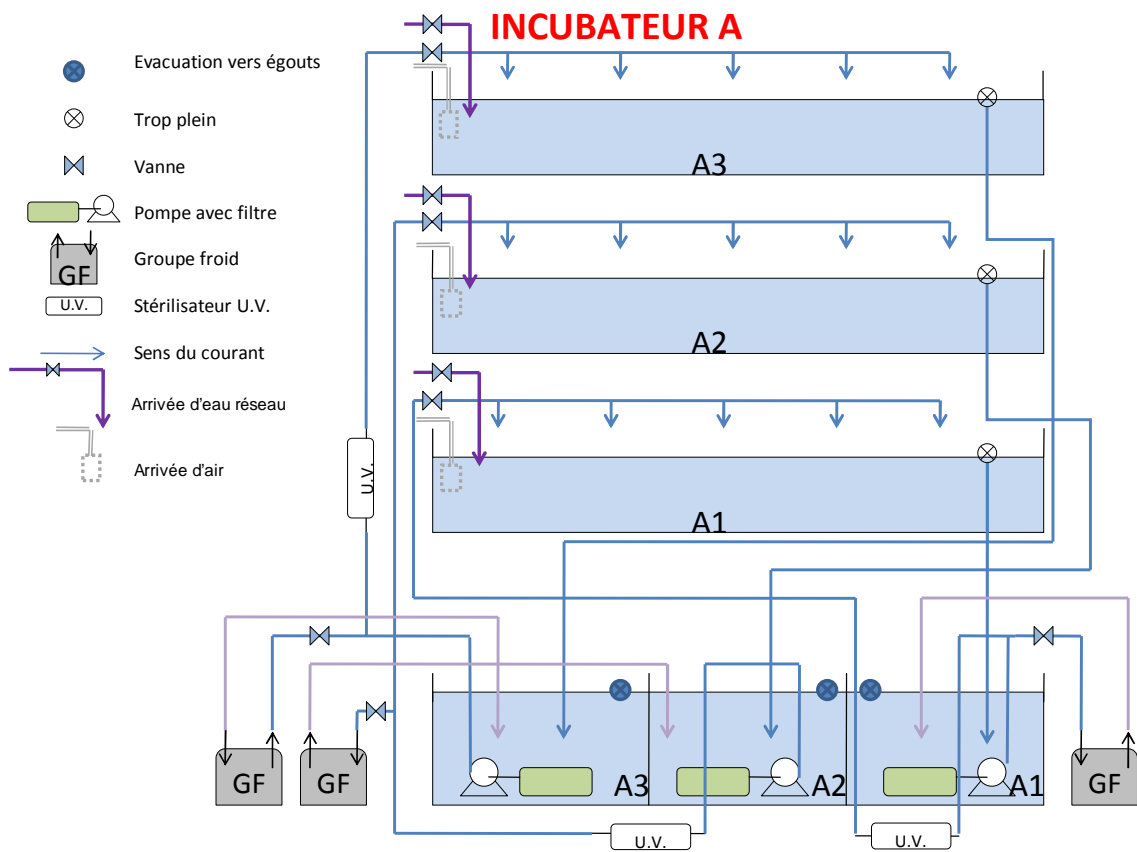
Après une heure, tous les œufs sont fixés et les plateaux sont mis à leur place définitive, ils ne bougeront plus pendant une dizaine de jours....



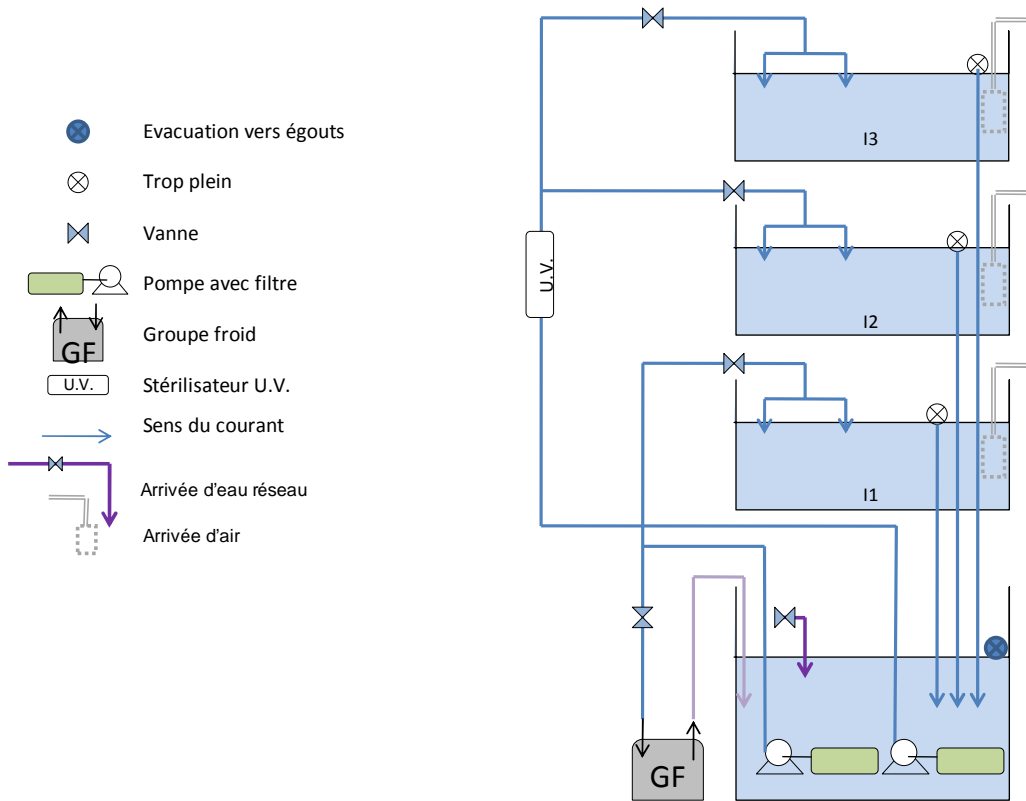
Annexe 4 : Schémas de fonctionnement des installations

