



**HAL**  
open science

## Rapport final Projet Feamp QualiPostOv "Optimisation de la qualité de la chair de grande truite arc-en-ciel (Oncorhynchus mykiss) après ovulation"

Florence Lefèvre, Valentin Brunet, Jérôme Bugeon, Thierry Kerneis,  
Pierre-Yves Rescan

### ► To cite this version:

Florence Lefèvre, Valentin Brunet, Jérôme Bugeon, Thierry Kerneis, Pierre-Yves Rescan. Rapport final Projet Feamp QualiPostOv "Optimisation de la qualité de la chair de grande truite arc-en-ciel (Oncorhynchus mykiss) après ovulation". INRAE - LPGP. 2022. hal-04724453

**HAL Id: hal-04724453**

**<https://hal.science/hal-04724453v1>**

Submitted on 7 Oct 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Rapport final  
Mai 2022

Projet Feamp

QualiPostOv

Optimisation de la qualité de la  
chair de grande truite arc-en-  
ciel (*Oncorhynchus mykiss*)  
après ovulation

Ce rapport a été rédigé par Florence Lefèvre (coordinatrice du projet),  
avec la contribution (par ordre alphabétique) de Valentin Brunet, Jérôme  
Bugeon, Thierry Kernéis, et Pierre-Yves Rescan

## Résumé du projet

La maturation sexuelle et la ponte altèrent les qualités des produits chez la truite, en particulier les qualités technologiques (rendements de découpe et de transformation) et les qualités sensorielles (couleur et texture). La pratique empirique suggère que ces paramètres de qualités se rétablissent progressivement après la ponte, mais aucune étude n'avait décrit l'évolution post-ponte des qualités, ni les mécanismes biologiques sous-jacents, ni les facteurs pouvant l'affecter. L'objectif du projet était de combler ce déficit de connaissances et de tester l'impact des pratiques de gestion des génitrices et de la période de ponte.

Nous avons ainsi montré, sur les lignées expérimentales de la PEIMA, mais aussi sur les poissons de pisciculture de Bretagne truite, que la restauration des qualités commence par une reprise de croissance des poissons, puis une augmentation des réserves adipeuses. Ces deux événements concourent à restaurer les rendements de découpe et de transformation, puis la couleur et la texture des filets. Le temps nécessaire pour restaurer ces qualités est variable en fonction des années (profil thermique ?) et de l'état (poids, morphologie, adiposité) des poissons au moment de la ponte. Les mécanismes biologiques qui sous-tendent la restauration des qualités ont été décrits.

Pour optimiser la restauration des qualités, nous avons évalué l'impact de facteurs susceptibles d'affecter l'état des génitrices au moment de la ponte et l'impact de la gestion de la période de ponte. Nous avons ainsi montré que le niveau de rationnement des truites avant la ponte n'affectait pas la restauration des qualités. De même, le niveau d'adiposité des poissons, étudié en comparant l'évolution de lignées divergentes sur l'adiposité sous-cutanée et musculaire, ne semble pas modifier drastiquement l'évolution post-ponte des qualités. Par contre, les truites qui pondent tardivement semblent avoir plus de mal à récupérer sans que cela soit imputable à la durée de jeûne, qui a été plus longue pour ce groupe de truites.

Le projet a également permis de recueillir des renseignements sur les pratiques de gestion des génitrices et de la ponte des producteurs d'œufs saumurés de truite, adhérents de la Coopérative Les Aquaculteurs Bretons, partenaire de Bretagne Truite. Ce travail de compilation, s'appuyant sur une enquête formalisée, a été pour chacun l'occasion de réfléchir et d'échanger sur ses pratiques. Des ateliers, théoriques, autour des résultats du projet, mais aussi pratique, autour des protocoles de ponte, ont également été organisés.

Une partie des résultats du projet a déjà été valorisée sous forme de thèse de doctorat, d'articles ou de présentations à des congrès scientifiques, mais aussi sous forme de communications à destination des acteurs professionnels.

## Partenariat

|   |  |
|---|--|
| INRAE Laboratoire de Physiologie et Génomique des Poissons (LPGP) |   |
| INRAE Pisciculture Expérimentale des Monts d'Arrée (PEIMA)        |   |
| Bretagne Truite   |    |

# Table des matières

|   |    |
|---|----|
| Résumé du projet .....  | 1  |
| Partenariat.....  | 1  |
| Table des matières .....  | 2  |
| Table des illustrations.....  | 4  |
| Rappel de la problématique .....  | 7  |
| Rappel des contextes scientifique et socio-économique.....  | 7  |
| Rappel des objectifs du projet.....   | 9  |
| Actions et Avancées du projet.....  | 10 |
| Tache 0 - Management du projet.....   | 10 |
| Tache 1 - Description cinétique de l'évolution de la qualité après ovulation .....  | 11 |
| Suivi de la souche expérimentale « Automnale » - ponte 2017 .....   | 11 |
| Evolution post-ponte des qualités des produits.....   | 11 |
| Evolution post ovulation de la morphologie des poissons.....  | 14 |
| Développement post ovulation des tissus musculaires et adipeux .....  | 15 |
| Evolution post ovulation de la taille des fibres du muscle blanc .....  | 16 |
| Transcriptome musculaire associé à la restauration post-ponte de la qualité.....  | 17 |
| Suivi post-ponte de la souche expérimentale « Printanière » et des lignées sélectionnées<br>« Grasse » et « Maigre » - ponte 2021 ..... | 19 |
| Suivi des poissons des piscicultures de Bretagne Truite .....   | 19 |
| Tache 2 – Optimisation de la qualité de la chair post-ovulation par la maîtrise de la période de<br>péri-ovulation .....                | 24 |
| Optimiser l'état des poissons au moment de l'ovulation.....   | 24 |
| Effet du rationnement avant la ponte.....   | 24 |
| Effet du niveau de réserves corporelles – modèle des lignées grasses et maigres .....   | 27 |
| Optimiser les pratiques de gestion de ponte et de récupération post-ponte .....   | 36 |
| Effet de la date de ponte et de la durée de jeûne .....   | 36 |
| Suivi zootechnique des poissons avant la ponte, reprise alimentaire et croissance post-ponte<br>.....                                   | 39 |
| Analyse du comportement post ponte des poissons - Effet de la date de ponte et de la durée<br>de jeûne.....                             | 43 |
| Existe-t-il une relation entre la ponte et la qualité des produits ? .....  | 44 |
| Tache 3 - Transfert et diffusion des pratiques optimisées.....  | 46 |

|   |    |
|---|----|
| Temps d'échanges autour des résultats du projet.....  | 46 |
| Atelier d'échanges sur la gestion des truites autour de la période de ponte .....               | 46 |
| Enquête des pratiques de gestion des génitrices et de la ponte .....                            | 47 |
| Publications et communications du projet (annexe 4) .....                                       | 48 |
| Conclusions et perspectives du projet .....   | 48 |
| Annexes .....   | 50 |
| Annexe 1 : Programmes des réunions et rencontres du projet .....                                | 50 |
| Annexe 2 : Comptes-rendus des réunions .....  | 56 |
| Annexe 3 : Questionnaire d'enquête des pratiques de gestion des génitrices et de la ponte ..... | 63 |
| Annexe 4 : Valorisation du projet.....  | 66 |

## Table des illustrations

|  |    |
|--|----|
| Tableau 1 : Date, lieu et objet des réunions de projet QualiPostOv. ....   | 10 |
| Figure 1 : Schéma du protocole expérimental et des mesures des qualités sur l'expérimentation « Automnale 2017 ». ....   | 11 |
| Figure 2 : Evolution post-ponte du poids, du coefficient de condition et de l'adiposité des truites. ....  | 12 |
| Figure 3 : Evolution post-ponte des rendements en filets et du rendement de salage-fumage. ....  | 12 |
| Figure 4 : Evolution post-ponte de la couleur des filets crus et fumés. ....   | 13 |
| Figure 5 : Illustration de la variabilité de couleur rouge (a*) des filets et de son évolution après la ponte. ....  | 13 |
| Figure 6 : Evolution post-ponte de la résistance mécanique (fermeté) des filets crus et fumés. ....  | 14 |
| Figure 7 : Positionnement des points de morphologie pour l'analyse de morphométrie .....   | 14 |
| Figure 8 : Analyse canonique des variables caractéristiques de la conformation qui distinguent le mieux les groupes .....  | 15 |
| Figure 9 : Evolution de la surface musculaire et de la proportion de tissu adipeux. ....   | 16 |
| Figure 10 : Evolution de la taille et du nombre de fibres musculaires .....  | 16 |
| Figure 11 : Illustration de l'évolution de taille des fibres musculaires .....   | 17 |
| Figure 12 : Regroupement des gènes différentiellement exprimés en fonction de leur patron temporel d'expression. ....  | 18 |
| Figure 13 : Enrichissement fonctionnel des gènes formant les clusters 1-4. ....  | 18 |
| Figure 14 : Poids, conformation et adiposité des poissons post-ponte des sites de production de Bretagne Truite, mesurés après les pontes de 2018 et de 2019. .... | 20 |
| Figure 15 : Evolution des rendements en viscères, en filets parés-pelés et du rendement de salage-fumage. ....   | 21 |
| Figure 16 : Evolution de la couleur des filets, mesurée juste après l'abattage .....   | 22 |
| Figure 17 : Illustration de l'évolution de la couleur des filets après la ponte 2019. ....   | 22 |
| Figure 18 : Evolution de la résistance mécanique des filets, mesurée juste après l'abattage  | 23 |
| Figure 19 : Schéma expérimental pour tester l'effet du niveau de rationnement avant la ponte sur la restauration des qualités après la ponte. ....                 | 24 |

|   |    |
|---|----|
| Figure 20 : Impact du taux de rationnement avant la ponte sur les caractéristiques des truites, poids, conformation (coefficient de condition $K=\text{poids}/\text{Longueur}$ ) et adiposité (mesure fat-meter <sup>®</sup> ), à différents temps post-ponte. .... | 25 |
| Figure 21 : Impact du taux de rationnement avant la ponte sur les rendements de découpe et de salage-fumage à différents temps post-ponte. ....   | 25 |
| Figure 22 : Impact du taux de rationnement avant la ponte sur la couleur des filets crus et fumés à différents temps post-ponte. ....   | 26 |
| Tableau 2 : Bilan de l'effet du rationnement sur la résistance mécanique des filets crus, juste après l'abattage et 48h après) et fumés, mesurée par pénétrométrie ou avec la presse de Kramer. ....  | 26 |
| Figure 23 : Schéma expérimental pour tester l'impact de l'adiposité corporelle sur les qualités au moment de la ponte et la récupération post-ponte .....   | 27 |
| Figure 24 : Poids moyen, coefficient de condition et adiposité des truites des trois lignées au moment de la ponte et des témoins immatures (MAI= lignée maigre ; PRN=lignée printanière ; GRA= lignée grasse).....   | 28 |
| Figure 25 : Rendements de découpe des truites des trois lignées au moment de la ponte et des témoins immatures.....   | 28 |
| Figure 26 : Rendements de salage-fumage et en filets fumés des truites des trois lignées au moment de la ponte et des témoins immatures .....   | 29 |
| Figure 27 : Teneur en matières sèches des filets crus et fumés des truites des trois lignées au moment de la ponte et des témoins immatures .....   | 29 |
| Figure 28 : Couleur des filets crus et fumés issus des truites des trois lignées au moment de la ponte et des témoins immatures .....   | 30 |
| Figure 29 : Résistance mécanique, mesurée en presse de Kramer, des filets crus et fumés issus des truites des trois lignées au moment de la ponte et des témoins immatures.....   | 31 |
| Figure 30 : Evolution post-ponte du poids moyen, du coefficient de condition et de l'adiposité des truites des trois lignées.....   | 32 |
| Figure 31 : Evolution post-ponte des rendements de découpe des truites des trois lignées .  | 32 |
| Figure 32 : Evolution post-ponte des rendements de salage-fumage et en filets fumés des truites des trois lignées .....   | 32 |
| Figure 33 : Evolution post-ponte de la teneur en matières sèches des filets crus et fumés des truites des trois lignées .....   | 33 |
| Figure 34 : Evolution post-ponte de la couleur des filets crus et fumés issus des truites des trois lignées .....   | 34 |

|  |    |
|--|----|
| Figure 35 : Evolution post-ponte de la résistance mécanique, mesurée en presse de Kramer, des filets crus et fumés issus des truites des trois lignées.....  | 35 |
| Figure 36 : Schéma du protocole expérimental mis en place pour tester l'impact de la date de ponte (semaine 45, 46, 47 ou 48) et de la durée de jeûne (pour la ponte semaine 46) sur la qualité post-ponte.....  | 36 |
| Tableau 3 : Date de ponte, durée de jeûne au moment de la ponte, et durées de récupération et de réalimentation post-ponte avant la mesure de qualité des différents groupes.....  | 37 |
| Figure 37 : Effets de la date de ponte et de la durée de jeûne au moment de la ponte sur le poids, le coefficient de condition et l'adiposité, évaluée par le fat-meter <sup>®</sup> , des truites mesurées à 10, 11, 12 ou 13 semaines post-ponte. .... | 37 |
| Figure 38 : Effets de la date de ponte et de la durée de jeûne au moment de la ponte sur les rendements de carcasse, de tête et en filets parés-pelés. ....  | 38 |
| Figure 39 : Effets de la date de ponte et de la durée de jeûne au moment de la ponte sur le rendement de salage-fumage et le rendement en filets fumés .....   | 38 |
| Figure 40 : Effets de la date de ponte et de la durée de jeûne au moment de la ponte sur la couleur des filets crus mesurés juste après l'abattage (n=30) et des filets fumés (n=20) .....   | 39 |
| Figure 41 : Effets de la date de ponte et de la durée de jeûne au moment de la ponte sur la résistance mécanique des filets crus à l'abattage et à 48h <i>post-mortem</i> , et des filets fumés  | 39 |
| Figure 42 : Reprise alimentaire et croissance des truites post-ponte de l'expérimentation de suivi après la ponte 2017 des « automnales » à la PEIMA.....  | 40 |
| Figure 43 : Croissance avant la ponte des lots nourris à 80% et 100% de la table de rationnement, et reprise alimentaire des truites post-ponte 2019 des « automnales » à la PEIMA .....   | 41 |
| Figure 44 : Reprise alimentaire et croissance des truites post-ponte de l'expérimentation sur les lignées « printanières », « grasses » et « maigres » après la ponte 2021 à la PEIMA.....   | 42 |
| Figure 45 : Rythme cardiaque et activité des truites équipées de bioglogueur de l'expérimentation sur l'effet de la date de ponte et de la durée du jeûne. ....  | 43 |
| Figure 46 : Paramètres de couleur des filets et poids des poissons à l'abattage juste après la ponte pour des groupes constitués sur l'« investissement » dans la ponte .....  | 45 |



## Rappel de la problématique

La production de truite arc-en-ciel en France s'oriente de plus en plus vers des poissons de grande taille, destinés à la fumaison. Les poissons destinés à ce marché sont pour la plupart des monosexes femelles triploïdes qui ne présentent pas de maturation sexuelle. La production d'œufs saumurés de truite conduit aussi à la génération de poissons de grande taille, matures sexuellement, mais pour lesquels se pose la question de leur valorisation après la ponte, en particulier pour la transformation en filets fumés. En effet, la maturation sexuelle des truites s'accompagne d'une altération du muscle hautement préjudiciable à la qualité de la chair. Pour augmenter la production de truite de grande taille, les truites élevées pendant 2 ans pour la production d'œufs saumurés, sont ensuite "retapées" après ovulation pendant quelques mois avant d'être commercialisées pour être consommées fraîches ou fumées. En pratiques, ces truites sont donc maintenues en élevage après la ponte, le plus souvent pendant au moins 4 mois, pour garantir l'obtention de poissons de taille suffisante et une qualité de chair appropriée au fumage. La maîtrise de la croissance et de l'évolution qualitative des filets dans la phase de reconstruction musculaire qui suit la ponte est donc un enjeu important pour la compétitivité des filières trutticoles.

Certaines pratiques piscicoles, autour de la période de ponte, peuvent conditionner l'accomplissement de cette restauration. Pour des raisons pratiques (poids cible limité au moment de l'ovulation) et environnementales (manque d'eau l'été), les poissons sont restreints alimentaires dans les mois qui précèdent l'ovulation, et cette pratique peut altérer l'état des réserves énergétiques au moment de la ponte. Au début de la période de ponte, les poissons sont mis à jeun, là aussi pour des raisons pratiques (manipulations fréquentes), mais aussi physiologiques (ils ne s'alimentent pas ou peu) et environnementales (température basse). Les animaux subissent également, en fonction de leur date de ponte, un nombre de manipulation variable et une durée de jeûne plus ou moins longue. Ces deux éléments peuvent affecter leur niveau de stress, leur comportement de reprise alimentaire et en conséquence, leur reprise de croissance.