DOUBLE RADIER : DR1/DR2

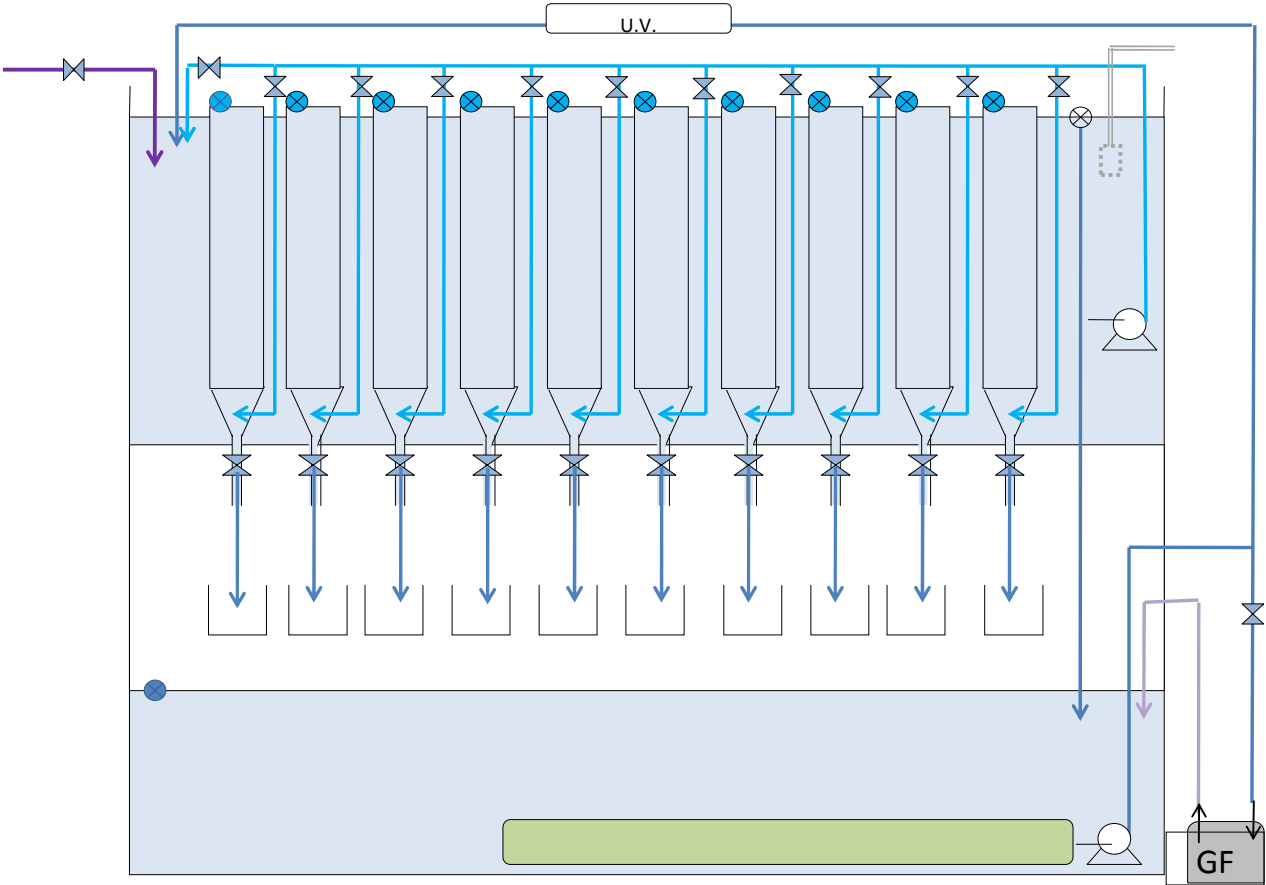











INCUBATEUR IF ECLOSERIE

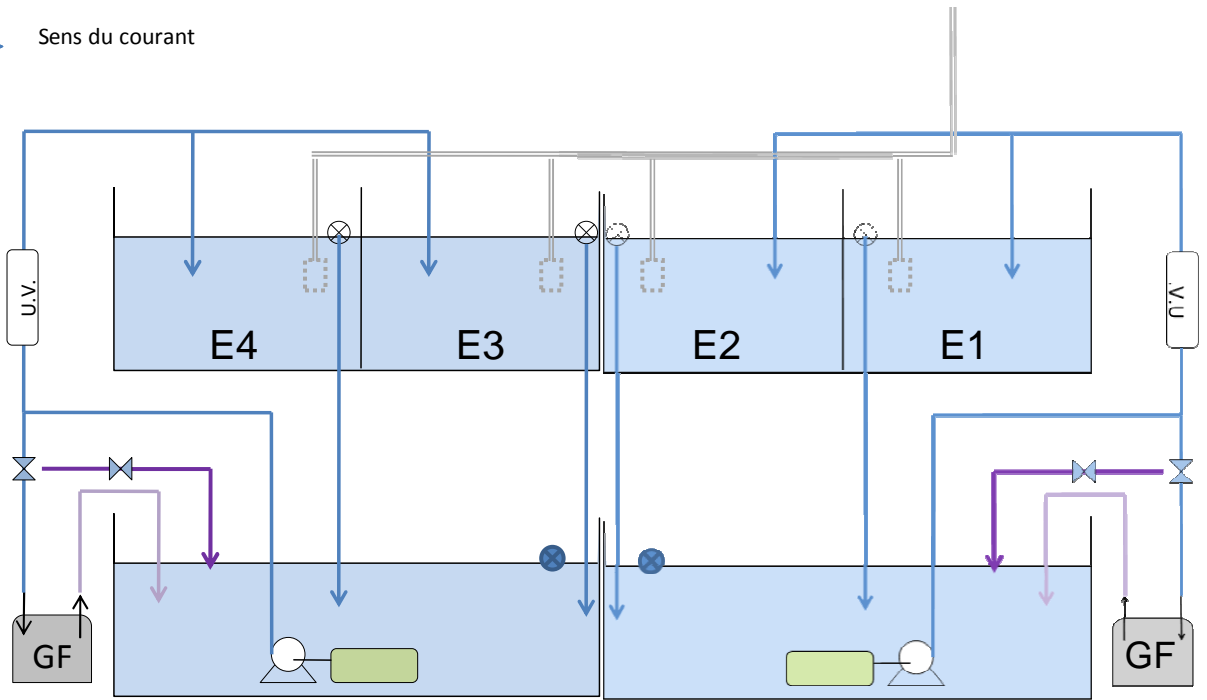
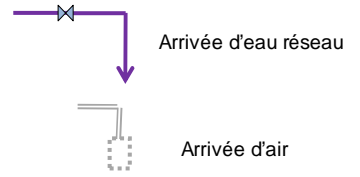


INCUBATEUR BOUTEILLES DE ZOUG

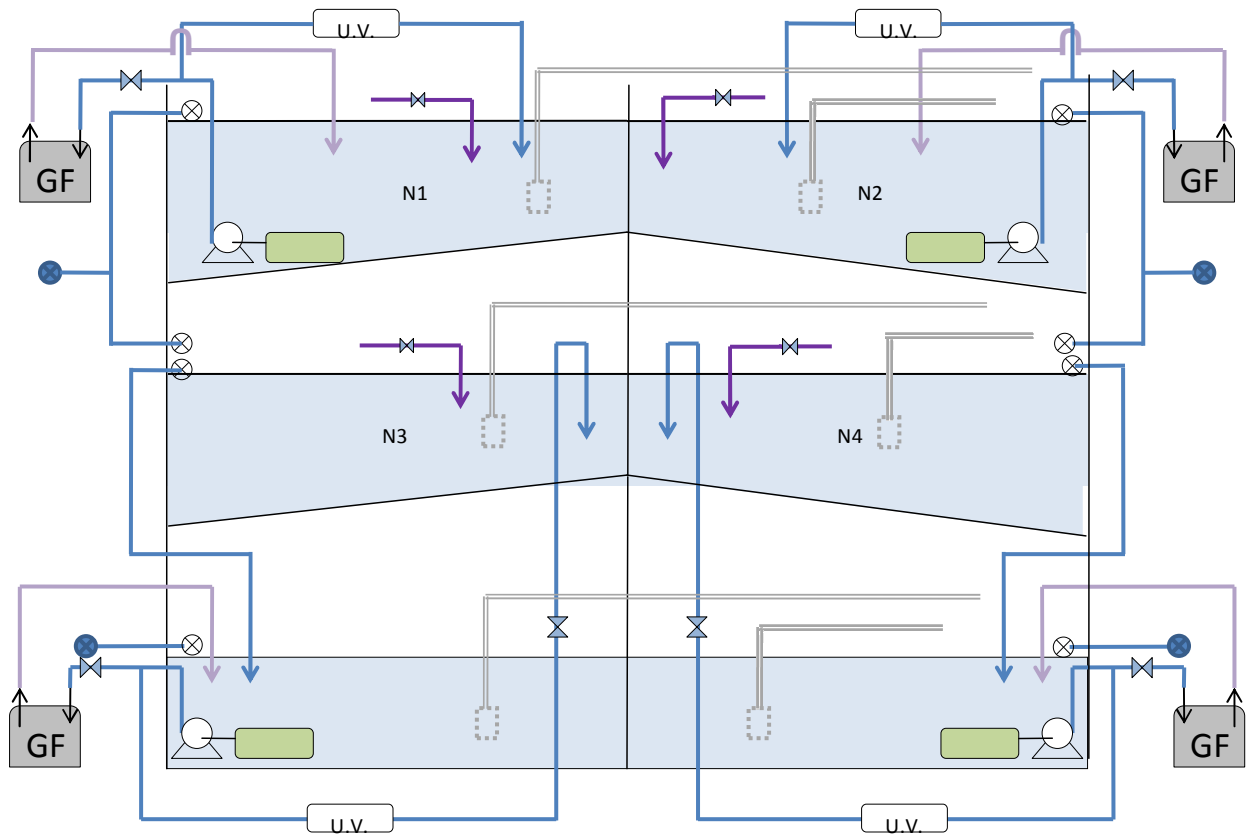
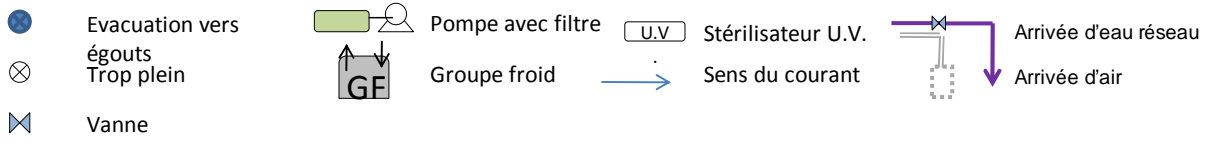


MODULE ECLOSION ME

-  Evacuation vers égouts
-  Trop plein
-  Vanne
-  Pompe avec filtre
-  Groupe froid
-  Stérilisateur U.V.
-  Sens du courant

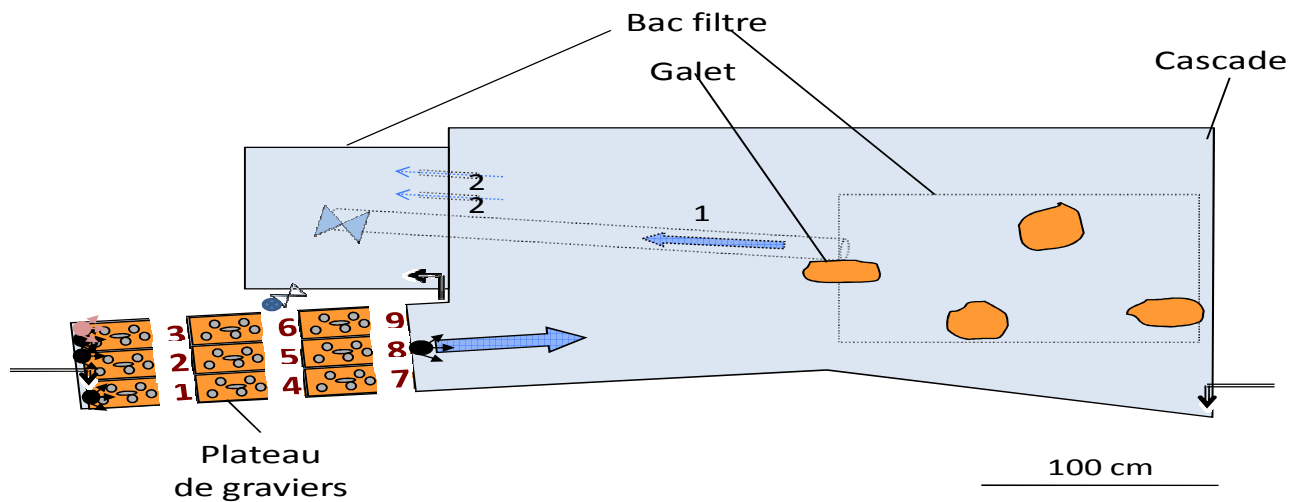
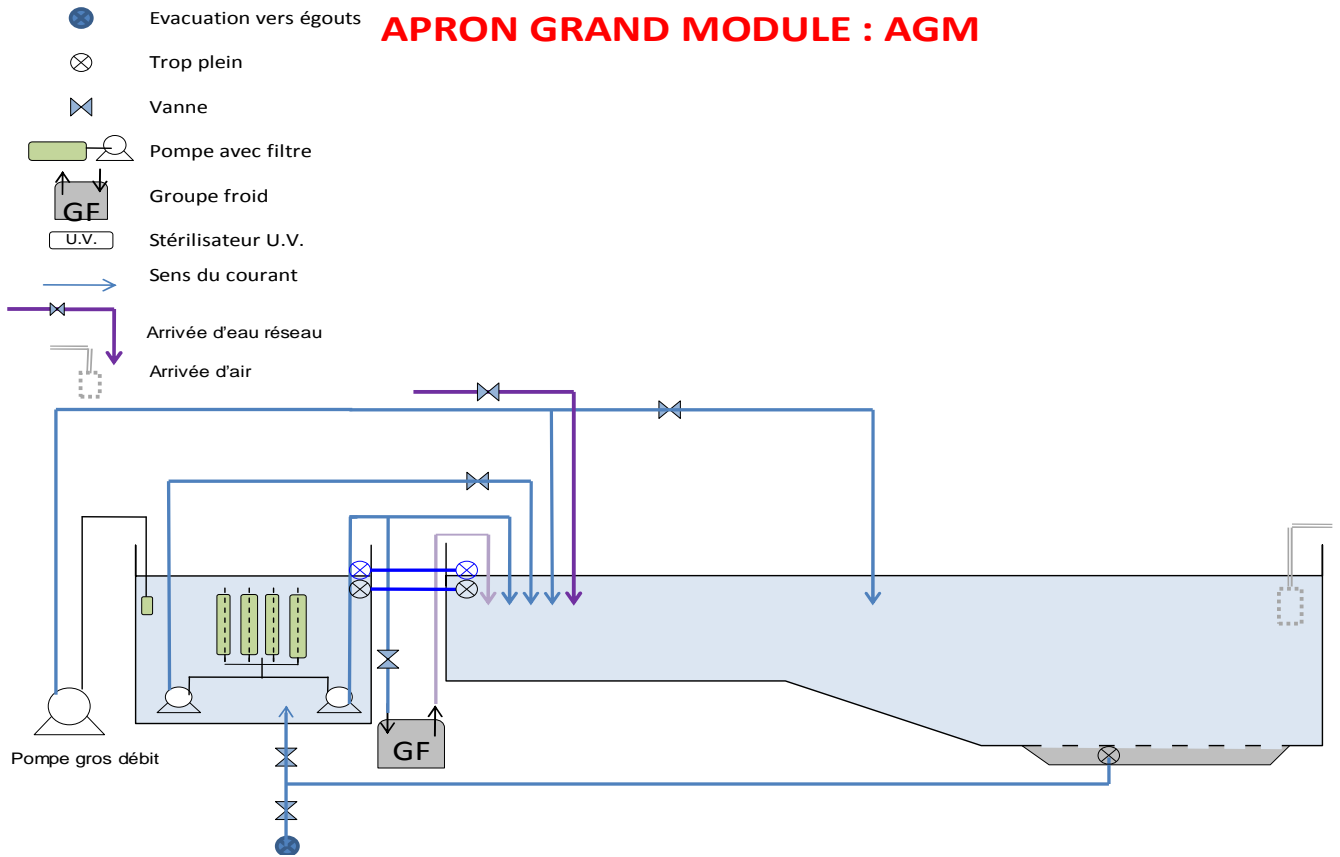