## Rappel des contextes scientifique et socio-économique

Au démarrage du projet, l'évolution des tissus musculaires au cours de la gamétogénèse des poissons était déjà largement décrite, de même que l'impact de la maturation sexuelle sur la qualité des produits. Les changements rapportés concernent la composition des filets avec une baisse de la teneur en protéines et en lipides. Ces changements affectent logiquement de façon attendue la qualité nutritionnelle des filets, directement dépendante de la composition du muscle, mais aussi l'ensemble des qualités sensorielles. Ainsi une détérioration de la couleur des filets (associée à une baisse de la teneur en pigments caroténoïdes), de leur texture, mais également de leur flaveur a pu être mesurée (Aksnes et al., 1986; Torrissen & Naevdal, 1988; Bjerkeng et al., 1992). Les mécanismes cellulaires et moléculaires qui sous-tendent ces changements de qualité ne sont pas élucidés. La maturation sexuelle, souvent associée à un jeûne des poissons, conduit à un arrêt de la croissance musculaire, une évolution du type métabolique des fibres musculaires sans altération de leurs propriétés contractiles, et à une protéolyse (Kiessling et al., 1990; Kiessling et al., 1995; Roura & Crupkin, 1995; Johnston et al., 2000a). L'organisation tridimensionnelle (structure) du tissu musculaire est également affectée aussi

bien au niveau des fibres musculaires elles-mêmes que du tissu conjonctif de soutien, ce qui pourrait expliquer l'altération de la qualité des produits, en particulier de la fermeté (Ito et al., 1992; Reid et al., 1993). Enfin, des analyses transcriptomiques récentes montrent que le métabolisme lipidique est également affecté par la maturation sexuelle chez la truite (Manor et al., 2015).

Si la période de maturation sexuelle, jusqu'à la ponte, avait été décrite, aucune étude ne décrivait la reconstruction musculaire qui lui succède, ni l'évolution de la qualité de la chair qui lui est associée. Nous nous interrogeons en particulier sur la cinétique de cette récupération et sur les facteurs clés qui assurent une restauration rapide de la qualité. Ces diverses questions n'avaient jamais été traitées hors quelques études suggérant que le statut nutritionnel des poissons au moment de la maturation pouvait être déterminant (Kadri et al., 1995; Aussanasuwannakul et al., 2011), Nous avons donc fait l'hypothèse que l'état physiologique des poissons au moment de la ponte, en termes de statut des réserves lipidiques et d'état nutritionnel, et la gestion de la période de ponte, en termes de durée de jeûne, de stress des poissons et de reprise alimentaire, conditionnent la reprise de croissance globale et musculaire post-ponte et la restauration de la qualité. Les résultats des expérimentations mises en place pour valider ces hypothèses devaient permettre d'élaborer des recommandations en termes de pratiques d'élevage, pouvant conduire à une commercialisation rapide des animaux avec une garantie de qualité des produits.

Ce projet s'inscrivait également dans un contexte de filière piscicole où la France est le deuxième producteur européen de truites élevées en eau douce avec près de 36 700 tonnes produites en 2015 (données CIPA). Le marché actuel s'oriente de plus en plus vers la production de grande truite (de 1 à 2 kg), commercialisée découpée fraîche, et de très grande truite (TGT, > 2,5kg) principalement destinée au fumage traditionnel à froid au bois de hêtre. Sur ce marché français, Bretagne Truite produit environ 3 000 tonnes de TGT dont environ 15% sont des poissons qui ont mûri sexuellement et produit des œufs saumurés de truite. Après l'ovulation, ces animaux sont remis en condition pour atteindre la taille commerciale et restaurer une qualité de chair compatible avec la transformation en filets fumés. Néanmoins la durée nécessaire de cette phase de croissance et les meilleures pratiques d'élevage de ces poissons pour garantir une bonne qualité des produits (rendement de transformation et qualités organoleptiques) n'étaient pas connues.

Aksnes, A., Gjerde, B., Roald, S.O., 1986. Biological, chemical and organoleptical changes during maturation of farmed Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Aquaculture*. 53, 7-20.

Aussanasuwannakul, A., Kenney, P.B., Weber, G.M., Yao, J.B., Slider, S.D., Manor, M.L., Salem, M., 2011. Effect of sexual maturation on growth, fillet composition, and texture of female rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) on a high nutritional plane. *Aquaculture*. 317, 79-88.

Bjerkeng, B., Storebakken, T., Liaaen-Jensen, S., 1992. Pigmentation of rainbow trout from start feeding to sexual maturation. *Aquaculture*. 108, 333-346.

Ito, K., Toyohara, H., Ando, M., Sakaguchi, M., 1992. Disintegration of the pericellular connective tissue of ayu muscle in the spawning season relevant to softening. *Nippon Suisan Gakkaishi*. 58, 1553.

Johnston, I.A., Alderson, R., Sandham, C., Mitchell, D., Selkirk, C., Dingwall, A., Nickell, D., Baker, R., Robertson, B., Whyte, D., Springate, J., 2000. Patterns of muscle growth in early and late maturing populations of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture*. 189, 307-333.

- Kadri, S., Metcalfe, N.B., Huntingford, F.A., Thorpe, J.E., 1995. What controls the onset of anorexia in maturing adult female Atlantic Salmon? *Functional Ecology*. 9, 790-797.
- Kiessling, A., Johansson, L., Kiessling, K.-H., 1990. Effects of starvation on rainbow trout - 1. Histochemistry, metabolism and composition of white and red muscle in mature and immature fish. *Acta Agriculturae Scandinavica*. 40, 309-324.
- Kiessling, A., Larsson, L., Kiessling, K.H., Lutes, P.B., Storebakken, T., Hung, S.S.S., 1995. Spawning induces a shift in energy metabolism from glucose to lipid in rainbow trout white muscle. *Fish Physiology and Biochemistry*. 14, 439-448.
- Manor, M.L., Cleveland, B.M., Weber, G.M., Kenney, P.B., 2015. Effects of sexual maturation and feeding level on fatty acid metabolism gene expression in muscle, liver, and visceral adipose tissue of diploid and triploid rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Comparative Biochemistry and Physiology B-Biochemistry & Molecular Biology*. 179, 17-26.
- Reid, R.A., Durance, T.D., Walker, D.C., Reid, P.E., 1993. Structural and chemical changes in the muscle of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) during spawning migration. *Food Research International*. 26, 1-9.
- Roura, S.I., Crupkin, M., 1995. Biochemical and functional properties of myofibrils from pre- and post-spawned hake (*Merluccius hubbsi* Marini) stored on ice. *Journal of Food Science*. 60, 269-272.
- Torrissen, O.J., Naevdal, G., 1988. Pigmentation of salmonids - Variation in flesh carotenoids of Atlantic salmon. *Aquaculture*. 68, 305-310.

## Rappel des objectifs du projet

Le projet QualipostOv visait à :

- 1) Etablir une description cinétique de l'évolution de la qualité après ovulation des produits issus de sites piscicoles conventionnels et « biologiques » de Bretagne Truite, et des lignées expérimentales INRAE élevées à la PEIMA pour explorer les bases génétiques et environnementales de la variabilité des phénotypes observés.
- 2) Identifier les facteurs déterminant de la reprise de croissance et de restauration de la qualité post-ponte en testant deux leviers :
  - i) L'état des poissons en termes de réserves énergétiques au moment de la ponte (impact du niveau de rationnement avant la ponte et modèle de lignées divergentes sur leur teneur en lipides musculaires (lignées "grasse" et "maigre")).
  - ii) L'effet des pratiques de gestion de ponte (date de ponte, durée de jeûne, comportement des poissons).
- 3) Transférer et diffuser des pratiques d'élevage et de gestion des génitrices optimisant la reconstruction musculaire et la restauration post-ponte des qualités.

## Actions et Avancées du projet

Pour remplir ses objectifs, le projet était construit en 4 tâches, une tâche organisationnelle (tâche 0) pour le management du projet et 3 tâches opérationnelles consistant à :

- 1) Décrire la cinétique d'évolution de la qualité après ovulation – Tâche 1
- 2) Optimiser la qualité de la chair post ovulation par la maîtrise de la période de péri-ovulation – Tâche 2
- 3) Transférer et diffuser des pratiques optimisées – Tâche 3

### Tache 0 - Management du projet

L'objectif était de coordonner les partenaires pour réaliser l'ensemble des tâches du projet.

Le projet a été coordonné et animé par Florence Lefèvre, chercheuse dont l'activité porte sur la qualité des produits piscicoles au Laboratoire de Physiologie et Génétique (LPGP) à INRAE-Rennes. Il a mobilisé une quinzaine de personnes de cette unité. Le projet impliquait deux autres partenaires : 1) la Pisciculture Expérimentale INRAE des Monts d'Arrée (PEIMA) qui a mobilisé jusqu'à 10 personnes dans la mise en place et le suivi des expérimentations, les mesures de qualités des produits et la transformation des filets, et 2) Bretagne truite qui en plus de son directeur et d'un ingénieur qualité a impliqué cinq sites de production et les pisciculteurs à plusieurs reprises.

En plus des échanges informels réguliers, six réunions (Tableau 1) ont rassemblé les trois partenaires pour discuter les différentes étapes et actions du projet.

Tableau 1 : Date, lieu et objet des réunions de projet QualiPostOv.

| Date              | Lieu             | Durée | Objet                         |
|-------------------|------------------|-------|-------------------------------|
| <b>19/04/2018</b> | Rennes (35)      | 1 j   | Lancement du projet           |
| <b>18/06/2018</b> | Plouigneau (29)  | ½ j   | Discussions opérationnelles   |
| <b>13/11/2018</b> | Visio-conférence | ½ j   | Discussions opérationnelles   |
| <b>25/03/2019</b> | Sizun (29)       | 1 j   | Comité de pilotage            |
| <b>13/09/2019</b> | Rennes (35)      | ½ j   | Comité de pilotage            |
| <b>16/11/2021</b> | Sizun (29)       | 1 j   | Bilan / Conclusions du projet |

Le projet a également bénéficié de la visite, par les participants INRAE, des piscicultures adhérentes à la Coopérative Les Aquaculteurs Bretons, choisies pour les mesures de suivi poste-ponte de la qualité des produits. Une visite d'une pisciculture conventionnelle, produisant des truites diploïdes et triploïdes, et d'une pisciculture « bio » a ainsi été organisée en septembre 2018 pour préparer les mesures post-ponte 2018. D'autres visites ont été réalisées à l'automne 2019 dans les trois piscicultures concernées par les mesures post-ponte 2019, produisant des génitrices conventionnelles, « bio », et des truites triploïdes. Ces visites ont permis d'explicitier avec les producteurs les attendus des mesures de leurs poissons, et plus généralement du projet, et de préciser les conditions pratiques de prélèvements des poissons.

Un atelier d'échanges théoriques et pratiques autour des pratiques de gestion de la période de ponte et de récupération post-ponte a été organisé le 24 octobre 2019 à Plourin-Lès-Morlaix (29).

Un atelier de restitution des résultats du projet, à destination des pisciculteurs de Bretagne Truite, a été organisé le 18 juin 2019 à la PEIMA.

## Tache 1 - Description cinétique de l'évolution de la qualité après ovulation

### *Suivi de la souche expérimentale « Automnale » - ponte 2017*

Cette expérimentation est à la base de la réalisation du travail de thèse de Diane Ahongo, thèse cofinancée par INRAE-département Phase et la région Bretagne.

### Evolution post-ponte des qualités des produits

Le premier suivi des qualités post-ponte a été fait après la ponte de 2017 des « automnales ». Neuf points de mesures, depuis la ponte (t0) jusqu'à 33 semaines post-ponte ont été réalisés, incluant des mesures de qualités technologiques (rendements de découpe, rendement de salage-fumage, adiposité des carcasses) et de qualités organoleptiques (couleur, résistance mécanique) (Figure 1). Des témoins, poissons femelles de la même cohorte qui n'avaient pas pondu, ont également été mesurés au début et à la fin de l'expérimentation.

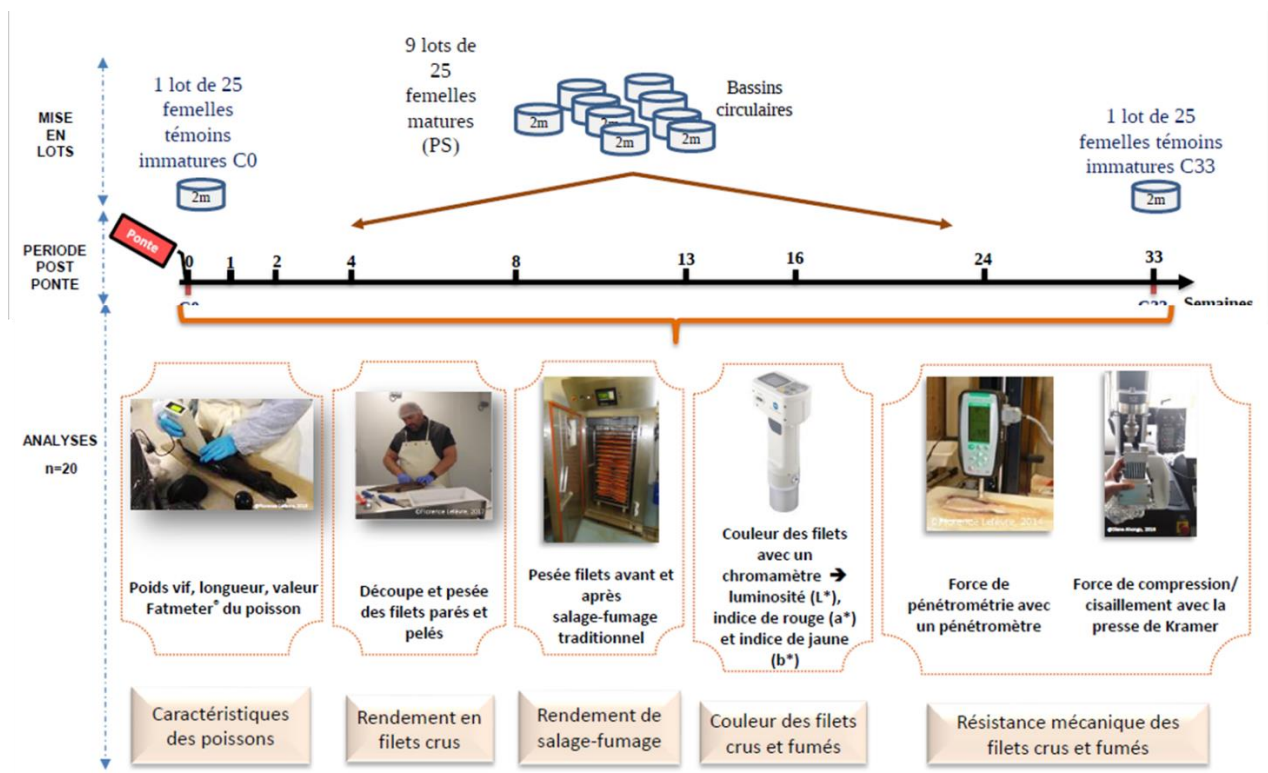


Figure 1 : Schéma du protocole expérimental et des mesures des qualités sur l'expérimentation « Automnale 2017 ».

Nous avons pu mesurer que les poissons étaient, avec le temps post-ponte, de plus en plus gros (poids  $\nearrow$ ), de plus en plus « compacts » (coefficient de condition = Poids/Longueur<sup>3</sup>  $\nearrow$ ) et avait des niveaux d'adiposité (Mesure Fat-meter®) de plus en plus élevés (Figure 2).

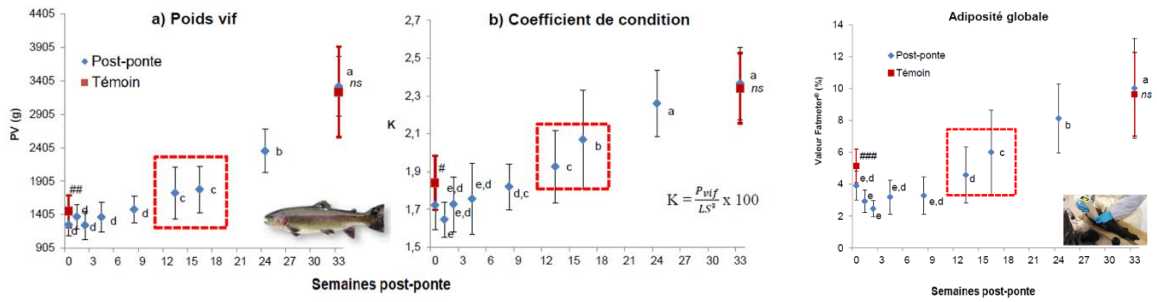


Figure 2 : Evolution post-ponte du poids, du coefficient de condition et de l'adiposité des truites.

Les rendements en filets et le rendement de salage fumage a également augmenté après la ponte jusqu'à des valeurs similaires à celles obtenues pour les poissons témoins qui n'ont pas pondus (Figure 3)

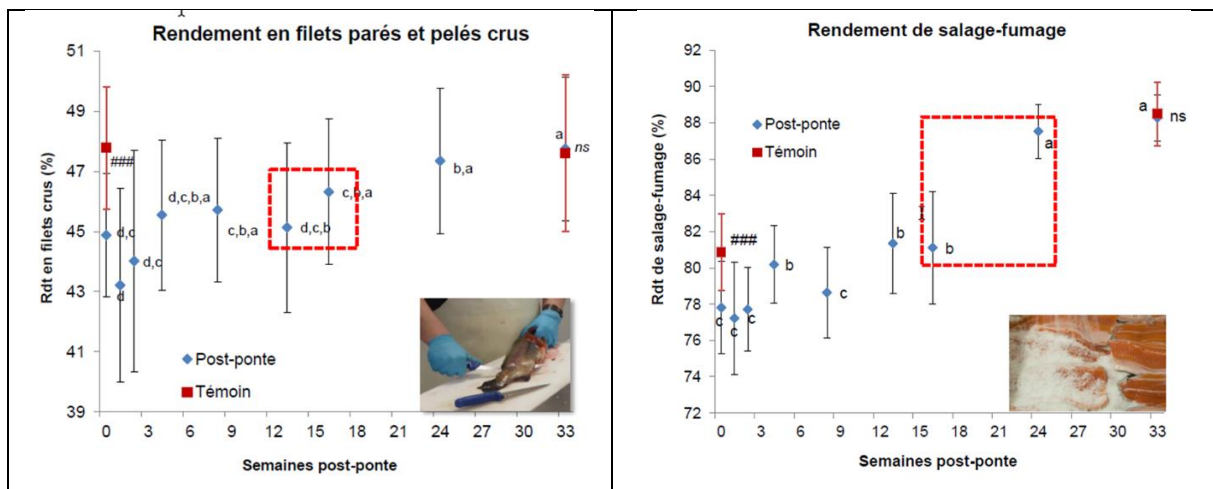


Figure 3 : Evolution post-ponte des rendements en filets et du rendement de salage-fumage.

La couleur des filets, évaluée avec un chromamètre, a fortement évoluée, avec une baisse progressive de la luminosité des filets et une augmentation des composantes rouge (a\*) et jaune (b\*). Cette évolution est mesurable aussi bien sur les filets crus que sur les filets fumés (Figure 4). Une illustration visuelle par des photos de filets de cette évolution est présentée dans la figure 5.

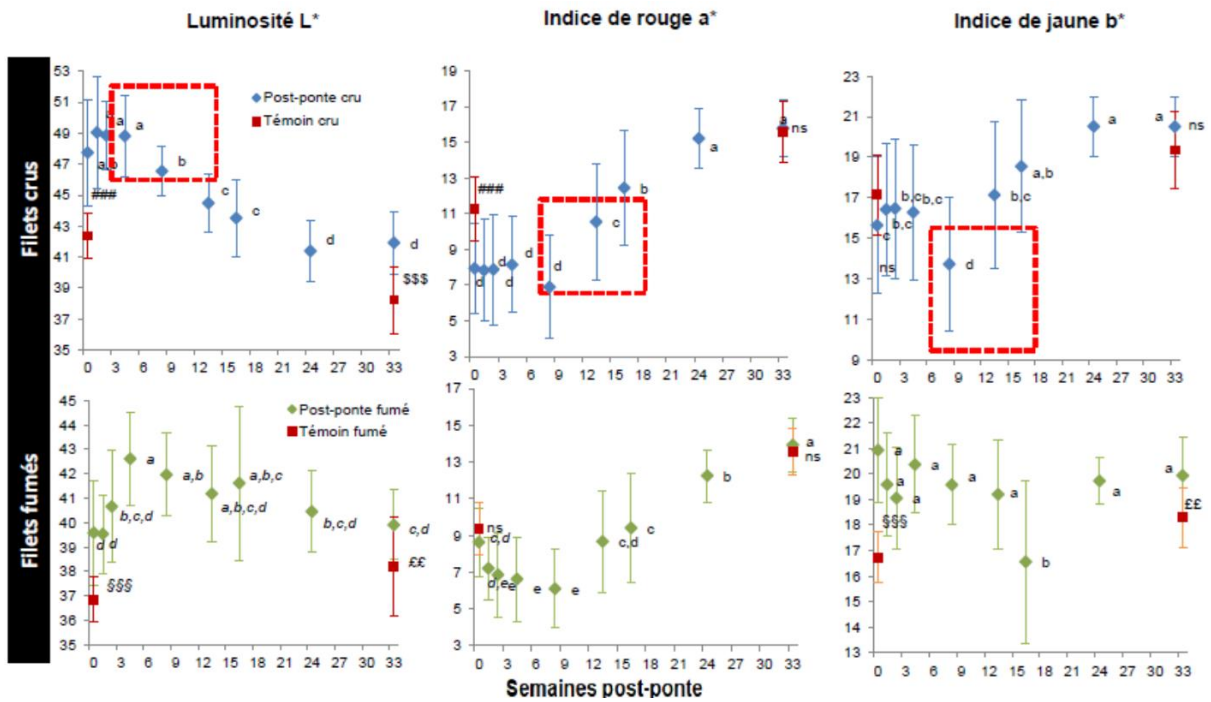


Figure 4 : Evolution post-ponte de la couleur des filets crus et fumés.

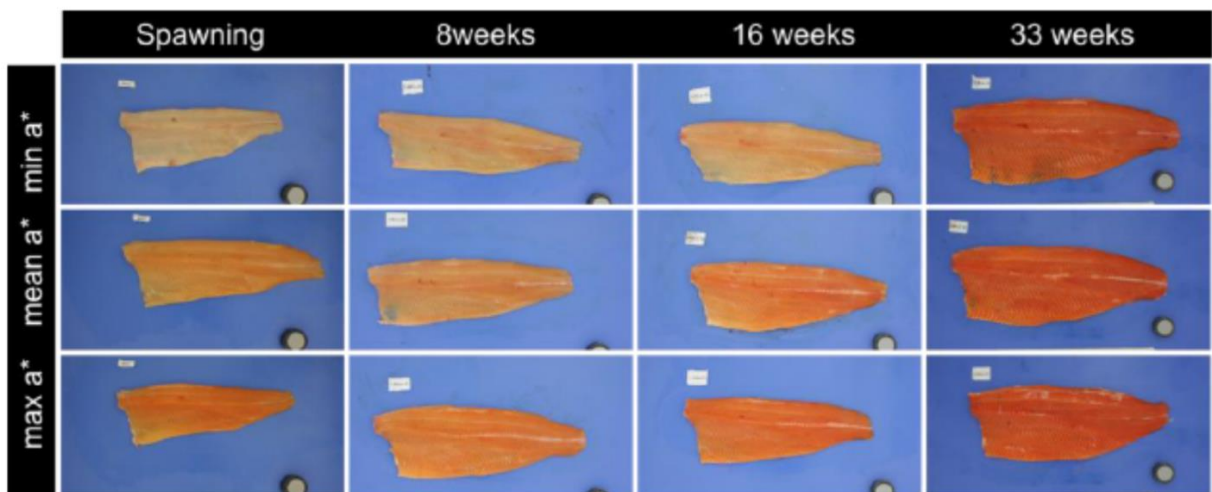


Figure 5 : Illustration de la variabilité de couleur rouge (a\*) des filets et de son évolution après la ponte.

La résistance mécanique (fermeté) des filets crus et fumés diminue fortement dans les mois qui suivent la ponte (Figure 6).

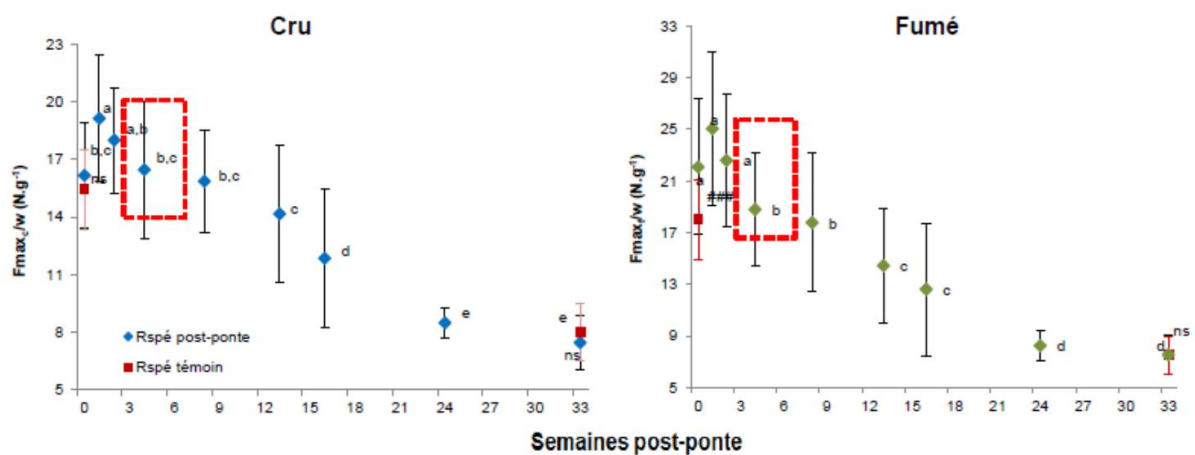


Figure 6 : Evolution post-ponte de la résistance mécanique (fermeté) des filets crus et fumés.

En conclusion, ce travail a permis de d'objectiver expérimentalement pour la première fois la restauration de la qualité des produits après la ponte. Nous avons confirmé que les qualités des produits sont généralement altérées au moment de la ponte, mais nous avons aussi observé une forte variabilité entre les individus des paramètres de qualité. La restauration post-ponte des qualités est associée à une forte croissance post-ponte des poissons et à une restauration des réserves adipeuses. La période de restauration de la qualité ne commence pas avant 4 semaines post-ponte, et est assez longue puisqu'il faut attendre 24 semaines (1400 °xj) pour restaurer l'ensemble des qualités.

### Evolution post ovulation de la morphologie des poissons

La croissance et la morphologie des truites est fortement altérée par l'ovulation, nous avons examiné comment la morphologie des truites évoluait lors de la phase de récupération post ovulation. A partir des photos des poissons issus de chaque groupe (témoins et post-ov), 15 points morphologiques (Figure 7) ont été numérisés et une analyse en morphométrie géométrique a été réalisée.

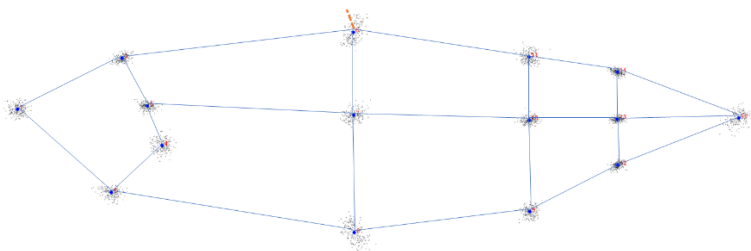


Figure 7 : Positionnement des points de morphologie pour l'analyse de morphométrie

L'analyse canonique permet de montrer que 54% de la variance est portée sur l'axe1 et que cet axe permet de bien séparer les différents groupes de poissons. Il apparaît ainsi que les lots Ov, 1 semaine, 2 semaines, 1 mois et 2 mois sont très proches, ce n'est qu'à partir du troisième mois que les animaux présentent une morphologie différente qui ressemble à celle des témoins. La morphologie évolue ensuite jusqu'à 8 mois ou cette fois elle n'est plus différente de celle des témoins (Figure 8). La modélisation graphique de la morphologie sur cet axe montre que les poissons présentent un fort



développement des masses dorsales et ventrales en hauteur mais un développement moins important de la tête. Les poissons sont alors plus trapus à 8 mois par rapport aux ovulés.

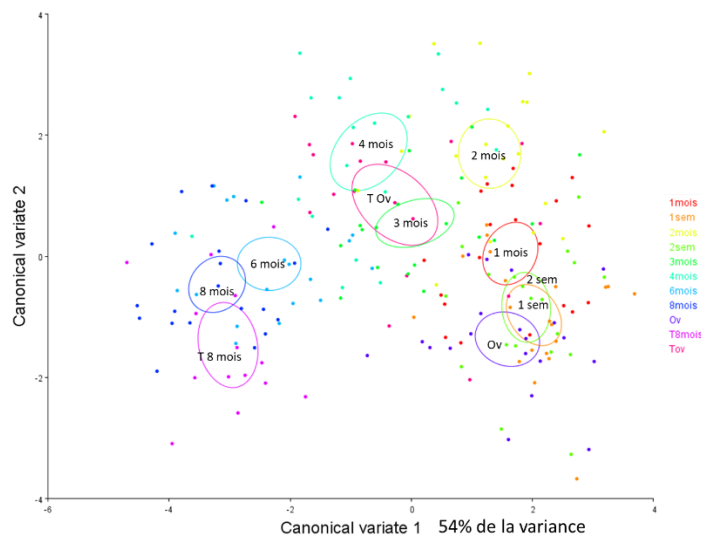


Figure 8 : Analyse canonique des variables caractéristiques de la conformation qui distinguent le mieux les groupes

L'évolution de la morphologie est étroitement liée à la croissance des poissons, lorsque l'on analyse la morphologie après avoir corrigé par les relations d'allométrie, seul 34% de la variance est expliqué par l'axe 1 et les groupes sont très peu séparés les uns des autres.

La croissance observée lors de la période post-ponte s'accompagne donc d'une phase de récupération de la morphologie d'un poisson n'ayant pas ovulé suivie d'une évolution de la morphologie liée à l'allométrie de croissance.

### Développement post ovulation des tissus musculaires et adipeux

La quantification de la surface des tissus musculaires et adipeux a été réalisée à partir des images de demi-darner sur l'ensemble des lots. A l'ovulation les poissons présentent une surface de darne inférieure par rapport aux témoins mais une proportion de tissu adipeux comparable. Une augmentation significative de la surface totale de la darne est observée à partir du 3<sup>ème</sup> mois post ov, à 8 mois aucune différence n'est observée avec les témoins. Une augmentation de la proportion de tissu adipeux sous cutané est également observé à partir de 3 mois, elle devient équivalente à celle des témoins à 8 mois (Figure 9).

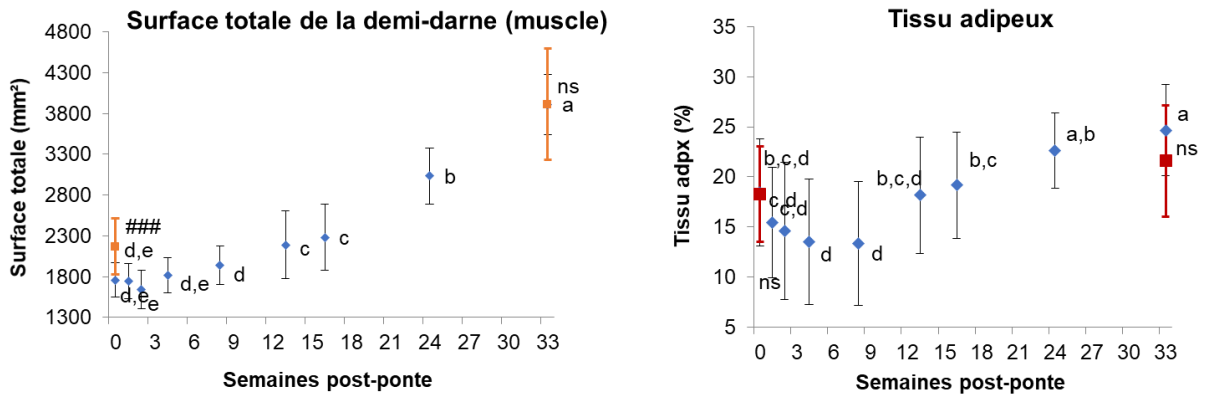


Figure 9 : Evolution de la surface musculaire et de la proportion de tissu adipeux

La reprise de croissance s'accompagne d'une croissance musculaire et d'une augmentation de l'adiposité des poissons.

### Evolution post ovulation de la taille des fibres du muscle blanc

La taille des fibres musculaires a été analysée en microscopie après coupe et coloration des lames avec le colorant de Rojkind sur les lots Ov (T0), 2, 4 et 8 mois ainsi que sur les témoins.

Au moment de la ponte les poissons présentent un diamètre de fibres inférieurs aux témoins, à partir de 4 mois le diamètre moyen des fibres augmente et à 8 mois il est supérieur au témoin. Cette augmentation du diamètre ne s'accompagne pas d'une augmentation du nombre total de fibre (Figures 10 et 11). La distribution des fibres montre une diminution de la proportion des petites fibres en post ov et une augmentation de la proportion de fibres de grandes taille (>120µm) avec même la présence de fibres de très grand diamètre (>180 µm).