GROSSISSEMENT N



FERME AQUACOLE

APRON GRAND MODULE : AGM

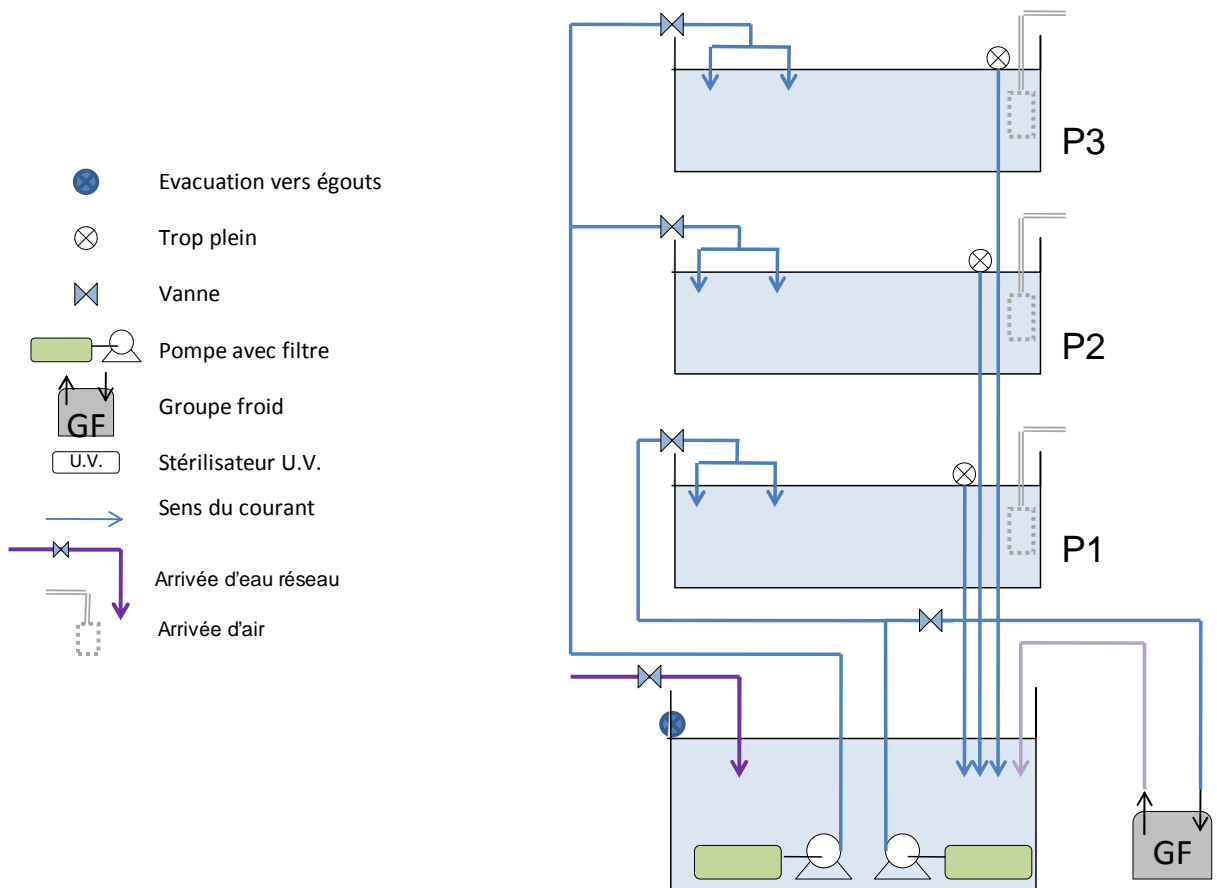


| | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ● : Evacuation égouts 1 : Retour gravitaire 2 : Trop plein de surface ↓ : Arrivée d'air (bulleur) | <ul style="list-style-type: none"> ✕ : Vanne : Arrivée d'eau thermo-régulée → : Sens du courant : Arrivée d'eau fort débit |
|--|--|

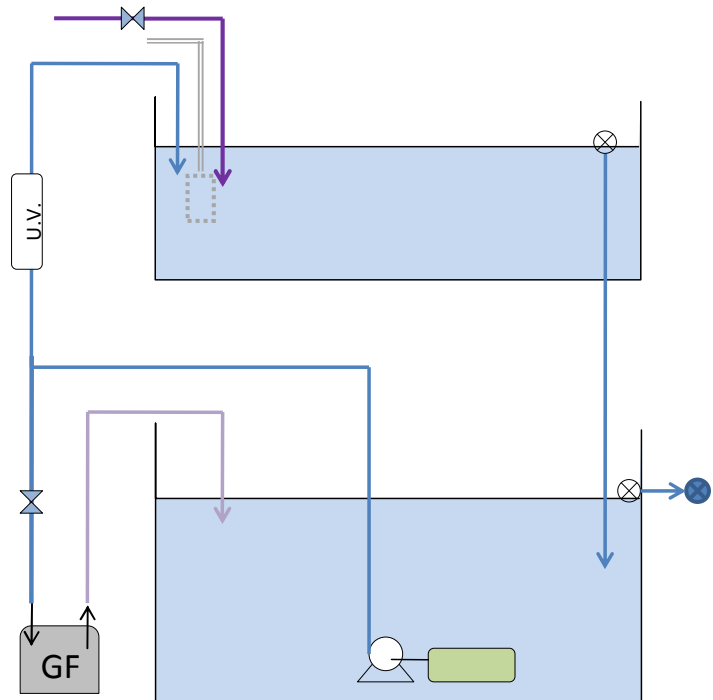
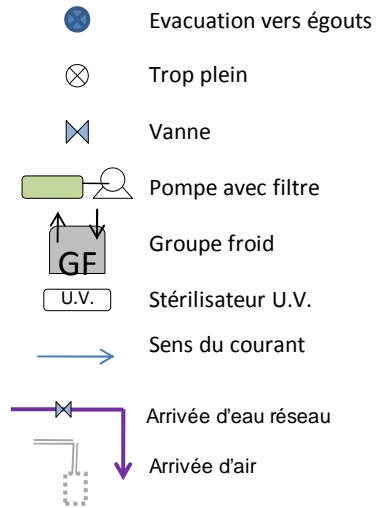
Vu de dessus



INCUBATEUR AI FERME AQUACOLE



APRON JUVENILE : AJ



Annexe 5 : Résultats des essais de reproduction 2010

Bilan ponte 2010

| n°Ponte/strip | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|----------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Bac | DR1 | DR1 | DR1 | DR1 | DR2 | DR1 | DR2 | DR2 | AGM | AGM | DR2 | DR2 | DR2 | DR1 | DR1 |
| date | 19-mars | 20-mars | 24-mars | 25-mars | 27-mars | 28-mars | 28-mars | 29-mars | 29-mars | 30-mars | 30-mars | 31-mars | 01-avr | 01-avr | 03-avr |
| nombre œufs total (T) | 53 | 151 | 506 | 663 | 1327 | 980 | 456 | 146 | 94 | 518 | 778 | 1609 | 475 | 609 | 1281 |
| nombre œufs sur plateaux | 48 | 97 | 506 | 663 | 1327 | 830 | 433 | 146 | 94 | 518 | 759 | 1609 | 475 | 609 | 1281 |
| nombre œufs fond | 5 | 54 | 0 | 0 | 0 | 150 | 23 | 0 | 0 | 0 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| n° incubateur | P2 | A2 | A2 | A3 | A1 | P3 | A2 | A3 | I2 | I1/I3 | A2 | A3 | A3 | A1 | P2 |
| nombre œufs à 10 jours (10) | 39 | 7 | 0 | 0 | 0 | 106 | 2 | 0 | 0 | 9 | 0 | 87 | 48 | 0 | 3 |
| nombre œufs avant éclosion (AV) | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 77 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 56 | 0 | 0 | 0 |
| date première éclosion | 18-avr | - | - | - | - | 18-avr | - | - | - | 25-avr | - | 27-avr | - | - | - |
| date dernière éclosion | 18-avr | - | - | - | - | 27-avr | - | - | - | 26-mai | - | 29-avr | - | - | - |
| temps première éclosion jours | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21 | 0 | 0 | 0 | 26 | 0 | 27 | 0 | 0 | 0 |
| temps dernière éclosion jours | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 27 | 0 | 29 | 0 | 0 | 0 |
| nombre éclosion (E) | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 46 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 39 | 0 | 0 | 0 |
| °Jours éclosion premier | | | | | | | | | | | | | | | |
| °Jours éclosion dernier | | | | | | | | | | | | | | | |
| nombre alevin à 1 mois (A1) | ? | 0 | | | 0 | 35 | | | | 4 | | 36 | | | |
| taux réussite incubation | 3,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 2,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| taux réussite éclosion/œufs % T | 3,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 2,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| taux réussite éclosion/œufs % 10 | 73,6 | 4,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 10,8 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 1,7 | 0,0 | 5,4 | 10,1 | 0,0 | 0,2 |
| taux d'éclosion % E/AV | 20,0 | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | 59,7 | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | 62,5 | #DIV/0! | 69,6 | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! |
| taux survie à 1 mois % (1M) | ##### | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | 76,1 | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | 80,0 | #DIV/0! | 92,3 | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! |
| taux survie 1M/T | ##### | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,8 | 0,0 | 2,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |



Bilan ponte 2010

| n° Ponte/strip | 16 | 17 | 17bis | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
|----------------------------------|--------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|
| Bac | DR2 | DR2 | AGM | DR2 | DR2 | AGM | AGM | DR1 | DR2 | AGM | DR1 | DR1 | DR1 | DR2 | DR1 |
| date | 03-avr | 04-avr | 05-avr | 06-avr | 07-avr | 11-avr | 12-avr | 12-avr | 13-avr | 14-avr | 14-avr | 15-avr | 17-avr | 17-avr | 18-avr |
| nombre œufs total (T) | 1535 | 39 | 2129 | 321 | 292 | 539 | 1235 | 90 | 3 | 862 | 268 | 113 | 95 | 94 | 212 |
| nombre œufs sur plateaux | 1535 | 39 | 2129 | 321 | 292 | 539 | 1235 | 90 | 3 | 862 | 268 | 113 | 95 | 94 | 212 |
| nombre œufs fond | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| n° incubateur | P3 | A2 | I1 | A3 | A2 | A1 | A2 | A2 | A2 | I3 | P2 | P3 | A2 | A1 | P3 |
| nombre œufs à 10 jours (10) | 66 | 0 | 138 | 0 | 0 | 110 | 594 | 0 | 0 | 16 | 166 | 54 | 3 | 1 | 85 |
| nombre œufs avant éclosion (AV) | 56 | 0 | 132 | 0 | 0 | 105 | 544 | 0 | 0 | 2 | 118 | 15 | 1 | 0 | 81 |
| date première éclosion | 29-avr | - | 28-avr | - | - | 01-mai | 01-mai | - | - | 05-mai | 05-mai | 08-mai | 10-mai | - | 09-mai |
| date dernière éclosion | 01-mai | - | 02-mai | - | - | 06-mai | 06-mai | - | - | 05-mai | 10-mai | 09-mai | 10-mai | - | 16-mai |
| temps première éclosion jours | 26 | 0 | 23 | 0 | 0 | 20 | 19 | 0 | 0 | 21 | 21 | 0 | 0 | 0 | 21 |
| temps dernière éclosion jours | 28 | 0 | 26 | 0 | 0 | 25 | 24 | 0 | 0 | 21 | 26 | 0 | 0 | 0 | 28 |
| nombre éclosion (E) | 26 | 0 | 45 | 0 | 0 | 84 | 327 | 0 | 0 | 1 | 48 | 7 | 1 | 0 | 53 |
| °Jours éclosion premier | | | | | | | | | | | | | | | |
| °Jours éclosion dernier | | | | | | | | | | | | | | | |
| nombre alevin à 1 mois (A1) | 23 | | 41 | | | 58 | 204 | | | 0 | 23 | 4 | 0 | | 53 |
| taux réussite incubation | 1,7 | 0,0 | 2,1 | 0,0 | 0,0 | 15,6 | 26,5 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 17,9 | 6,2 | 1,1 | 0,0 | 25,0 |
| taux réussite éclosion/œufs % T | 1,7 | 0,0 | 2,1 | 0,0 | 0,0 | 15,6 | 26,5 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 17,9 | 6,2 | 1,1 | 0,0 | 25,0 |
| taux réussite éclosion/œufs % 10 | 4,3 | 0,0 | 6,5 | 0,0 | 0,0 | 20,4 | 48,1 | 0,0 | 0,0 | 1,9 | 61,9 | 47,8 | 3,2 | 1,1 | 40,1 |
| taux d'éclosion % E/AV | 46,4 | #DIV/0! | 34,1 | #DIV/0! | #DIV/0! | 80,0 | 60,1 | #DIV/0! | #DIV/0! | 50,0 | 40,7 | 46,7 | 100,0 | #DIV/0! | 65,4 |
| taux survie à 1 mois % (1M) | 88,5 | #DIV/0! | 91,1 | #DIV/0! | #DIV/0! | 69,0 | 62,4 | #DIV/0! | #DIV/0! | 0,0 | 47,9 | 57,1 | 0,0 | #DIV/0! | 100,0 |
| taux survie 1M/T | 1,5 | 0,0 | 1,9 | 0,0 | 0,0 | 10,8 | 16,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 8,6 | 3,5 | 0,0 | 0,0 | 25,0 |

Bilan ponte 2010

| n° Ponte/strip | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | ST1 | ST2 | ST3 | ST4 | ST5 |
|----------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
| Bac | DR1 | AGM | AGM | AGM | | | | | | | DR1 | DR1 | DR2 | DR1 | |
| date | 19-avr | 20-avr | 28-avr | 29-avr | | | | | | | 24-mars | 25-mars | 25-mars | 17-avr | |
| nombre œufs total (T) | 123 | 930 | 490 | 459 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 823 | 624 | 677 | 872 | 0 |
| nombre œufs sur plateaux | 123 | 930 | 490 | 459 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 823 | 624 | 677 | 872 | 0 |
| nombre œufs fond | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| n° incubateur | P1 | I1 | I2 | I1 | | | | | | | P2 | A1 | A1 | A1/A2/A3 | |
| nombre œufs à 10 jours (10) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 452 | 31 | 615 | 0 |
| nombre œufs avant éclosion (AV) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 510 | I2 |
| date première éclosion | 20-mai | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 19-avr | 05-mai | - |
| date dernière éclosion | 20-mai | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 23-avr | 25-mai | - |
| temps première éclosion jours | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 18 | 0 |
| temps dernière éclosion jours | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 | 38 | 0 |
| nombre éclosion (E) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 395 | 0 |
| °Jours éclosion premier | | | | | | | | | | | | | | | |
| °Jours éclosion dernier | | | | | | | | | | | | | | | |
| nombre alevin à 1 mois (A1) | 1 | | | | | | | | | | | | | 309 | |
| taux réussite incubation | 0,8 | 0,0 | 0,0 | | | | | | | | 0,0 | 0,0 | 0,9 | 45,3 | |
| taux réussite éclosion/œufs % T | 0,8 | 0,0 | 0,0 | | | | | | | | 0,0 | 0,0 | 0,9 | 45,3 | |
| taux réussite éclosion/œufs % 10 | 0,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | 0,0 | 72,4 | 4,6 | 70,5 | #DIV/0! |
| taux d'éclosion % E/AV | 100,0 | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | 100,0 | 77,5 | ##### |
| taux survie à 1 mois % (1M) | 100,0 | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | 0,0 | 78,2 | #DIV/0! |
| taux survie 1M/T | 0,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 35,4 | #DIV/0! |



| Bilan ponte 2010 | total | AGM | DR1 | DR2 |
|-----------------------------------|--------|------|------|------|
| nombre œufs total | 22471 | 7256 | 7463 | 7752 |
| nombre œufs pondus | 19475 | 7256 | 5144 | 7075 |
| nombre œufs strippés | 2996 | 0 | 2319 | 677 |
| ponte mini | 3 | 94 | 53 | 3 |
| ponte maxi | 2129 | 2129 | 1281 | 1535 |
| ponte moy | 749 | 726 | 574 | 646 |
| nombre œufs / femelle | | ? | 829 | 861 |
| nombre éclosion | 1086 | 462 | 553 | 71 |
| nombre alevins mois | 791 | 307 | 425 | 59 |
| nombre alevin relachés | 675 | | | |
| nombre alevin conservés | 52 | | | |
| taux d'éclosion | 4,8 % | 6,4 | 7,4 | 0,9 |
| taux survi 1 mois | 3,5 % | 4,2 | 5,7 | 0,8 |
| taux de survi avant relaché | 3,2 % | | | |
| Taux survie élevage alevins | 72,8 % | 66,5 | 76,9 | 83,1 |
| taux survie alevins avant relaché | 66,9 % | | | |
| nombre de ponte | | 10 | 13 | 12 |
| nombre de stripping | | 1 | | 2 |
| nombre de femelles | | ? | 9 | 9 |
| nombre de femelles bloquées | | | | |

Annexe 6 : Résultats des essais de reproduction 2011

Bilan ponte 2011

| n° Ponte/strip | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|----------------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Bac | AGM | AGM | AGM | AGM | DR1 | DR1 | DR2 | DR1 | AGM | AGM | DR1 | DR2 | DR2 | DR2 | DR2 |
| date | 07-mars | 10-mars | 11-mars | 11-mars | 15-mars | 17-mars | 17-mars | 18-mars | 18-mars | 19-mars | 19-mars | 19-mars | 21-mars | 23-mars | 24-mars |
| nombre œufs total (T) | 429 | 384 | 230 | 539 | 842 | 156 | 20 | 2149 | 573 | 538 | 1953 | 82 | 146 | 91 | 824 |
| nombre œufs sur plateaux | 429 | 384 | 230 | 539 | 842 | 156 | 20 | 2149 | 573 | 538 | 1953 | 82 | 146 | 91 | 824 |
| nombre œufs fond | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| n° incubateur | A1/I3/I2 | I3 | A2 | A2 | A1 | A1 | A3 | A3 | I2 | I1 | A2 | A3 | N4 | A1 | A1 |
| nombre œufs à 10 jours (10) | 117 | 93 | 140 | 487 | 820 | 3 | 0 | 28 | 0 | 216 | 683 | 10 | 0 | 7 | 104 |
| nombre œufs avant éclosion (AV) | 62 | 43 | 127 | 365 | 670 | 3 | 0 | 14 | 0 | 207 | 535 | 9 | 0 | 0 | 43 |
| date première éclosion | 28-mars | 30-mars | 30-mars | 30-mars | 01-avr | - | - | 12-avr | - | 08-avr | 08-avr | 11-avr | - | - | 11-avr |
| date dernière éclosion | 04-avr | 05-avr | 06-avr | 03-avr | 07-avr | - | - | 15-avr | - | 16-avr | 15-avr | 11-avr | - | - | 18-avr |
| temps première éclosion jours | 21 | 20 | 19 | 19 | 17 | | | 0 | 25 | 0 | 20 | 20 | 22 | 0 | 0 |
| temps dernière éclosion jours | 28 | 26 | 27 | 24 | 23 | | | 0 | 27 | 0 | 28 | 27 | 22 | 0 | 0 |
| nombre éclosion (E) | 43 | 33 | 85 | 144 | 507 | 1 | 0 | 11 | 0 | 149 | 250 | 8 | 0 | 0 | 22 |
| °Jours éclosion premier | | | | | | | | | | | | | | | |
| °Jours éclosion dernier | | | | | | | | | | | | | | | |
| nombre alevin à 1 mois (A1) | 31 | 17 | 60 | 115 | 473 | 0 | 0 | ? | 0 | 25 | 117 | ? | 0 | ? | 11 |
| taux réussite incubation | 10,0 | 8,6 | 37,0 | 26,7 | 60,2 | 0,6 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 27,7 | 12,8 | 9,8 | 0,0 | 0,0 | 2,7 |
| taux réussite éclosion/œufs % T | 10,0 | 8,6 | 37,0 | 26,7 | 60,2 | 0,6 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 27,7 | 12,8 | 9,8 | 0,0 | 0,0 | 2,7 |
| taux réussite éclosion/œufs % 10 | 27,3 | 24,2 | 60,9 | 90,4 | 97,4 | 1,9 | 0,0 | 1,3 | 0,0 | 40,1 | 35,0 | 12,2 | 0,0 | 7,7 | 12,6 |
| taux d'éclosion % E/AV | 69,4 | 76,7 | 66,9 | 39,5 | 75,7 | 33,3 | #DIV/0! | 78,6 | #DIV/0! | 72,0 | 46,7 | 88,9 | #DIV/0! | #DIV/0! | 51,2 |
| taux survie à 1 mois % (1M) | 72,1 | 51,5 | 70,6 | 79,9 | 93,3 | 0,0 | #DIV/0! | ##### | #DIV/0! | 16,8 | 46,8 | ##### | #DIV/0! | ##### | 50,0 |
| taux survie 1M/T | 7,2 | 4,4 | 26,1 | 21,3 | 56,2 | 0,0 | 0,0 | ##### | 0,0 | 4,6 | 6,0 | ##### | 0,0 | ##### | 1,3 |