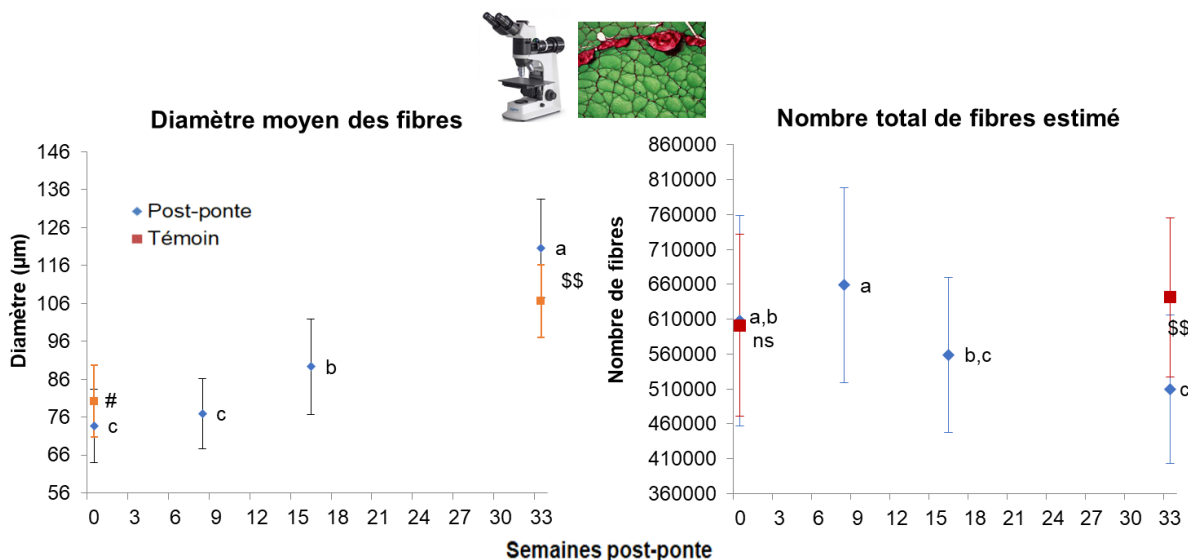


Figure 10 : Evolution de la taille et du nombre de fibres musculaires

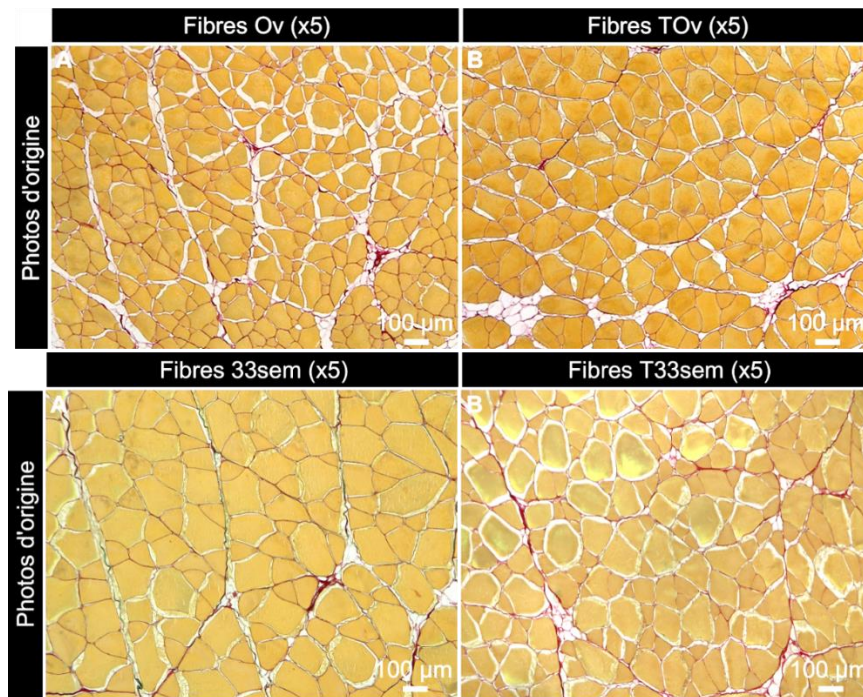


Figure 11 : Illustration de l'évolution de taille des fibres musculaires

La reprise de croissance musculaire se traduit au niveau cellulaire par un mécanisme d'hypertrophie des fibres qui ne semble pas associé à de l'hyperplasie.

### Transcriptome musculaire associé à la restauration post-ponte de la qualité

La qualité de la chair de la truite est fortement altérée après ovulation. Nous avons montré que cette altération est réversible et que la restauration de la qualité de la chair est corrélée à une reprise de la croissance du muscle axial se traduisant par une phase d'hypertrophie des fibres musculaires et un engraissement du tronc. Afin de caractériser les mécanismes biologiques mobilisés pour la reconstruction du muscle et la restauration de la qualité de la chair nous avons cherché à identifier les gènes dont l'expression variait après ovulation. L'étude du transcriptome musculaire au moyen de biopuces à oligonucléotides a permis de montrer que ce sont près de 3500 gènes qui sont différemment exprimés entre l'ovulation et la restauration complète du muscle. Le regroupement des gènes différemment exprimés en fonction de leur patron temporel d'expression fait apparaître 4 types de regroupements (Figures 12 et 13).

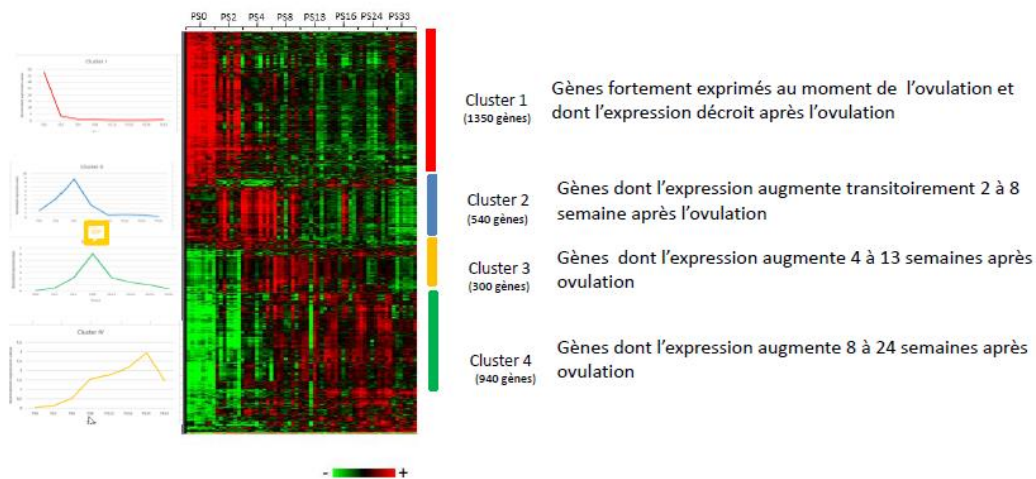


Figure 12 : Regroupement des gènes différemment exprimés en fonction de leur patron temporel d'expression.

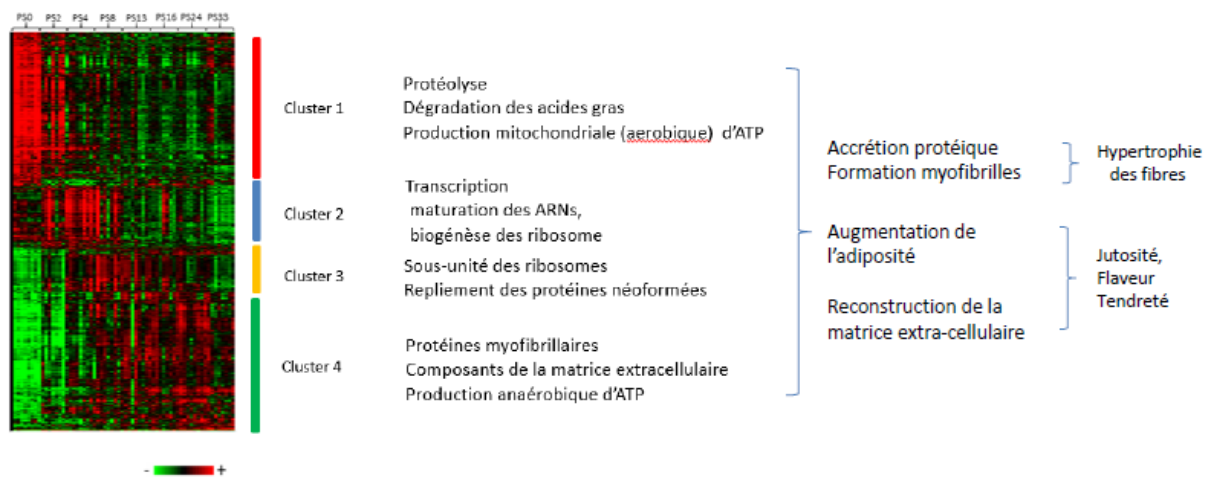


Figure 13 : Enrichissement fonctionnel des gènes formant les clusters 1-4.

Un premier groupe (1500 gènes) englobe les gènes fortement exprimés à l'ovulation mais dont l'expression décroît progressivement après ovulation. Les gènes contenus dans ce premier groupe sont impliqués dans le catabolisme des protéines et des acides gras ainsi dans la production mitochondriale de l'ATP. Un deuxième groupe (550 gènes) contient des gènes présentant un pic d'expression 4 semaines après ovulation et majoritairement impliqués dans la biogénèse des ribosomes, la transcription, la maturation et la traduction des ARN messagers. Un troisième groupe (300 gènes) présentant un pic d'expression 8 semaines après ovulation inclut des gènes ribosomiques ou réalisant le repliement des protéines néosynthétisées. Enfin, un quatrième groupe (1000 gènes) avec un pic d'expression 24 semaines après ovulation est enrichi en gènes codant des protéines myofibrillaires et des protéines de la matrice extracellulaire ou encore des gènes impliqués dans la production glycolytique de l'ATP.

Au total, les gènes différemment exprimés au cours de la période post-ovulatoire sont des gènes qui régulent les activités métaboliques liées à l'accrétion protéique dans les myofibrilles, l'accumulation des lipides dans le muscle ou encore des gènes impliqués dans la reconstruction de la matrice

extracellulaire musculaire. Ces différentes fonctions biologiques sont cohérentes avec la restauration de la qualité du muscle observée après ovulation.

### *Suivi post-ponte de la souche expérimentale « Printanière » et des lignées sélectionnées « Grasse » et « Maigre » - ponte 2021*

Voir tache 2 sur l'impact du niveau de réserves corporelles.

### *Suivi des poissons des piscicultures de Bretagne Truite*

En complément du phénotypage fin de nos lignées expérimentales, nous avons mesuré l'évolution de la qualité après la ponte de truites de différents producteurs de « Bretagne Truite ». Au-delà de la comparaison de poissons d'origine génétique différente, l'objectif était d'évaluer un éventuel impact du système de production sur la restauration post-ponte des qualités. Nous avons ainsi comparé des femelles diploïdes post-ponte issues de système de production conventionnel (C2n) et « bio » (Bio), que nous avons comparées à des poissons triploïdes (C3n) stériles. Ces mesures ont été réalisées sur deux années consécutives après les pontes de novembre 2018 et 2019.

Les mesures de qualités sont similaires à celles précédemment décrites. Un phénotypage complet des produits crus et fumés a été réalisé en 2018-2019, tandis que seules les qualités évaluées juste après l'abattage ont été mesurées en 2019-2020.

Les mesures de l'état des poissons (Figure 14) montrent que les poissons étaient, au moment de la ponte, très différents entre les différents sites, et entre les deux années. Ceci peut être dû à de réelles différences environnementales et de pratiques entre sites, mais aussi à des problèmes d'échantillonnage dus à la difficulté de prélever un petit groupe d'individus pour des mesures dans une « bande » d'élevage commercial. Nous avons pu néanmoins retrouver une augmentation, après la ponte, du poids des poissons mesurés, de leur coefficient de condition et de leur adiposité. Nous avons également remarqué que cette évolution était plus rapide après la ponte 2018, qu'après celle de 2019, ce qui peut être dû à des différences d'état des poissons (poids, niveau de réserves corporelles, ...) entre les sites ou à des profils thermiques différents entre les deux années. En 2018, les poissons témoins triploïdes avaient un coefficient de condition et une adiposité supérieure au moment de la ponte, mais plus aucune différence entre les trois groupes n'était à noter sur ces paramètres dès 15 semaines post-ponte. Par contre, en 2019, les témoins triploïdes étaient plus gros et plus gras que les truites post-ponte même après 16 semaines post-ponte. Par ailleurs, nous n'avons pas observé d'impact majeur du système de production, « bio » ou conventionnel, sur l'évolution post-ponte des qualités.

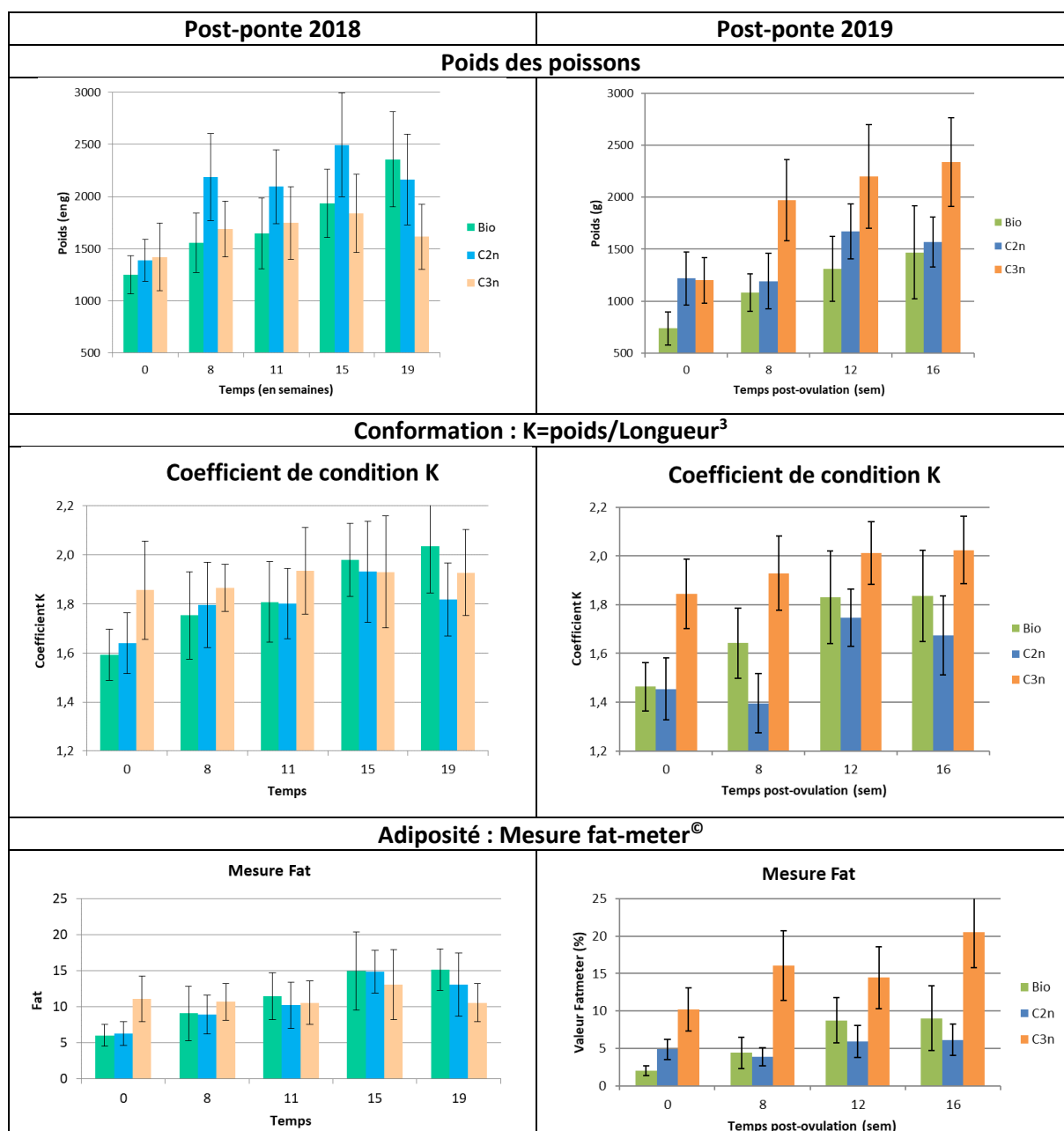


Figure 14 : Poids, conformation et adiposité des poissons post-ponte des sites de production de Bretagne Truite, mesurés après les pontes de 2018 et de 2019.

Les mesures des poissons de Bretagne Truite confirment que la proportion de viscères des poissons au moment de la ponte est très faible, de l'ordre de 4% du poids du poisson (Figure 15). Elle augmente ensuite rapidement pendant la période de récupération post-ponte pour rejoindre des valeurs proches du contrôle environ 12 semaines après la ponte. On a pu également mesurer une augmentation de la proportion des filets après la ponte, qui rattrape celle des témoins dès 8 semaines post-ponte en 2018, ce qui n'a pas été le cas en 2019, même après 16 semaines post-ponte (Figure 15). Les rendements de transformation, pour le salage-fumage des filets, mesurés en 2018, augmente également après la ponte, jusqu'à obtenir des valeurs similaires au témoin pour les lots « bio » et conventionnels 15 semaines après la ponte (Figure 15).

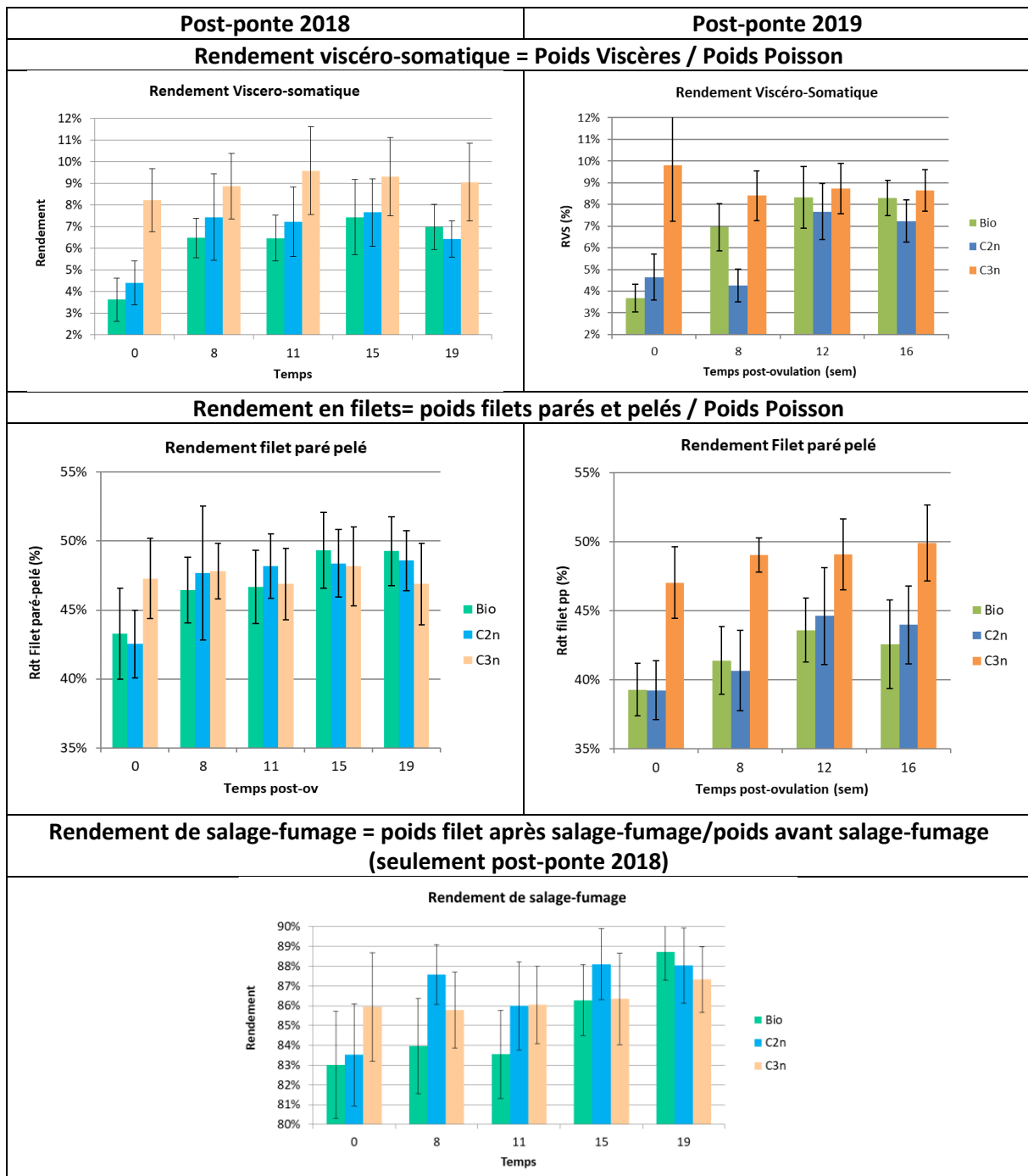


Figure 15 : Evolution des rendements en viscères, en filets parés-pelés et du rendement de salage-fumage.

Comme pour les poissons des lignées expérimentales, une forte évolution de la couleur des filets a pu être mesurée après la ponte (Figure 16). La valeur moyenne luminosité ( $L^*$ ) des filets, très forte au moment de la ponte, diminue rapidement après la ponte, tandis que les valeurs des composantes de couleurs rouge et jaune ( $a^*$  et  $b^*$ ) augmentent. Cette évolution est illustrée dans la figure 17 où l'on remarque, au moment de la ponte, des filets totalement dépigmentés aussi bien pour les lots conventionnels que pour les lots « bio ». On peut noter, comme pour les paramètres précédents, une différence entre les 2 années de suivi, avec une récupération plus rapide après la ponte 2018, et une

restauration partielle de la couleur des filets des truites issus de l'élevage conventionnel, même après 16 semaines post-ponte 2019.

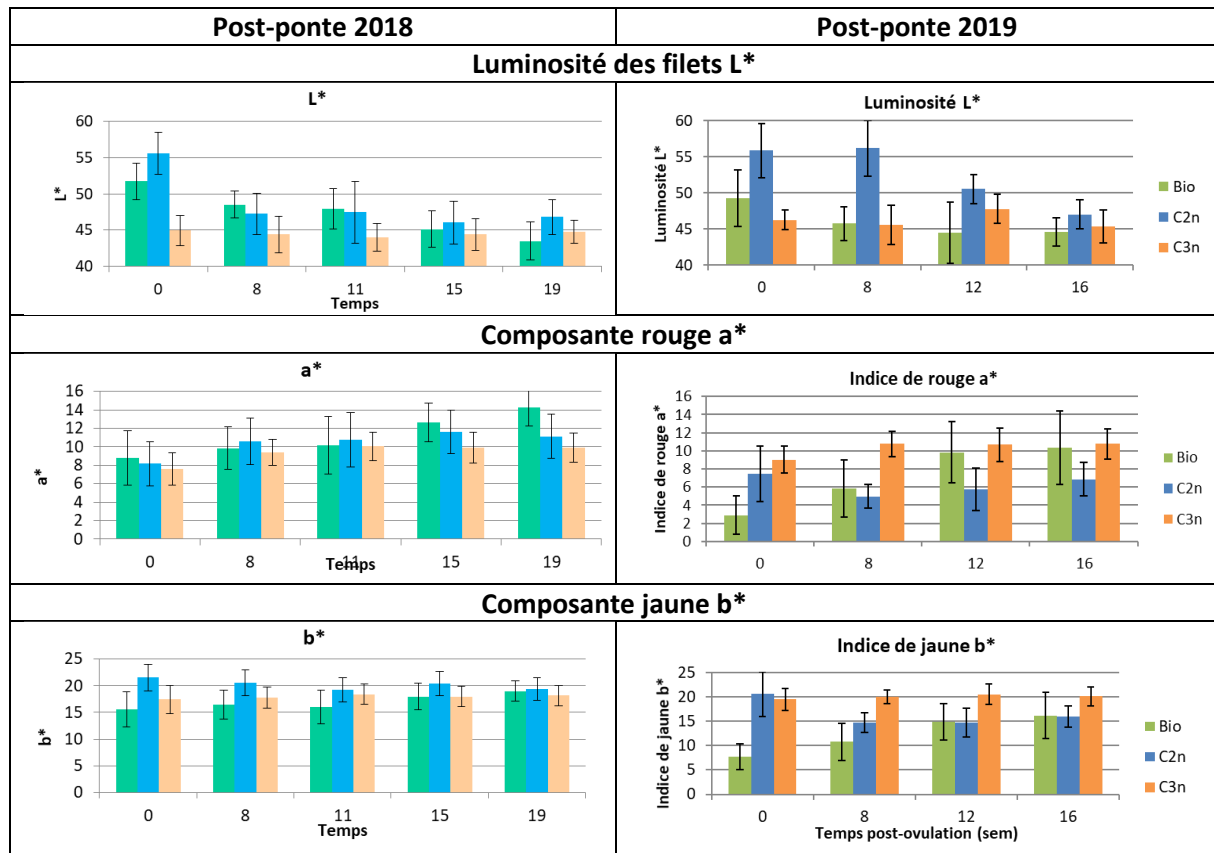


Figure 16 : Evolution de la couleur des filets, mesurée juste après l'abattage

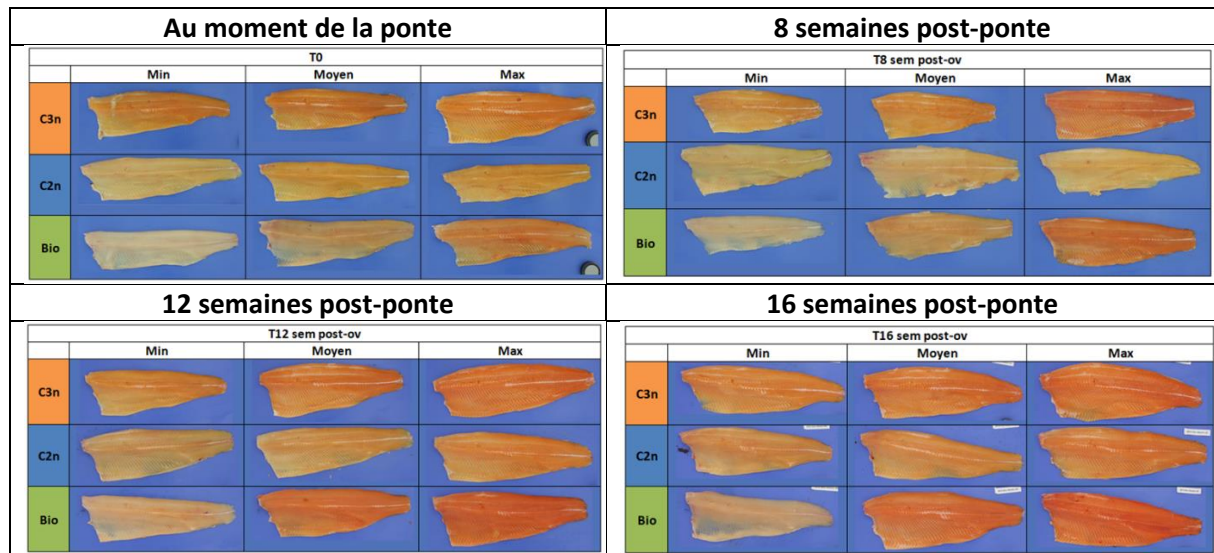


Figure 17 : Illustration de l'évolution de la couleur des filets après la ponte 2019

La mesure instrumentale de la fermeté des filets (Figure 18) montre également des différences entre les 2 années, avec une très forte baisse post-ponte de la résistance mécanique en 2018 qui n'est pas retrouvée de façon aussi marquée en 2019. On retrouve, pour ce paramètre, des valeurs similaires au témoin dès 11 semaines post-ponte en 2018, alors qu'en 2019 seules les 'bio' ont retrouvées des



valeurs similaires au témoin après 12 semaines post-ponte en 2019 tandis que les conventionnelles gardent des valeurs de résistance mécanique supérieures même après 16 semaines post-ponte.

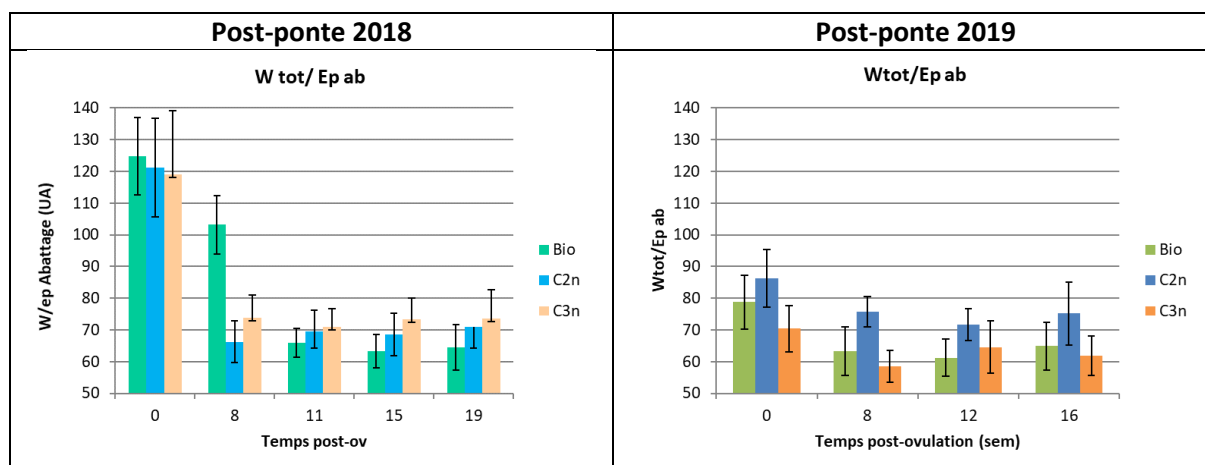


Figure 18 : Evolution de la résistance mécanique des filets, mesurée juste après l'abattage

En conclusion, les mesures post-ponte des poissons de Bretagne Truite ont montré une évolution similaire à celle décrite sur les poissons des lignées expérimentales, à savoir, après la ponte, une reprise de croissance des poissons associée à la restauration des réserves adipeuses. Ces deux éléments participent à la restauration des rendements de découpe et de salage-fumage, de la couleur des filets et à une baisse progressive de la résistance mécanique de filets. La cinétique d'évolution semble un peu plus rapide pour la ponte de 2018. D'ailleurs, après la ponte 2019, des poissons de qualité très dégradée au moment de la ponte n'ont pas réalisé une restauration complète des qualités des produits même après 4 mois de « récupération ». La comparaison de systèmes d'élevage « bio » et conventionnelle diffère entre les deux années, montrant que l'effet « site d'élevage » est plus impactant que le système à proprement parlé. Pour répondre à la question de la qualité finale des produits post-ponte, on a pu mesurer que, après la phase de restauration, la couleur et la résistance des filets des truites post-ponte étaient similaires à celles des poissons témoins triploïdes, standard de qualité des truites de grande taille destinées à la fumaison.

#### Conclusions de la Tâche 1 :

Les différents travaux réalisés pour décrire l'évolution des qualités après la ponte sont concordants et démontrent que la restauration des qualités des produits (amélioration des rendements de découpe et de salage-fumage, restauration de la couleur et de la texture) est associée à une reprise de croissance des truites et à la restauration des réserves adipeuses.

La cinétique de restauration est quant à elle variable puisque la restauration de l'ensemble des qualités mesurées a pu être observées après 12 à 24 semaines post-ponte, selon les expérimentations. Cette durée nécessaire pour la restauration peut être liée aux conditions thermiques, mais aussi à l'état intrinsèque des truites au moment de la ponte.

## Tache 2 – Optimisation de la qualité de la chair post-ovulation par la maîtrise de la période de péri-ovulation

Après la phase de description de l'évolution post-ponte des qualités, nous avons cherché à identifier quelques facteurs pouvant impacter la restauration post-ponte des qualités.

### *Optimiser l'état des poissons au moment de l'ovulation*

Pour tester le possible impact de l'état corporel des poissons au moment de la ponte sur la restauration des qualités, nous avons mis en place deux expérimentations. L'une a consisté à tester l'effet du niveau de rationnement des poissons avant la ponte, tandis que l'autre s'appuyait sur le modèle expérimental de lignées divergentes sur la teneur en gras sous-cutané et intra-musculaire, pour évaluer l'impact de niveau de réserves corporelles des truites.

### Effet du rationnement avant la ponte

L'effet du taux de rationnement avant la ponte a été testé sur la souche expérimentale automnale de la PEIMA. Des truites de la cohorte 2017 ont été soumises à deux niveaux de rationnement, 80% ou 100% de la table, pendant 5-6 mois avant leur première ponte à l'automne 2019. Des mesures des qualités ont ensuite été réalisées sur ces deux groupes au moment de la ponte, puis après 9 semaines et 18 semaines post-ponte avec des poissons renourris à satiété (Figure 19).

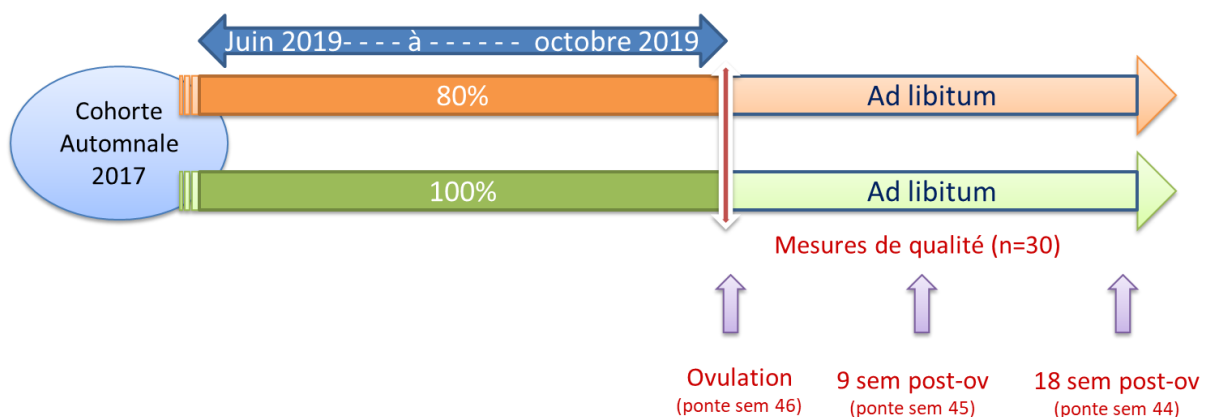


Figure 19 : Schéma expérimental pour tester l'effet du niveau de rationnement avant la ponte sur la restauration des qualités après la ponte.

L'état des poissons pour ces différentes mesures est présenté dans la figure 20. Les poissons rationnés ont au moment de la ponte un poids logiquement inférieur, mais pas de différence de conformation (même valeur de coefficient de condition K), et ont une adiposité un peu plus faible ( $p < 0.1$ ). Après une période de restauration post-ponte, les poissons qui ont été rationnés avant la ponte, gardent un poids inférieur, mais sans différence de conformation. Neuf semaines après la ponte, les poissons ayant été rationnés pré-ponte ont une adiposité supérieure au poissons témoins, mais plus aucune différence n'est mesurée à 18 semaines post-ponte.