Bilan ponte 2011

| n° Ponte/strip | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | | | ST1 | ST2 | ST3 |
|----------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Bac | DR2 | DR2 | DR1 | AGM | DR1 | DR1 | AGM | DR1 | DR1 | AGM | | | AGM | DR2 | |
| date | 25-mars | 27-mars | 28-mars | 28-mars | 29-mars | 30-mars | 31-mars | 01-avr | 06-avr | 09-avr | | | 10-mars | 23-mars | |
| nombre œufs total (T) | 1855 | 22 | 842 | 132 | 1977 | 787 | 701 | 909 | 358 | 461 | | | 629 | 1997 | |
| nombre œufs sur plateaux | 1855 | 22 | 842 | 132 | 1977 | 787 | 701 | 909 | 358 | 461 | | | 629 | 1997 | |
| nombre œufs fond | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0 | 0 | |
| n° incubateur | A2 | A3 | A2 | I3 | N3 | A1 | I1 | N4 | N4 | I2 | | | A2 | A1 | |
| nombre œufs à 10 jours (10) | 1156 | 10 | 450 | 58 | 357 | 226 | 51 | 70 | 260 | 1 | | | 159 | 11 | |
| nombre œufs avant éclosion (AV) | 651 | 9 | 445 | 50 | 262 | 194 | 35 | 52 | 206 | 0 | | | 119 | 9 | |
| date première éclosion | 11-avr | 12-avr | 15-avr | 17-avr | 17-avr | 19-avr | 20-avr | 20-avr | 23-avr | | | | 29-mars | 11-avr | |
| date dernière éclosion | 21-avr | 17-avr | 22-avr | 21-avr | 26-avr | 24-avr | 24-avr | 24-avr | 29-avr | | | | 05-avr | 11-avr | |
| temps première éclosion jours | 17 | 16 | 18 | 20 | 19 | 20 | 20 | 20 | 17 | 0 | | | 19 | 19 | |
| temps dernière éclosion jours | 27 | 22 | 25 | 24 | 28 | 25 | 24 | 24 | 23 | 0 | | | 26 | 19 | |
| nombre éclosion (E) | 412 | 7 | 322 | 27 | 98 | 86 | 29 | 27 | 148 | 0 | | | 98 | 4 | |
| °Jours éclosion premier | | | | | | | | | | | | | | | |
| °Jours éclosion dernier | | | | | | | | | | | | | | | |
| nombre alevin à 1 mois (A1) | 268 | ? | 190 | 10 | 15 | 73 | 9 | 24 | 131 | 0 | | | 90 | ? | |
| taux réussite incubation | 22,2 | 31,8 | 38,2 | 20,5 | 5,0 | 10,9 | 4,1 | 3,0 | 41,3 | 0,0 | #DIV/0! | #DIV/0! | 15,6 | 0,2 | #DIV/0! |
| taux réussite éclosion/œufs % T | 22,2 | 31,8 | 38,2 | 20,5 | 5,0 | 10,9 | 4,1 | 3,0 | 41,3 | 0,0 | #DIV/0! | #DIV/0! | 15,6 | 0,2 | #DIV/0! |
| taux réussite éclosion/œufs % 10 | 62,3 | 45,5 | 53,4 | 43,9 | 18,1 | 28,7 | 7,3 | 7,7 | 72,6 | 0,2 | #DIV/0! | #DIV/0! | 25,3 | 0,6 | #DIV/0! |
| taux d'éclosion % E/AV | 63,3 | 77,8 | 72,4 | 54,0 | 37,4 | 44,3 | 82,9 | 51,9 | 71,8 | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | 82,4 | 44,4 | #DIV/0! |
| taux survie à 1 mois % (1M) | 65,0 | ##### | 59,0 | 37,0 | 15,3 | 84,9 | 31,0 | 88,9 | 88,5 | #DIV/0! | ##### | #DIV/0! | 91,8 | ##### | #DIV/0! |
| taux survie 1M/T | 14,4 | ##### | 22,6 | 7,6 | 0,8 | 9,3 | 1,3 | 2,6 | 36,6 | 0,0 | ##### | #DIV/0! | 14,3 | ##### | #DIV/0! |

Bilan ponte 2011

| | total | AGM | DR1 | DR2 |
|-----------------------------------|--------|------|------|------|
| nombre œufs total | 19626 | 4616 | 9973 | 5037 |
| nombre œufs pondus | 17000 | 3987 | 9973 | 3040 |
| nombre œufs strippés | 2626 | 629 | 0 | 1997 |
| ponte mini | 20 | 230 | 156 | 20 |
| ponte maxi | 2149 | 701 | 2149 | 1855 |
| ponte moy | 654 | 513 | 1108 | 720 |
| nombre œufs / femelle | | | 1108 | 720 |
| nombre éclosion | 2511 | 608 | 1450 | 453 |
| nombre alevins 1 mois | 1659 | 357 | 1023 | 279 |
| nombre alevin relachés | 1570 | | | |
| nombre alevin conservés | 30 | | | |
| taux d'éclosion | 12,8 % | 13,2 | 14,5 | 9,0 |
| taux survi 1 mois | 8,5 % | 7,7 | 10,3 | 5,5 |
| taux de survi avant relaché | 8,0 % | | | |
| Taux survie élevage alevins | 66,1 % | 58,7 | 70,6 | 61,6 |
| taux survie alevins avant relaché | 63,7 % | | | |
| nombre de ponte | | 9 | 9 | 7 |
| nombre de stripping | | 1 | | 1 |
| nombre de femelles | | 16 ? | 9 | 9 |
| nombre de femelles bloquées | | | | 2 |



Annexe 7 : Résultats des essais de reproduction 2012

Bilan ponte 2012

| n°Ponte/strip | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|----------------------------------|----------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Bac | AGM | AGM | AGM | DR2 | DR1 | AGM | DR1 | DR2 | DR2 | AGM | DR1 | DR2 | AGM | DR1 | AGM |
| date | 03-mars | 04-mars | 05-mars | 07-mars | 08-mars | 08-mars | 09-mars | 09-mars | 10-mars | 10-mars | 10-mars | 11-mars | 11-mars | 11-mars | 12-mars |
| nombre œufs total (T) | 17 | 227 | 257 | 90 | 1774 | 290 | 779 | 40 | 531 | 350 | 221 | 530 | 854 | 2891 | 379 |
| nombre œufs sur plateaux | 17 | 227 | 257 | 53 | 1774 | 290 | 779 | 40 | 309 | 350 | 221 | 380 | 854 | 2786 | 379 |
| nombre œufs fond | 0 | 0 | 0 | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 222 | 0 | 0 | 150 | 0 | 105 | 0 |
| n° incubateur | A1/P2/E1 | I2/I3 | I3 | A1 | A1/P2/E1 | I2 | A2 | A1 | A2 | I3 | P3 | A1 | I3 | P2 | I2 |
| nombre œufs à 10 jours (10) | 6 | 1 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 4 | 154 | 0 |
| nombre œufs avant éclosion (AV) | 6 | 1 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 3 | 146 | 0 |
| date première éclosion | 28-mars | - | - | - | 01-avr | - | - | - | - | - | - | - | 02-avr | 04-avr | - |
| date dernière éclosion | 03-avr | - | - | - | 04-avr | - | - | - | - | - | - | - | 02-avr | 07-avr | - |
| temps première éclosion jours | 25 | 0 | 0 | 0 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 | 24 | 0 |
| temps dernière éclosion jours | 31 | 0 | 0 | 0 | 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 | 27 | 0 |
| nombre éclosion (E) | 5 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 112 | 0 |
| °Jours éclosion premier | | | | | | | | | | | | | | | |
| °Jours éclosion dernier | | | | | | | | | | | | | | | |
| nombre alevin à 1 mois (A1) | 4 | 0 | | | 4 | | | | | | | | 0 | 84 | |
| taux réussite incubation | 29,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 3,9 | 0,0 |
| taux réussite éclosion/œufs % T | 29,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 3,9 | 0,0 |
| taux réussite éclosion/œufs % 10 | 35,3 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,3 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 5,3 | 0,0 |
| taux d'éclosion % E/AV | 83,3 | 0,0 | #DIV/0! | #DIV/0! | 50,0 | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | 0,0 | #DIV/0! | #DIV/0! | 33,3 | 76,7 | #DIV/0! |
| taux survie à 1 mois % (1M) | 80,0 | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | 80,0 | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | 0,0 | 75,0 | #DIV/0! |
| taux survie 1M/T | 23,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,9 | 0,0 |

Bilan ponte 2012

| n°Ponte/strip | 16 | 17 | 18 | 19 | 17bis | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | ST1 | ST2 | ST3 |
|----------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Bac | DR2 | DR2 | DR1 | DR1 | DR2 | DR1 | DR2 | AGM | AGM | DR2 | AGM | AGM | AGM | DR2 | DR2 |
| date | 12-mars | 13-mars | 13-mars | 14-mars | 14-mars | 17-mars | 17-mars | 17-mars | 18-mars | 19-mars | 20-mars | 25-mars | 17-mars | 19-mars | 19-mars |
| nombre œufs total (T) | 807 | 3111 | 2708 | 417 | 1207 | 1145 | 776 | 86 | 98 | 218 | 828 | 587 | 237 | 500 | 698 |
| nombre œufs sur plateaux | 480 | 438 | 1719 | 417 | 540 | 936 | 15 | 86 | 98 | 98 | 828 | 587 | 237 | 500 | 698 |
| nombre œufs fond | 327 | 2673 | 989 | 0 | 667 | 209 | 761 | 0 | 0 | 120 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| n° incubateur | A2 | A2 | Z | A1 | A3 | A1 | A2 | I2 | I1 | A2 | I2 | A1 | P2 | I2 | P3 |
| nombre œufs à 10 jours (10) | 1 | 8 | 0 | 3 | 0 | 606 | 0 | 0 | 0 | 0 | 86 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| nombre œufs avant éclosion (AV) | 1 | 3 | 0 | 3 | 0 | 581 | 0 | 0 | 0 | 0 | 86 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| date première éclosion | - | 05-avr | - | 03-avr | - | 05-avr | - | - | - | - | 10-avr | - | - | - | - |
| date dernière éclosion | - | 05-avr | - | 03-avr | - | 10-avr | - | - | - | - | 15-avr | - | - | - | - |
| temps première éclosion jours | 0 | 22 | 0 | 19 | 0 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| temps dernière éclosion jours | 0 | 22 | 0 | 19 | 0 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| nombre éclosion (E) | 0 | 1 | 0 | 3 | 0 | 539 | 0 | 0 | 0 | 0 | 41 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| °Jours éclosion premier | | | | | | | | | | | | | | | |
| °Jours éclosion dernier | | | | | | | | | | | | | | | |
| nombre alevin à 1 mois (A1) | | 0 | | 3 | | 465 | | | | | 37 | | | | |
| taux réussite incubation | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,7 | 0,0 | 47,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 5,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| taux réussite éclosion/œufs % T | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,7 | 0,0 | 47,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 5,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| taux réussite éclosion/œufs % 10 | 0,1 | 0,3 | 0,0 | 0,7 | 0,0 | 52,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 10,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| taux d'éclosion % E/AV | 0,0 | 33,3 | #DIV/0! | 100,0 | #DIV/0! | 92,8 | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | 47,7 | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! |
| taux survie à 1 mois % (1M) | #DIV/0! | 0,0 | #DIV/0! | 100,0 | #DIV/0! | 86,3 | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | 90,2 | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! |
| taux survie 1M/T | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,7 | 0,0 | 40,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |