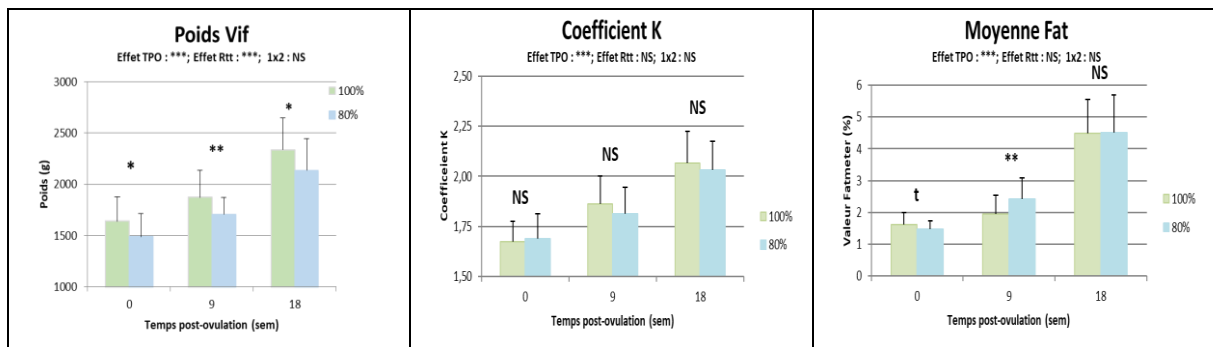


Figure 20 : Impact du taux de rationnement avant la ponte sur les caractéristiques des truites, poids, conformation (coefficient de condition  $K = \text{poids}/\text{Longueur}$ ) et adiposité (mesure fat-meter®), à différents temps post-ponte.

Le rendement de carcasse mesuré juste après la ponte était similaire pour les poissons restreints et témoins (Figure 21). Par contre à 9 semaines post-ponte, les poissons restreints avaient un rendement en carcasse inférieur aux témoins, probablement en lien avec une adiposité péri-viscérale plus importante. Aucune différence de rendement carcasse n'a été observée entre les deux groupes à 18 semaines post-ponte. Le poids de gonades (en % du poids de l'animal) était globalement plus faible chez les poissons restreints que sur les témoins, tandis que le rendement en filets n'a pas été affecté par la restriction alimentaire. Par contre le rendement de salage-fumage était plus élevé pour les poissons restreints juste après la ponte, mais significativement plus faible 18 semaines après la ponte.

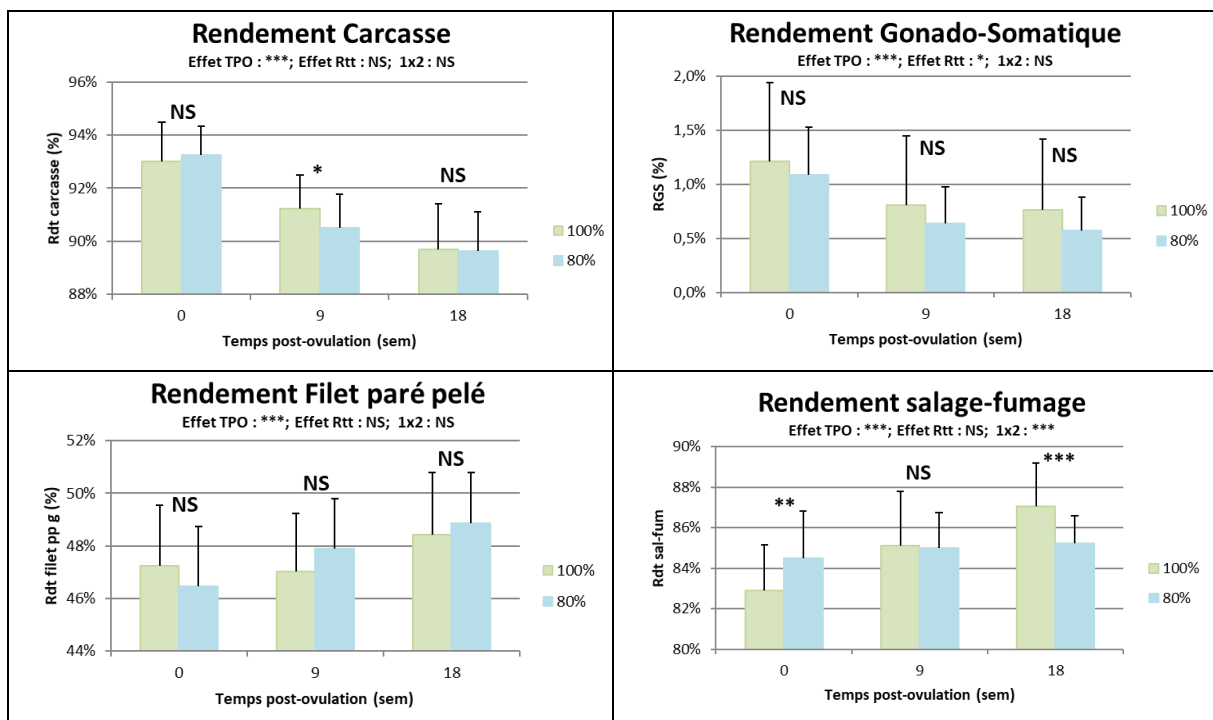


Figure 21 : Impact du taux de rationnement avant la ponte sur les rendements de découpe et de salage-fumage à différents temps post-ponte.

La couleur des filets crus a été peu affectée par le rationnement des poissons avant la ponte (Figure 22). Par contre des différences ont pu être observées sur les filets fumés. Les filets fumés des poissons

rationnés avant la ponte étaient plus lumineux et moins pigmentés au moment de la ponte, mais inversement moins lumineux et plus pigmentés après 18 semaines de récupération post-ponte.

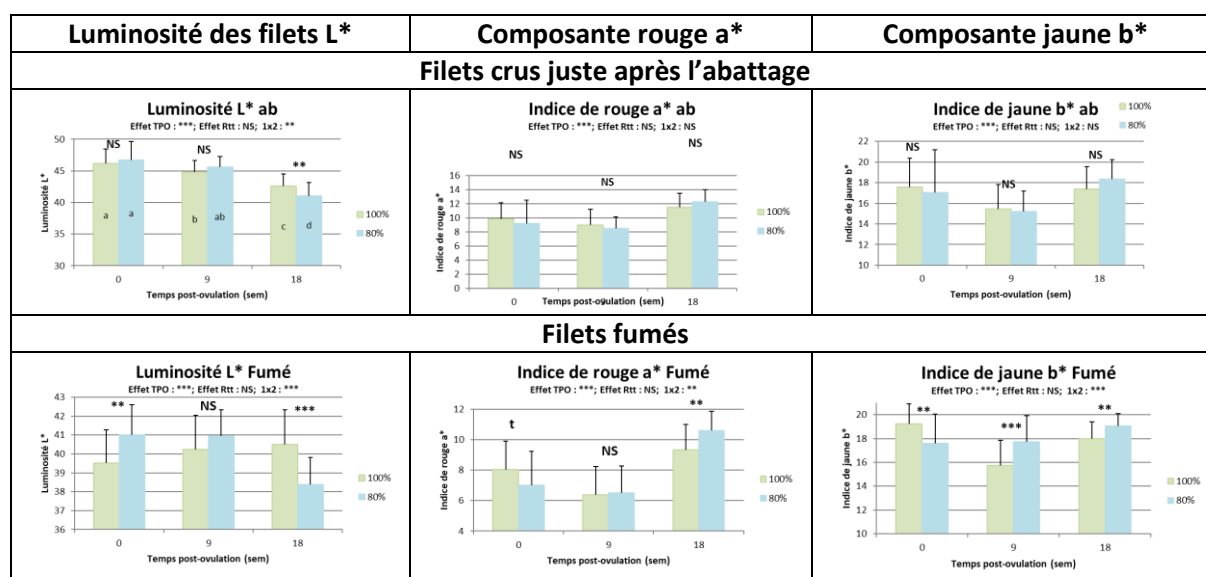


Figure 22 : Impact du taux de rationnement avant la ponte sur la couleur des filets crus et fumés à différents temps post-ponte.

Le niveau de rationnement avant la ponte a eu peu d'effet sur la résistance mécanique des filets crus mesurée juste après l'abattage. Par contre, La résistance mécanique des filets crus mesurée à deux jours *post-mortem* étaient plus élevée pour les poissons restreints au moment de la ponte, mais aucune différence n'a été notée après 9 et 18 semaines de récupération post-ponte. Sur les filets fumés, seules de petites différences de résistance mécanique ont pu être observées entre les deux groupes, et pas toujours cohérentes entre les deux outils de mesure (Tableau 2).

Tableau 2 : Bilan de l'effet du rationnement sur la résistance mécanique des filets crus, juste après l'abattage et 48h après) et fumés, mesurée par pénétrométrie ou avec la presse de Kramer.

|                     | Test de pénétrométrie |                          | Presse de Kramer      |                            |
|---------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|----------------------------|
|                     | Paramètre brut : Fmax | Paramètre pondéré : W/Ep | Paramètre brut : Fmax | Paramètre pondéré : Fmax/P |
| Filet cru à J0      | < à 18s               | NS                       | NE                    | NE                         |
| Filet cru après 48h | > à 0s                | > à 0s                   | > à 0s                | > à 0s                     |
| Filet fumé          | < à 0s, > à 18s       | < à 0s, > à 18s          | < à 9s                | < à 9s                     |

NE = non évalué. NS = non significatif (pas d'effet). Le sens de variation, < ou >, indique pour les poissons restreints à 80% par rapport aux poissons nourris à 100% de la ration.

Pour conclure, le rationnement des poissons à 80% de la table d'alimentation, pendant plus de 4 mois avant la ponte, a un peu impacté les caractéristiques des poissons au moment de la ponte (poids inférieur mais conformation et rendements similaires) et n'a pas affecté la cinétique de restauration de la qualité post-ponte. On peut d'ailleurs noter que l'on retrouve dans cette expérimentation la même évolution post-ponte des qualités que celle décrite précédemment dans la tâche 1.

## Effet du niveau de réserves corporelles – modèle des lignées grasses et maigres

Pour tester l'hypothèse que l'impact de la ponte sur les qualités et/ou la restauration de ces qualités pouvait dépendre du niveau de réserves corporelles des poissons au moment de la ponte, nous avons mis en place une expérimentation sur les lignées divergentes sur la teneur en lipides sous-cutanés et musculaire de la PEIMA. Nous avons donc mesuré les paramètres de qualités post ponte de la lignée printanières (PRN), dont sont issues ces lignées, et des lignées grasses (GRA) et maigres (MAI), obtenues par 7 générations des sélections divergentes sur leur niveau d'adiposité évalué par le Fat-meter®. Quatre points de mesures des qualités ont été réalisés sur ces trois lignées, au moment de la ponte (Ov) et à 4, 8 et 14 semaines post-ponte (Figure 23). Des témoins immatures de la même cohorte, n'ayant pas pondu, ont été mesurés au moment de la ponte (t0) et à la fin de l'expérimentation (t14sem).

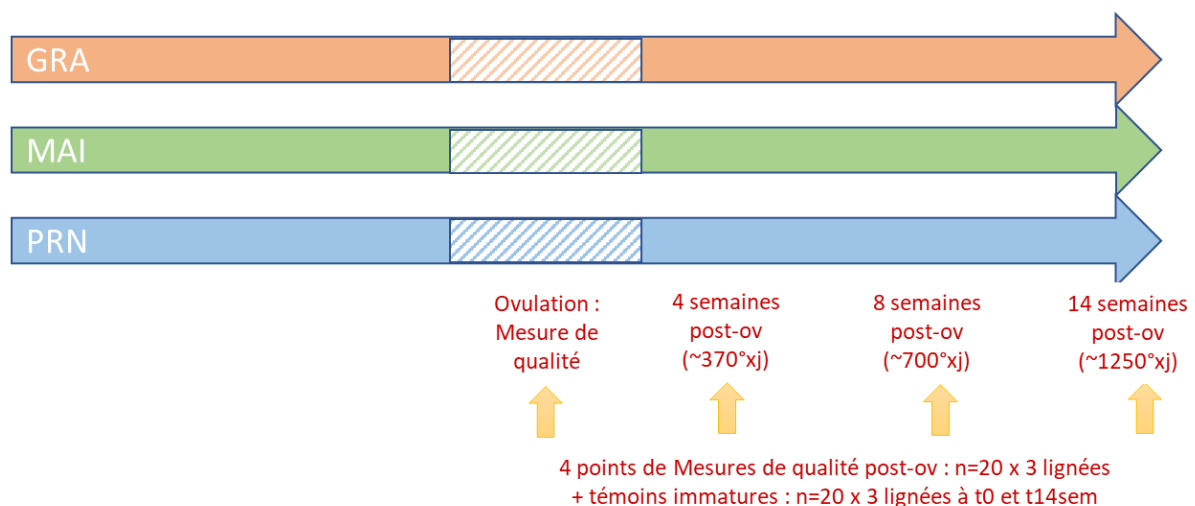


Figure 23 : Schéma expérimental pour tester l'impact de l'adiposité corporelle sur les qualités au moment de la ponte et la récupération post-ponte

### *Effets du niveau de réserves corporelles sur les qualités à la ponte*

Comparés aux témoins immatures, les truites ayant pondu avaient un poids supérieur, mais un coefficient de condition plus faible (Figure 24). Par ailleurs nous n'avons pas mesuré d'effet lignée sur le poids des poissons, mais les « GRA » avait un K plus élevé, effet plus marqué chez les témoins immatures que chez les truites post-ov. La maturation sexuelle et la ponte ont fortement affecté l'adiposité des poissons, mesurée par le fat-meter®, et cet effet est plus marqué chez les « GRA ». On peut noter que, même après la ponte, les poissons de la lignée « GRA » ont une adiposité supérieure à ceux des deux autres lignées.

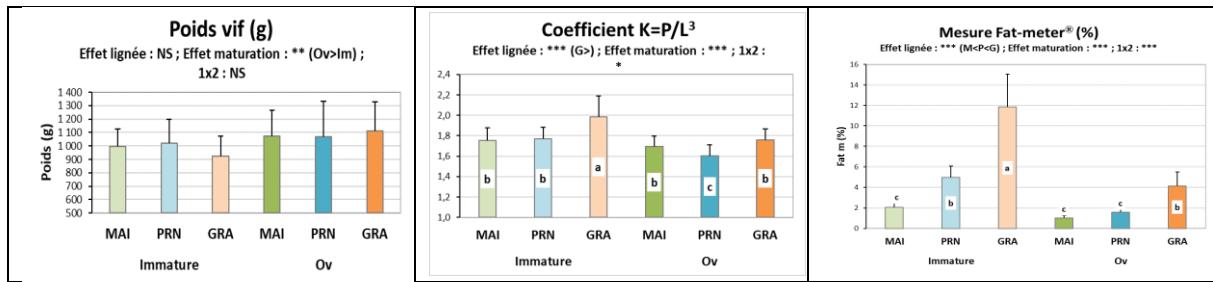


Figure 24 : Poids moyen, coefficient de condition et adiposité des truites des trois lignées au moment de la ponte et des témoins immatures (MAI= lignée maigre ; PRN=lignée printanière ; GRA= lignée grasse)

La maturation sexuelle et la ponte affectent les rendements de découpes (Figure 25). Les poissons post-ov ont des rendements en carcasse plus élevés, une tête proportionnellement plus grosse et des rendements en filets plus faibles que les témoins immatures. Des différences entre les lignés sont mesurées sur la proportion de tête (MAI>PRN>GRA) et le rendement en filets (GRA>), aussi bien pour les poissons post-ov que pour les poissons immatures. Pour le rendement en carcasse, une valeur plus faible est mesurée chez les PRN pour les poissons immatures, tandis que ce sont les GRA qui ont le rendement en carcasse le plus faible pour les truites post-ov.

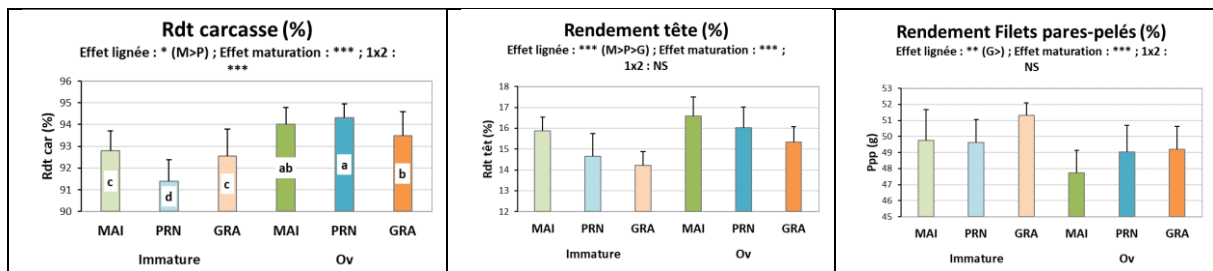


Figure 25 : Rendements de découpe des truites des trois lignées au moment de la ponte et des témoins immatures

Contrairement à ce que l'on avait observé chez les truites automnales, la maturation sexuelle et la ponte n'affectent pas les rendements de transformation par salage-fumage chez les printanières (Figure 26). Par contre, l'effet mesuré sur les rendements en filets se reporte sur les rendements en filets fumés qui sont plus faibles chez les poissons post-ov que chez les témoins. Pour ce qui est de l'effet lignée, le rendement de salage -fumage est plus élevé pour les GRA que pour les MAI, et on a pu mesurer un effet significatif de la lignée sur le rendement en filets fumés, les GRA donnant les plus forts rendements et les MAI les plus faibles rendements.