| Bilan ponte 2012 | total | AGM | DR1 | DR2 |
|-----------------------------------|--------------|------------|------------|------------|
| nombre œufs total | 22653 | 4210 | 9935 | 8508 |
| nombre œufs pondus | 21218 | 3973 | 9935 | 7310 |
| nombre œufs strippés | 1435 | 237 | 0 | 1198 |
| ponte mini | 17 | 17 | 221 | 90 |
| ponte maxi | 3111 | 828 | 2891 | 3111 |
| ponte moy | 755 | 383 | 1419 | 945 |
| nombre œufs / femelle | | ? | 1104 | 1064 |
| nombre éclosion | 707 | 47 | 659 | 1 |
| nombre alevins mois | 597 | 41 | 556 | 0 |
| nombre alevin relachés | 434 | | | |
| nombre alevin conservés | 30 | | | |
| taux d'éclosion | 3,1 % | 1,1 | 6,6 | 0,0 |
| taux survi 1 mois | 2,6 % | 1,0 | 5,6 | 0,0 |
| taux de survi avant relaché | 2,0 % | | | |
| Taux survie élevage alevins | 84,4 % | 87,2 | 84,4 | 0,0 |
| taux survie alevins avant relaché | 61,4 % | | | |
| nombre de ponte | | 11 | 7 | 9 |
| nombre de stripping | | 1 | | 2 |
| nombre de femelles | | ? | 9 | 9 |
| nombre de femelles bloquées | | | | 1 |



Annexe 8 : Résultats des essais de reproduction 2013

| N° Ponte | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|----------------------------------|------|------|--------|-------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|--------|------|--------|--------|------|
| Bac de ponte | DR2 | DR2 | AGM | DR2 | AGM | DR2 | AGM | DR2 | AGM | DR2 | AGM | AGM | DR2 | AGM | AGM | DR2 |
| Date de ponte | 5/3 | 6/3 | 6/3 | 8/3 | 8/3 | 9/3 | 9/3 | 10/3 | 10/3 | 11/3 | 11/3 | 12/3 | 12/3 | 13/3 | 14/3 | 15/3 |
| N° Incubateur | A2 | A2 | I2 | A1 | I2 | A1 | I1 | A3 | N2 | A2 | J1 | J1 | A2 | J2 | J2 | A2 |
| Nombre d'œufs Total (T) | 874 | 1394 | 64 | 4831 | 687 | 1385 | 1452 | 4261 | 1625 | 7091 | 671 | 1106 | 2311 | 301 | 1212 | 1415 |
| Nombre d'œufs sur plateaux | 712 | 282 | 64 | 4017 | 687 | 397 | 1452 | 413 | 1625 | 5830 | 671 | 1106 | 359 | 301 | 1212 | 1254 |
| Nombre d'œufs sur fond | 162 | 1112 | 200* | 814 | 0 | 988 | 0 | 3848 | 0 | 1261 | 0 | 0 | 1952 | 0 | 0 | 161 |
| Nombre d'œufs à 10 jours (10) | 396 | 284 | 9 | 1808 | 1 | 173 | 365 | 1968 | 435 | 2328 | 150 | 756 | 300 | 160 | 787 | 615 |
| Nombre oeufs avant éclosion (AV) | 390 | 266 | 9 | 1672 | 1 | 163 | 336 | 1761 | 373 | 1771 | 143 | 715 | 143 | 159 | 766 | 572 |
| Date première éclosion | 27/3 | 27/3 | 27/3 | 30/3 | 2/4 | 31/3 | 1/4 | 30/3 | 31/3 | 31/3 | 2/4 | 2/4 | 2/4 | 4/4 | 4/4 | 4/4 |
| Date dernière éclosion | 4/4 | 3/4 | 1/4 | 8/4 | 2/4 | 8/4 | 9/4 | 8/4 | 6/4 | 9/4 | 9/4 | 9/4 | 9/4 | 11/4 | 12/4 | 12/4 |
| Naissance premier alevin (jours) | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 23 | 20 | 21 | 20 | 22 | 21 | 21 | 22 | 21 | 20 |
| Naissance dernier alevin (jours) | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 30 | 31 | 29 | 27 | 29 | 29 | 28 | 28 | 29 | 29 | 28 |
| °Jours éclosion premier | 283 | 283 | 282,8 | 282,8 | 282,8 | 288 | 304 | 264 | 282 | 265 | 297 | 267 | 284 | 285 | 285 | 281 |
| °Jours éclosion dernier | 405 | 405 | 405 | 405 | 405,3 | 410 | 412 | 404 | 376 | 404 | 403 | 375 | 396 | 395 | 411 | 407 |
| Nombre d'éclosion viable | 247 | 212 | 3 | 1143 | 1 | 128 | 220 | 520 | 195 | 1302 | 119 | 389 | 129 | 124 | 463 | 433 |
| Nombre alevin à 1 mois (sur 200) | 209 | 189 | groupe | 812 | groupe | 112 | groupe | 426 | groupe | 638 | groupe | groupe | 117 | groupe | groupe | 357 |
| Taux de réussite à 10 jours | 45% | 20% | 14% | 37% | 0% | 12% | 25% | 46% | 27% | 33% | 22% | 68% | 13% | 53% | 65% | 43% |
| Taux réussite incubation | 45% | 19% | 14% | 35% | 0% | 12% | 23% | 41% | 23% | 25% | 21% | 65% | 6% | 53% | 63% | 40% |
| Taux réussite éclosion | 28% | 15% | 5% | 24% | 0% | 9% | 15% | 12% | 12% | 18% | 18% | 35% | 6% | 41% | 38% | 31% |
| Taux réussite éclosion/oeufs 10j | 62% | 75% | 33% | 63% | 0% | 74% | 60% | 26% | 45% | 56% | 79% | 51% | 43% | 78% | 59% | 70% |
| Taux d'éclosion E/AE | 63% | 80% | 33% | 68% | 0% | 79% | 65% | 30% | 52% | 74% | 83% | 54% | 90% | 78% | 60% | 76% |
| Taux survie à 1 mois 1M/E | 85% | 89% | | 71% | | 88% | | 82% | | 49% | | | 91% | | | 83% |
| Taux survie 1M/T | 24% | 14% | | 17% | | 8% | | 10% | | 9% | | | 5% | | | 25% |

| N° Ponte | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
|----------------------------------|--------|--------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|------|------|------|------|--------|
| Bac de ponte | AGM | AGM | DR2 | AGM | AGM | AGM | AGM | AGM | AGM | DR1 | DR1 | DR1 | DR1 | DR1 | AGM |
| Date de ponte | 15/3 | 16/3 | 17/3 | 17/3 | 19/3 | 21/3 | 22/3 | 23/3 | 24/3 | 31/3 | 1/4 | 2/4 | 4/4 | 7/4 | 8/4 |
| N° Incubateur | J3 | I1 | A1 | J3 | J3 | J2 | I2 | I3 | J2 | I2 | I2 | P1 | I3 | J3 | J2 |
| Nombre d'œufs Total (T) | 262 | 1381 | 192 | 442 | 995 | 284 | 61 | 645 | 493 | 81 | 587 | 805 | 629 | 1575 | 133 |
| Nombre d'œufs sur plateaux | 262 | 1381 | 100 | 442 | 995 | 284 | 61 | 645 | 493 | 81 | 587 | 805 | 629 | 1575 | 133 |
| Nombre d'œufs sur fond | 0 | 0 | 92 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Nombre d'œufs à 10 jours (10) | 22 | 847 | 76 | 144 | 196 | 27 | 38 | 437 | 241 | 72 | 417 | 486 | 218 | 485 | 25 |
| Nombre oeufs avant éclosion (AV) | 20 | 729 | 67 | 130 | 186 | 11 | 37 | 405 | 232 | 72 | 344 | 409 | 215 | 448 | 25 |
| Date première éclosion | 7/4 | 7/4 | 7/4 | 6/4 | 9/4 | 9/4 | 12/4 | 13/4 | 12/4 | 19/4 | 18/4 | 19/4 | 23/4 | 26/4 | 26/4 |
| Date dernière éclosion | 10/4 | 14/4 | 14/4 | 17/4 | 14/4 | 14/4 | 16/4 | 17/4 | 19/4 | 27/4 | 27/4 | 28/5 | 1/5 | 4/5 | 3/5 |
| Naissance premier alevin (jours) | 23 | 26 | 21 | 20 | 21 | 18 | 21 | 21 | 19 | 20 | 18 | 17 | 19 | 22 | 20 |
| Naissance dernier alevin (jours) | 26 | 33 | 32 | 31 | 26 | 25 | 25 | 25 | 26 | 27 | 27 | 26 | 27 | 30 | 25 |
| °Jours éclosion premier | 318 | 310 | 301 | 273 | 304 | 273 | 285 | 296 | 251 | 254 | 239 | 236 | 275 | 261 | 249 |
| °Jours éclosion dernier | 365 | 419 | 409 | 439 | 383 | 352 | 348 | 360 | 362 | 367 | 384 | 369 | 323 | 418 | 407 |
| Nombre d'éclosion viable | 11 | 411 | 63 | 93 | 136 | 5 | 29 | 398 | 212 | 66 | 254 | 101 | 104 | 194 | 24 |
| Nombre alevin à 1 mois (A1) | groupe | groupe | 52 | groupe | groupe | groupe | groupe | groupe | groupe | 0 | 209 | 61 | 60 | 158 | groupe |
| Taux de réussite à 10 jours | 8% | 61% | 40% | 33% | 20% | 10% | 62% | 68% | 49% | 89% | 71% | 60% | 35% | 31% | 19% |
| Taux réussite incubation | 8% | 53% | 35% | 29% | 19% | 4% | 61% | 63% | 47% | 89% | 59% | 51% | 34% | 28% | 19% |
| Taux réussite éclosion | 4% | 30% | 33% | 21% | 14% | 2% | 48% | 62% | 43% | 81% | 43% | 13% | 17% | 12% | 18% |
| Taux réussite éclosion/oeufs 10j | 50% | 49% | 83% | 65% | 69% | 19% | 76% | 91% | 88% | 92% | 61% | 21% | 48% | 40% | 96% |
| Taux d'éclosion E/AE | 55% | 56% | 94% | 72% | 73% | 45% | 78% | 98% | 91% | 92% | 74% | 25% | 48% | 43% | 96% |
| Taux survie à 1 mois 1M/E | | | 83% | | | | | | | 82% | 82% | 60% | 58% | 81% | |
| Taux survie 1M/T | | | 27% | | | | | | | 36% | 36% | 8% | 10% | 10% | |



| N° Ponte | 32 | 33 | 34 | 35 | ST1 | ST2 | ST3 | ST4 |
|----------------------------------|------|------|------|------|--------|--------|--------|------|
| Bac de ponte | DR1 | DR1 | DR1 | DR1 | AGM | AGM | AGM | DR2 |
| Date de ponte | 9/4 | 10/4 | 19/4 | 29/4 | 7/3 | 12/3 | 14/3 | 14/3 |
| N° Incubateur | J3 | J3 | I2 | I3 | A1 | P2 | 0 | l n° |
| Nombre d'œufs Total (T) | 1064 | 353 | 715 | 619 | 1243 | 1424 | 731 | 2128 |
| Nombre d'œufs sur plateaux | 1064 | 353 | 715 | 619 | 1243 | 1424 | 731 | 2128 |
| Nombre d'œufs sur fond | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Nombre d'œufs à 10 jours (10) | 398 | 162 | 646 | 526 | 1061 | 921 | 1 | 0 |
| Nombre œufs avant éclosion (AV) | 371 | 161 | 599 | 421 | 1039 | 900 | 1 | 0 |
| Date première éclosion | 27/4 | 29/4 | 9/5 | 17/5 | 31/3 | 2/4 | / | / |
| Date dernière éclosion | 3/5 | 3/5 | 16/5 | 28/5 | 5/4 | 9/4 | | |
| Naissance premier alevin (jours) | 18 | 19 | 20 | 18 | 24 | 21 | 0 | 0 |
| Naissance dernier alevin (jours) | 24 | 23 | 27 | 29 | 29 | 28 | 0 | 0 |
| °Jours éclosion premier | 263 | 345 | 279 | 269 | 288 | 287 | 0 | 0 |
| °Jours éclosion dernier | 356 | 439 | 389 | 358 | 363 | 395 | 0 | 0 |
| Nombre d'éclosion viable | 210 | 159 | 545 | 383 | 1014 | 880 | 0 | 0 |
| Nombre alevin à 1 mois (A1) | 160 | 150 | 470 | 300 | groupe | groupe | groupe | 0 |
| Taux de réussite à 10 jours | 37% | 46% | 90% | 85% | 85% | 65% | 0% | 0% |
| Taux réussite incubation | 35% | 46% | 84% | 68% | 84% | 63% | 0% | 0% |
| Taux réussite éclosion | 20% | 45% | 76% | 62% | 82% | 62% | 0% | 0% |
| Taux réussite éclosion/œufs 10j | 53% | 98% | 84% | 73% | 96% | 96% | 0% | 0% |
| Taux d'éclosion E/AE | 57% | 99% | 91% | 91% | 98% | 98% | 0% | 0% |
| Taux survie à 1 mois 1M/E | 76% | 94% | 86% | 78% | | | | |
| Taux survie 1M/T | 15% | 42% | 66% | 48% | | | | |

| Bilan pontes 2013 | Total | AGM | DR1 | DR2 |
|--|-------|------------|-------|-------|
| Nombre œufs total | 47522 | 15212 | 6428 | 25882 |
| Nombre œufs pondus | 41996 | 11814 | 6428 | 23754 |
| Nombre d'œufs strippés | 5526 | 3398 | 0 | 2128 |
| Ponte mini | 61 | 61 | 81 | 192 |
| Ponte maxi | 7091 | 1625 | 1575 | 7091 |
| Ponte moyenne | 1358 | 695 | 714 | 2639 |
| Ponte moyenne par femelle | | 761 | 714 | 1991 |
| Nombre d'éclosion | 10920 | 4727 | 2016 | 4177 |
| Éclosion/total éclosion | 100 | 43 | 18 | 38 |
| Nombre de ponte positive (au - 1 alevin) | | 16 | 9 | 9 |
| Nombre d'alevins à 1 mois | | | 1568 | |
| Nombre alevins relâchés | 6147 | | 1504 | |
| Nombre alevins conservés | 210 | 60 | 50 | 100 |
| Taux d'éclosion | 23,0% | 31,1% | 31,4% | 17,6% |
| Taux de survie à 1 mois | | | 77,8% | |
| Taux de survie avant relâché | | | 77,1% | |
| Nombre de ponte | 35 | 17 | 9 | 9 |
| Nombre de stripping | 4 | 3 | 0 | 1 |
| Nombre de femelles | | environ 20 | 9 | 12 |
| Nombre de femelle morte avant ponte | 10 | 3 | 2 | 5 |
| Nombre géniteur mort pendant repro | | 8 | 2 | 19 |
| Nombre de femelles bloquées | | pas vu | 0 | 0 |



Annexe 9 : Prise en charge des alevins

La procédure qui a produit les meilleurs résultats est la suivante :

- enlever les larves, juste après l'éclosion et les placer dans des petits volumes (8 litres)) par lot de 50 à 200. Ces boîtes d'élevage sont munies sur 2 faces opposées de grosses ouvertures garnies de grillage inoxydable de mailles inférieures à un demi-millimètre. Ces trous doivent dépasser de la surface de l'eau pour évacuer les substances grasses. Cette pellicule de surface peut empêcher une prise de l'air atmosphérique pour remplir leur vessie natatoire. Ces orifices doivent aussi être positionnés 3 centimètres au dessus du fond pour laisser une lame d'eau suffisante en cas de déplacement du bac avec les alevins. Une petite alimentation d'eau filtrée, thermorégulée et stérilisée arrive en surface de préférence dans le sens des faces percées. Une arrivée d'air complète ce dispositif. La température de l'eau varie de 14 à 18 °C.

- les alevins qui regagnent le fond progressivement, ils sont libérés à 1 mois dans un bac plus grand. Il ne doit pas comporter de grandes ouvertures vitrées mais des petits hublots qui sont bien pratiques pour avoir une vision latérale (la surveillance est facilitée). Des bioballes procurent des caches sans causer de blessures aux petits poissons quand elles sont déplacées lors du siphonage quotidien des restes de nourriture composée de nauplius d'artémias et de morceaux de vers de vases. Les températures à ce stade conditionnent la vitesse de croissance : 17 à 20 °C semble un bon compromis. Des couvercles translucides sont mis en place.

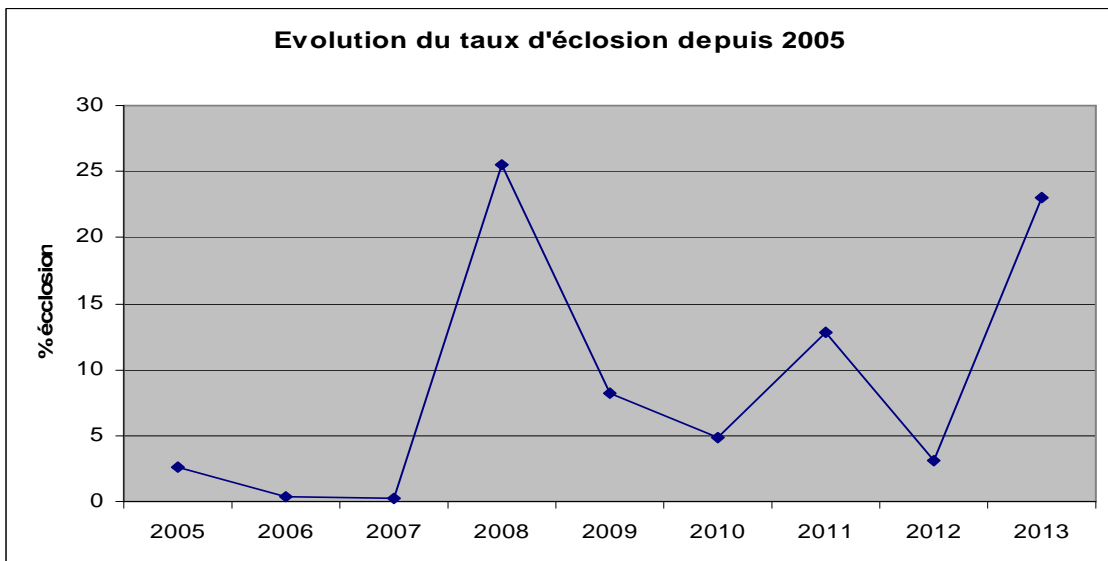
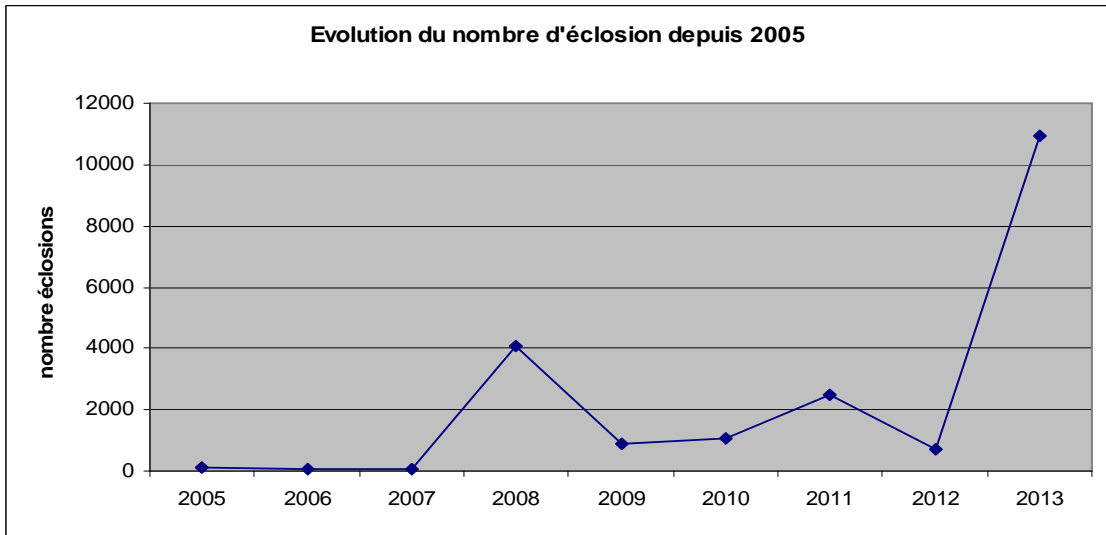
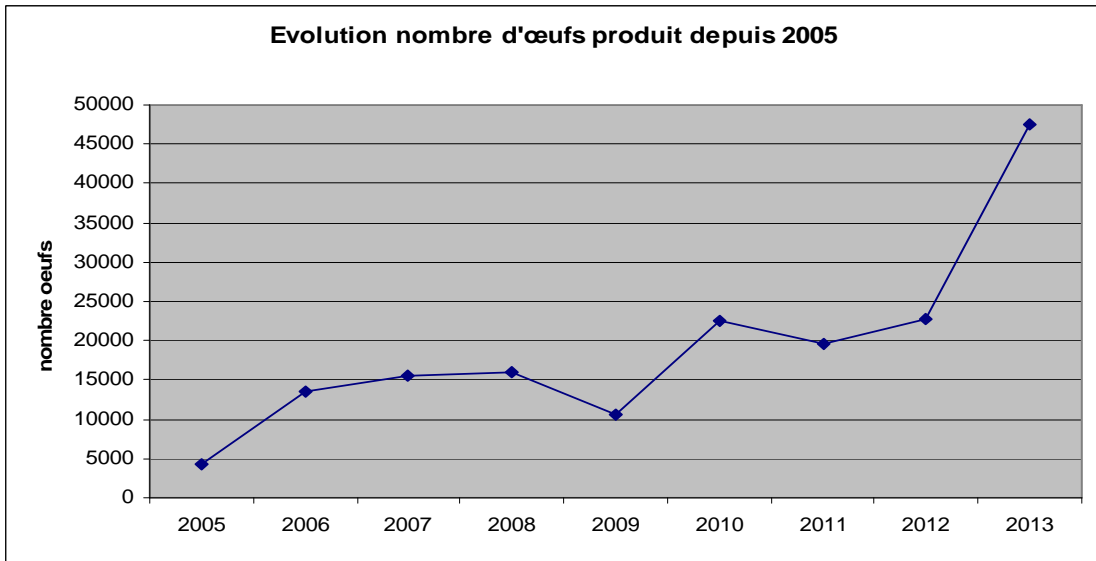
- à partir du moment où ils mangent des vers de vase entiers, la température peut dépasser les 20 °C. Ensuite les variations thermiques suivent les paramètres déjà établis pour les adultes. En novembre, quand la température atteint les 14 °C, le nourrissage quotidien, passe à 3 fois par semaine. Les doses sont ajustées en fonction de leurs besoins.