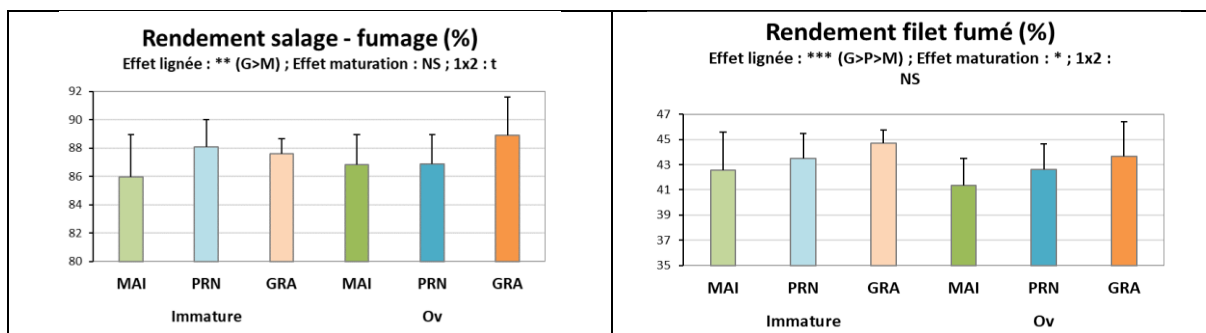


Figure 26 : Rendements de salage-fumage et en filets fumés des truites des trois lignées au moment de la ponte et des témoins immatures

En complément de l'évaluation de l'adiposité par le Fat-meter®, la mesure de la teneur en matière sèche des filets est un bon « proxy » de la teneur en lipides musculaires (Figure 27). Les filets des truites post-ov ont des teneurs en matières inférieures à celles des témoins immatures, quelle que soit la lignée. Des différences de teneur en matières sèches des filets sont mesurées entre les trois lignées pour les filets crus et fumés, et pour les poissons post-ov comme pour les témoins immatures.

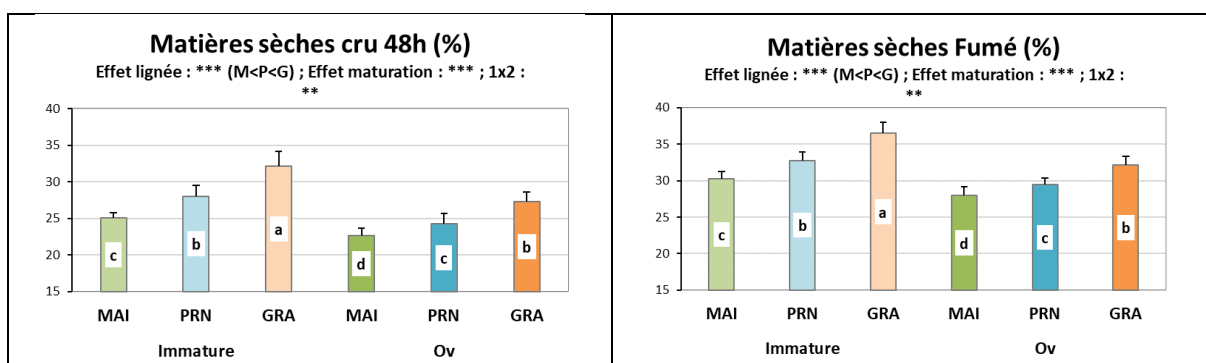


Figure 27 : Teneur en matières sèches des filets crus et fumés des truites des trois lignées au moment de la ponte et des témoins immatures

L'impact de la maturation sexuelle et de la ponte sur la couleur est confirmé dans cette expérimentation, les filets des truites post-ov sont plus lumineux et moins pigmentés (Figure 28). Nous n'avons observé, dans cette expérimentation, aucune différence de luminosité entre les filets des poissons des trois lignées que ce soit pour les poissons immatures ou post-ov. L'effet de la ponte sur ce paramètre est donc identique pour les trois lignées. Par contre, si aucun effet lignée n'est observé sur la composante rouge a\* chez les poissons immatures, les filets des poissons post-ov MAI ont des filets moins rouges que ceux des lignées PRN et GRA. On peut de plus noter que l'impact de la maturation sur la composante rouge de couleur des filets est significatif pour les lignées MAI et PRN, mais pas pour la lignée GRA, même si une forte variabilité individuelle est à noter pour les poissons post-ov quelle que soit la lignée. Les effets sur la couleur, mesurés sur les filets crus, se retrouvent, après transformation, sur les filets fumés (Figure 28). On peut néanmoins noter que l'effet lignée sur la couleur est plus marqué sur les filets fumés : les filets des poissons de la lignée GRA sont plus lumineux et plus pigmentés que ceux des poissons de la lignée MAI.

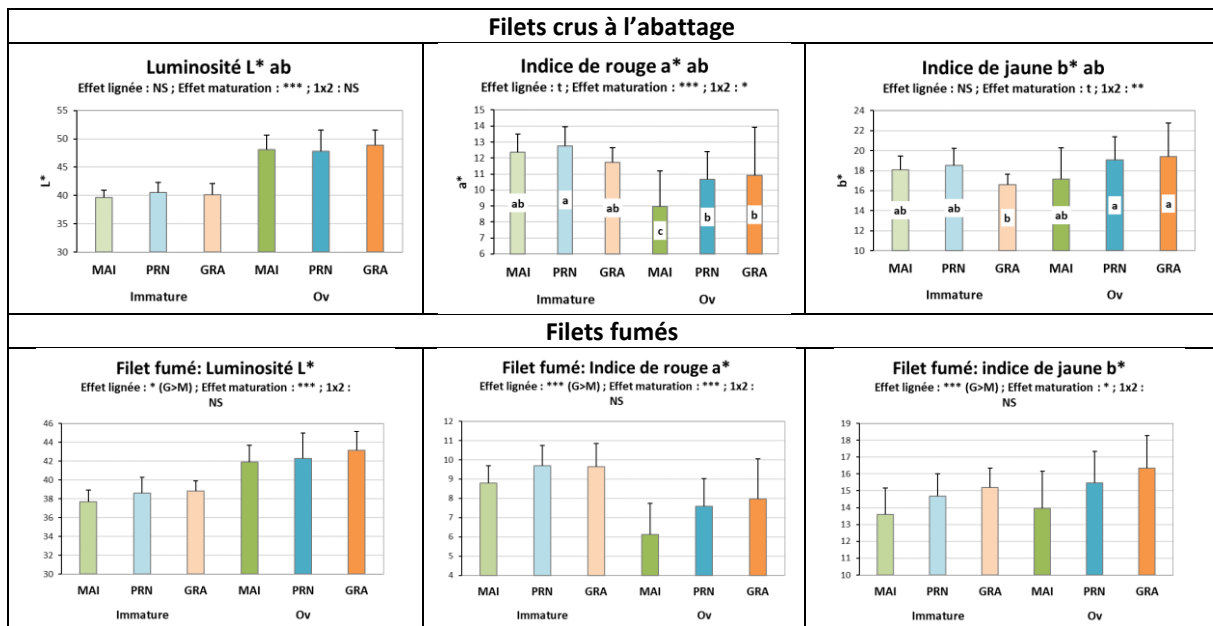


Figure 28 : Couleur des filets crus et fumés issus des truites des trois lignées au moment de la ponte et des témoins immatures

Les mesures de résistance mécanique des filets (Figure 29) confirment l'impact de la maturation sexuelle et de la ponte sur ce paramètre, avec des filets des truites post-ov plus résistants que ceux des poissons immatures, au moins pour les filets crus. Indépendamment de cet effet de la ponte, on peut noter l'impact majeur de la lignée sur la résistance mécanique des filets : les filets des poissons de la lignée MAI sont plus résistants que ceux de la lignée PRN, eux même plus résistants que ceux de la lignée GRA. Cet effet est observé sur les filets crus et fumés.



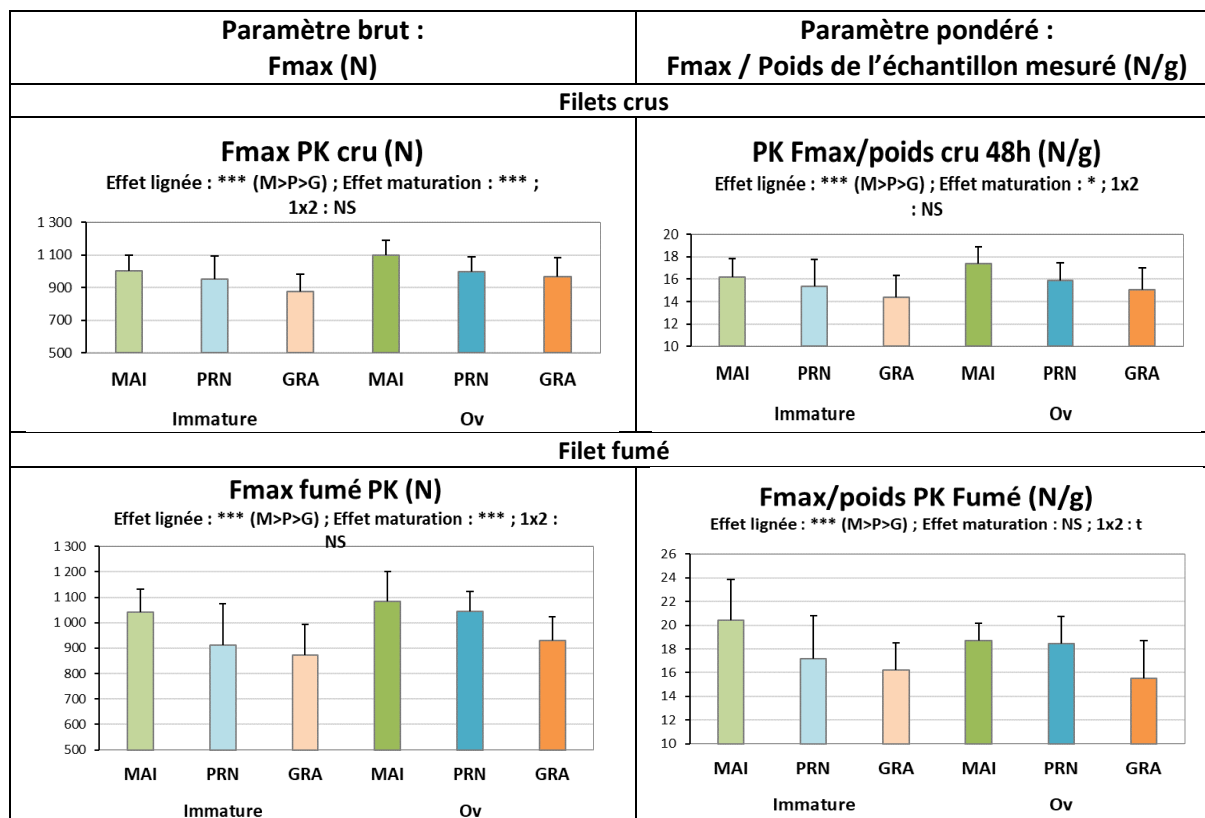


Figure 29 : Résistance mécanique, mesurée en presse de Kramer, des filets crus et fumés issus des truites des trois lignées au moment de la ponte et des témoins immatures

Pour conclure sur l'impact de la maturation sexuelle et de la ponte sur les trois lignées, on confirme les effets sur la morphologie des poissons et les rendements de découpe, mais pas sur le rendement de fumage. On retrouve également l'impact de la maturation sexuelle sur la couleur et la résistance mécanique des filets. Ces effets dûment objectivés sont, pour la plupart, similaires entre les trois lignées, seule la pigmentation des filets semble plus impactée chez les poissons les plus maigres. Le niveau de réserves corporelles des poissons ne semble donc pas beaucoup affecter l'impact de la ponte dans ce modèle.

### *Effets du niveau de réserves corporelles sur l'évolution des qualités post-ponte*

Comme dans les autres expérimentations de suivi post-ponte du projet, le poids des poissons mesurés augmente après la ponte quelque soient leurs réserves corporelles (Figure 30). Nous n'avons pas observé de différence de poids des poissons entre les trois lignées quel que soit le temps de restauration post-ponte. Le coefficient de condition K (=Poids/Longueur<sup>3</sup>), qui est d'autant plus élevé que le poisson est trapu, augmente progressivement au cours de la récupération post-ponte. Les poissons de la lignée PRN avaient un K plus faible que ceux des deux autres lignées. L'adiposité des poissons, estimée par le fat-meter®, a augmenté pendant la phase de récupération post-ponte pour les trois lignées, mais cette augmentation est plus marquée chez la lignée GRA.

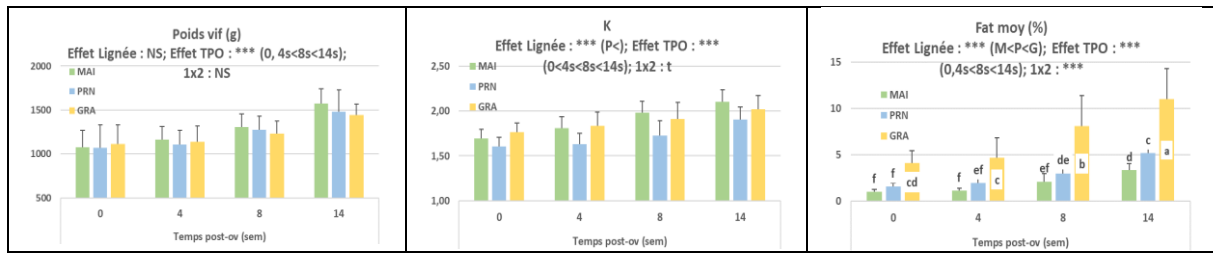


Figure 30 : Evolution post-ponte du poids moyen, du coefficient de condition et de l'adiposité des truites des trois lignées

Le rendement en carcasse des truites des trois lignées diminue progressivement après la ponte (Figure 31) et aucune différence entre les lignées MAI et GRA n'est observée dans cette évolution. De par la reprise de croissance corporelle post-ponte, la proportion de tête des poissons diminue pendant la phase de restauration post-ponte, mais cette évolution n'est pas différente entre les lignées. Indépendamment de cette évolution, les truites GRA ont des têtes plus petites que celles des deux autres lignées. Les rendements en filets paré-pelé a tendance ( $p<0.10$ ) à augmenter après la ponte mais aucune différence significative entre les lignées n'est mesurée sur ce paramètre.

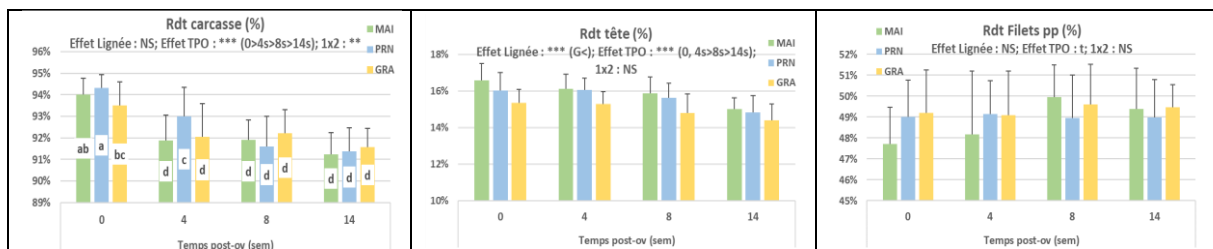


Figure 31 : Evolution post-ponte des rendements de découpe des truites des trois lignées

Quelle que soit la lignée, le rendement de salage-fumage des filets augmente au cours de la récupération post-ponte, pour devenir significativement plus élevé après 14 semaines de récupération (Figure 32). On peut noter que l'évolution pour les poissons de la lignée GRA est différente de celle des deux autres lignées, puisque le rendement de salage-fumage pour les filets des poissons de cette lignée est plus faible à 4 et 8 semaines post-ponte que juste après la ponte, et augmente fortement entre 8 et 14 semaines post-ponte. En conséquence, les valeurs du rendement en filets fumés sont supérieures après 14 semaines de récupération post-ponte, sans différence importante toutefois entre les trois lignées.

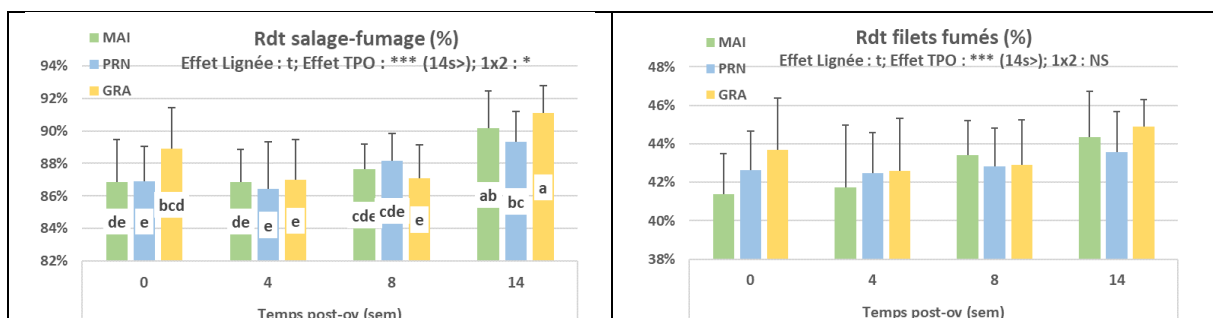


Figure 32 : Evolution post-ponte des rendements de salage-fumage et en filets fumés des truites des trois lignées

La teneur en matières sèches des filets, mesurée comme « proxy » de la teneur en lipides, augmente au cours de la restauration post ponte pour les trois lignées (Figure 33). Comme attendu, de fortes différences sont mesurées entre les lignées avec des teneurs plus élevées pour les filets des truites de la lignée GRA par rapport aux PRN, qui ont eux-mêmes des valeurs plus élevées que les MAI. On peut noter que l'augmentation post-ponte de la teneur en matières sèches des filets est plus importante pour la lignée MAI que pour la lignée GRA. Des effets similaires sont mesurés pour les teneurs en matières sèches de filets fumés, même si les valeurs mesurées pour les GRA sont similaires à 8 et 14 semaines post-ponte.

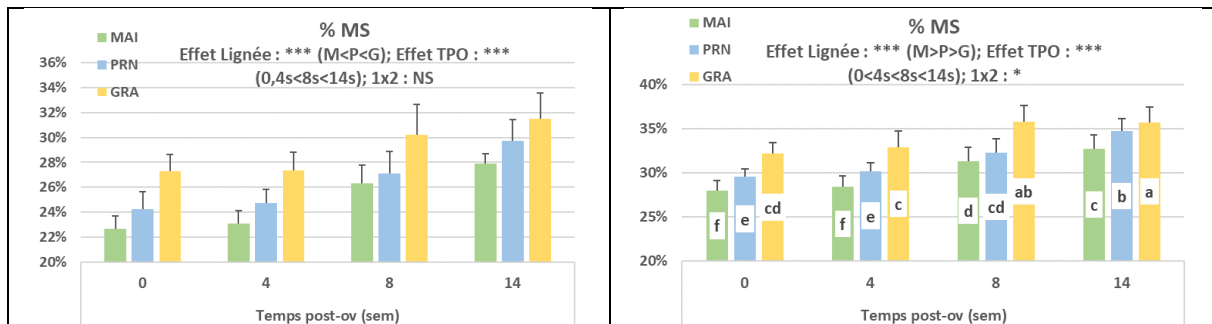


Figure 33 : Evolution post-ponte de la teneur en matières sèches des filets crus et fumés des truites des trois lignées

Comme dans les autres expérimentations du projet, la couleur des filets des truites des trois lignées évolue significativement pendant la période de restauration post-ponte (Figure 34). Ainsi, juste après l'abattage, la luminosité ( $L^*$ ) des filets crus diminue tandis que les valeurs des composantes rouges ( $a^*$ ) et jaune ( $b^*$ ) augmentent. Un effet « lignée » a pu être mesuré, avec les filets de la lignée GRA qui sont plus pigmentés que ceux des lignées PRN et MAI. On peut noter que cet effet est marqué juste après la ponte et s'estompe progressivement pour ne plus être significatif après 14 semaines de restauration post-ponte. Les mesures de couleur des mêmes filets crus, effectuées à 48h *post-mortem*, confirment cet effet sur la pigmentation, mais révèlent également des valeurs de luminosité plus faibles pour les filets des truites de la lignée MAI par rapport aux deux autres lignées. On retrouve globalement la même évolution sur les mesures de couleur des filets fumés, avec une moindre luminosité et des filets plus pigmentés après la restauration post-ponte. On retrouve également des valeurs de la composante rouge ( $a^*$ ) plus élevées pour les filets des GRA après la ponte mais aucune différence n'est mesurée à la fin de l'expérimentation.

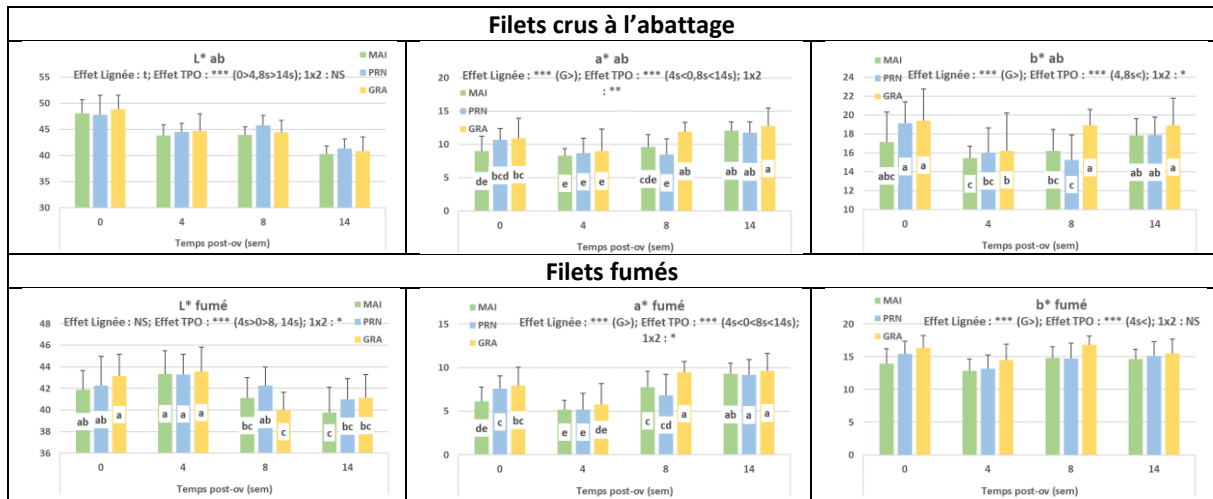


Figure 34 : Evolution post-ponte de la couleur des filets crus et fumés issus des truites des trois lignées

Comme pour la couleur, l'évolution post-ponte de la résistance mécanique est comparable à celle observée dans les expérimentations précédentes (Figure 35). La résistance mécanique des filets diminue progressivement au cours de la période de restauration post-ponte, aussi bien pour les filets crus que pour les filets fumés. Un effet « lignée » est mesurée aussi bien sur les filets crus que fumés, les filets des truites GRA sont moins fermes que ceux des deux autres lignées. Cet effet semble être le même pendant toute la période post-ponte.

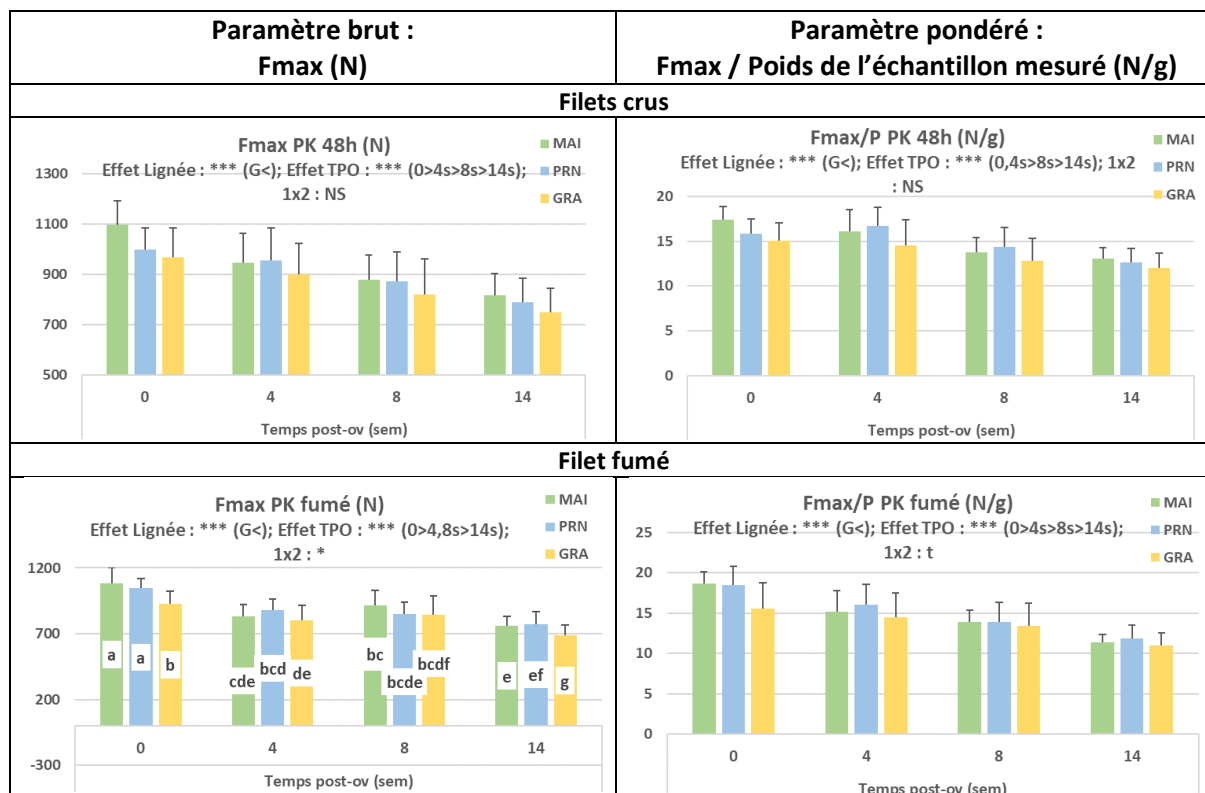


Figure 35 : Evolution post-ponte de la résistance mécanique, mesurée en presse de Kramer, des filets crus et fumés issus des truites des trois lignées

En conclusion, nous avons retrouvé pour les poissons de la lignée PRN et des lignées MAI et GRA, une évolution des qualités similaire à celles décrites précédemment. La reprise de croissance post-ponte est associée à la restauration des réserves adipeuses, ce qui conduit à restaurer les rendements de découpe et de transformation, la pigmentation et la « tendreté » des filets. Malgré une augmentation d'adiposité logiquement accrue chez les GRA, les truites des trois lignées ont montré, après la ponte, des évolutions de qualités similaires.

La comparaison avec des poissons immatures n'ayant pas pondus à la fin de l'expérimentation (14 semaines post-ponte) a montré qu'à cette date la restauration des qualités n'est pas achevée. Si le poids des poissons ayant pondus est similaire à celui des témoins, ils conservent une morphologie plus élancée, des rendements en carcasse supérieurs et des rendements en filets inférieurs. A 14 semaines, l'adiposité, estimée par le Fat-meter®, est similaire à celle des poissons témoins pour les lignées MAI et PRN, mais les poissons GRA post-ponte ont des valeurs plus faibles que les témoins. De plus la couleur et la résistance mécanique des filets restent différentes entre truite post-ponte et témoins immatures.

Cette étude de l'évolution post-ponte de lignées avec des niveaux d'adiposité contrastés nous amène à conclure que le niveau de réserves corporelles ne semble pas impacter fortement les qualités des produits après la ponte ni la cinétique de restauration post-ponte des qualités.

## Optimiser les pratiques de gestion de ponte et de récupération post-ponte

Une autre piste pour optimiser la qualité des produits post-ponte est de mieux gérer la période de ponte. Pour se faire, il faut identifier les facteurs déterminants, durant cette période, de la reprise de croissance et de restauration de la qualité post-ponte. La période de ponte chez la truite s'étale sur plusieurs semaines, de l'ordre de 7 semaines avec un pic en semaine 45-46 pour la lignée expérimentale « Automnale », et de 9 semaines pour les lignées « printanières », avec un pic en semaine 16-17. Pour des raisons pratiques et physiologiques, les poissons sont mis à jeun avant la ponte. En effet, d'un point de vue pratique, les poissons sont examinés régulièrement (toutes les semaines à la PEIMA) pour vérifier s'ils ont ovulé, et doivent être à jeun pour être anesthésiés et manipulés. D'un point de vue physiologique, les génitrices arrêtent spontanément de s'alimenter à l'approche de la date de ponte. Une pratique courante d'élevage consiste donc à mettre l'ensemble des poissons à jeun au début de la période de ponte et à ne les réalimenter qu'après la ponte. Nous avons donc voulu, dans cette partie du projet, évaluer l'impact de ces manipulations répétées, source de stress, d'autant plus nombreuses que les animaux pondent tardivement, et de la durée de jeûne associée, elle-même également d'autant plus longue que les animaux pondent tardivement.

### Effet de la date de ponte et de la durée de jeûne

Nous avons fait l'hypothèse que la date de ponte, associée à une durée de jeûne plus ou moins longue, pouvait impacter la restauration des qualités post-ponte. Pour tester cette hypothèse, nous avons mis en place une expérimentation (Figure 36) pour comparer, sur la lignée automnale de la PEIMA, l'impact de la date de ponte, de la semaine 45 à la semaine 48, sur les qualités post-ponte.

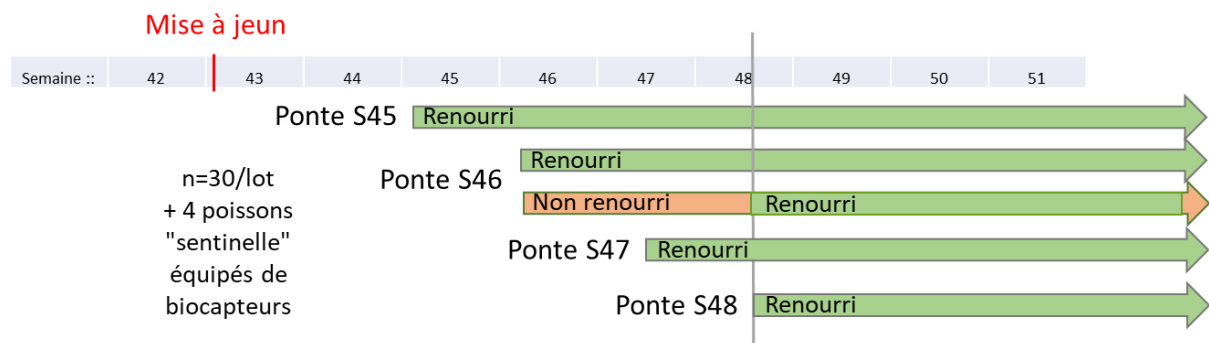


Figure 36 : Schéma du protocole expérimental mis en place pour tester l'impact de la date de ponte (semaine 45, 46, 47 ou 48) et de la durée de jeûne (pour la ponte semaine 46) sur la qualité post-ponte

La mise à jeun des lots avant la ponte implique pour ces différents groupes de date de ponte (ddp) des durées de jeûne différentes, de 2 à 5 semaines (Tableau 3). Pour tenter de dissocier l'effet de la ddp de celui de la durée de jeûne, nous avons, au moment du pic de ponte semaine 46, constitué deux groupes, l'un d'eux a été réalimenté après la ponte, tandis que l'autre a été maintenu à jeun 2 semaines supplémentaires, pour être réalimenté en même temps que le dernier lot constitué semaine 48. En comparant ces trois groupes, s46, s46-Jeun, et s48, nous pouvons d'une part évaluer l'effet de la date de ponte seule (s46-Jeun vs s48, date de ponte différente mais même durée de jeûne) et d'autre part l'impact de la durée de jeûne pour une même date de ponte (s46 vs s46-Jeun). Les qualités des poissons

de ces groupes ont été mesurées début février 2020, après des durées de récupération post-ponte variables, de 10 à 13 semaines, selon leur date de ponte (Tableau 3).

| Groupe :                                       | s45         | s46         | s46-<br>Jeun | s47         | s48         |
|--|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| Date de ponte                                  | Semaine 45  | Semaine 46  |              | Semaine 47  | Semaine 48  |
| Durée du jeûne au moment de la ponte           | 2 semaines  | 3 semaines  | 5 semaines   | 4 semaines  | 5 semaines  |
| Durée de la période de récupération post-ponte | 13 semaines | 12 semaines |              | 11 semaines | 10 semaines |
| Durée de la réalimentation post-ponte          | 13 semaines | 12 semaines | 10 semaines  | 11 semaines | 10 semaines |

Tableau 3 : Date de ponte, durée de jeûne au moment de la ponte, et durées de récupération et de réalimentation post-ponte avant la mesure de qualité des différents groupes

Au moment des mesures de qualités, tous les lots ont des poids similaires (Figure 37), même si les truites du dernier groupe constitué semaine 48 sont un peu plus petites. Un effet de la ddp a pu être mesuré sur le coefficient de condition K, les poissons du lot S48 ayant un K plus faible que ceux des lots S45 et S46. L'adiposité, estimée par la mesure Fat-meter<sup>®</sup>, des poissons du groupe S47 est plus faible que celle du groupe S45, et celle du groupe de ponte tardive S48 est inférieure à tous les autres groupes (Figure 37). La durée de jeûne au moment de la ponte n'a aucun effet sur le poids, le coefficient de condition, ni l'adiposité des poissons, après 12 semaines de récupération.