Annexe 10 : Résultats de 2005 à 2013

| année | œufs | éclosions | taux éclosion |
|-------|--------|-----------|---------------|
| 2005 | 4203 | 108 | 2,6 |
| 2006 | 13537 | 52 | 0,4 |
| 2007 | 15516 | 38 | 0,2 |
| 2008 | 15904 | 4061 | 25,5 |
| 2009 | 10618 | 876 | 8,2 |
| 2010 | 22471 | 1086 | 4,8 |
| 2011 | 19626 | 2511 | 12,8 |
| 2012 | 22653 | 707 | 3,1 |
| 2013 | 47522 | 10920 | 23,0 |
| total | 167847 | 20251 | |





Annexe 11 : Biométrie aprons 2013

| 2013 | DR1 | 2013 | DR2 | 2013 | DR2 |
|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|
| Taille cm | Masse g | Taille cm | Masse g | Taille cm | Masse g |
| 13 | 18,9 | 20,5 | 103,8 | 16 | 42,2 |
| 12,7 | 16 | 20,3 | 91,6 | 16 | 35 |
| 12,5 | 18,3 | 19,5 | 95,7 | 15,7 | 37,5 |
| 12,5 | 17,6 | 19 | 86,8 | 15,6 | 37,1 |
| 12,5 | 16,5 | 18,5 | 81 | 15,5 | 42,1 |
| 12,4 | 18,7 | 18,2 | 58,7 | 15,5 | 35,3 |
| 12,4 | 18,3 | 18 | 68,2 | 15,3 | 35 |
| 12,4 | 16,7 | 18 | 68,2 | 15,2 | 33,7 |
| 12,3 | 15 | 18 | 54 | 15 | 36,9 |
| 12,1 | 17,2 | 17,8 | 63,2 | 15 | 33,4 |
| 12 | 17 | 17,5 | 33,2 | 15 | 33,3 |
| 11,8 | 14,8 | 17,1 | 41,2 | 15 | 30,5 |
| 11,5 | 13,8 | 17 | 58,2 | 15 | 30,2 |
| 11,5 | 12,5 | 17 | 44,7 | 15 | 26,8 |
| | | 17 | 39,9 | 14,9 | 33,5 |
| | | 16,8 | 60 | 14,8 | 35,3 |
| | | 16,8 | 27,2 | 14,5 | 34,5 |
| | | 16,5 | 72,9 | 14 | 26,3 |
| | | 16,5 | 56,9 | 14 | 25,2 |
| | | 16,3 | 44,4 | 14 | 23,7 |
| | | 16,3 | 43,7 | 13,7 | 23 |
| | | 16,2 | 43,3 | | |
| | | 16,2 | 42,8 | | |
| | | 16,1 | 38,5 | | |



Annexe 12 : Déroulement des opérations de capture d'apron dans le canal de Salignac

Déroulement des opérations de capture des aprons du canal de Salignac (04) le 2 octobre 2013



1 CONTEXTE

Dans le cadre du Plan National d'Actions en faveur de l'Apron du Rhône, le Conseil Scientifique et Technique a décidé, lors de ses réunions du 16 mai 2012 et 26 mars 2013, de renouveler la souche génétique des aprons de l'unique élevage de cette espèce au Muséum de Besançon. L'opportunité des pêches de sauvetage prévues le 2 octobre 2013, lors des vidanges du canal EDF de Salignac (04) fut saisie pour solliciter une demande de prélèvement de 30 individus. La Préfecture des Alpes-de-Haute-Provence a délivré l'Arrêté Préfectoral N°2013-1980 autorisant le Muséum de Besançon à transporter, à des fins scientifiques de la commune de Salignac (04290) jusqu'à Besançon (25042), une espèce protégée « l'APRON » (*Zingel asper*).

L'article 11 - COMPTE-RENDU D'EXECUTION, stipule que le bénéficiaire de la présente autorisation est tenu d'adresser un compte-rendu précisant le déroulement des opérations, le transport et l'acclimatation des poissons.

2 MATERIEL ET METHODES

2-1 LA CAPTURE

La capture a été réalisée par la FDAAPPMA par pêche électrique dans le canal principal. La Fédération de pêche dispose d'un Arrêté préfectoral n° 2013-42 du 11 janvier 2013 l'autorisant à réaliser des pêches de sauvetage dans tous les cours d'eau, canaux et plans d'eau du département des Alpes-de-Haute-Provence pour l'année 2013. Le premier apron a été capturé à 10 h et le dernier à 11 h 30. 2 aprons ont pu être prélevés vivants. La pêche l'après midi n'a pas permis de capturer d'autres spécimens.



Figure 1 Pêche électrique au fond du canal



2-2 BIOMETRIE

En attendant le conditionnement pour le transport, ils ont été transférés dans un vivier sur le camion transportant les cuves d'eau. Des mesures biométriques et des prélèvements à des fins d'analyses génétiques ont été effectués pour chaque individu.



| Code | |
|---------|--------------|
| apron | Taille* (mm) |
| 13KSL01 | 98 |
| 13KSL02 | 55 |

*longueur à la fourche

2-3 LE TRANSPORT

Les aprons ont été conditionnés dans un sac en plastique de 50 l. avec 15 l d'eau et 20 l d'oxygène pur. Ce sac a été disposé dans un bac en polystyrène de 50 l. L'eau utilisée pour le transport était à 15 °C et provenait d'une source locale, l'eau du canal étant trop turbide.

Pour éviter une augmentation de la température durant le voyage une petite bouteille d'eau glacée a été calée dans un coin du bac. Toutes ces opérations ont été visées par M. P. Gay, Chef de brigade ONEMA.

Le chargement est parti à 17 h 30 de Salignac et est arrivé à Besançon à 23 h. Dans ces conditions, les aprons ont voyagé pendant 5 h 30 et aucune mortalité n'a été constatée.

2-4 L'ACCLIMATATION

Afin d'éviter un choc thermique, les sacs contenant les aprons ont été trempés dans l'eau (à 15 °C) du bac d'élevage (EPB1) pendant 30 minutes. Ensuite, les poissons sont sortis en quelques minutes et ont regagné le fond et les différentes caches mises à leur disposition.



2-5 LES TRAITEMENTS PREVENTIFS

Les poissons étant dans un bon état général, seul un traitement au « vert malachite » a été effectué le 4 octobre. Aucun problème sanitaire n'a été constaté par les vétérinaires du site.

2-6 NOURRISSAGE

Dès le 3 octobre, le lot d'aprons a mangé 5 g de vers de vase. Depuis les nourrissages diminuent en quantité, en relation avec la température de l'eau. Ils seront ajoutés au groupe de géniteurs de la souche Durance en novembre 2013.

3 CONCLUSION

Les opérations de capture, de transport et d'acclimatation se sont déroulées sans encombre. Seuls 2 aprons ont pu être prélevés, mais tous sont vivants actuellement.



Remerciements

Je salue particulièrement l'attention de tous les jours de Frédéric Maillot et des soigneurs animaliers qui œuvrent pour que les conditions de vie des apons en captivité au Muséum soient toujours optimales. Je remercie Pascal Leblanc, Conservateur en Chef du Muséum de Besançon pour sa motivation dans ce programme d'élevage.

Je remercie également, Marianne Georget du CEN, coordinatrice du PNA Apon, pour son soutien et Pascal Roche de l'ONEMA pour sa forte implication dans le programme des réintroductions pilotes et de leurs suivis.

Je remercie le personnel de la FDAAPPMA pour les moyens importants mis en œuvre lors des captures apon à Salignac.

Je remercie particulièrement Michel Carteron et Luc Téraz de la DREAL Franche-Comté pour leur soutien financier et leur patience.

Je remercie Michel Kupfer pour ses encouragements et sa participation aux actions de ce programme.

Enfin, je remercie également toutes les personnes qui ont contribué directement et indirectement à ce PNA.







Etude s'inscrivant dans le cadre du PNA Apron, animé par le



Et coordonné par la DREAL Rhône-Alpes



Direction régionale de l'environnement
RHÔNE-ALPES

Partenaires financiers du PNA:

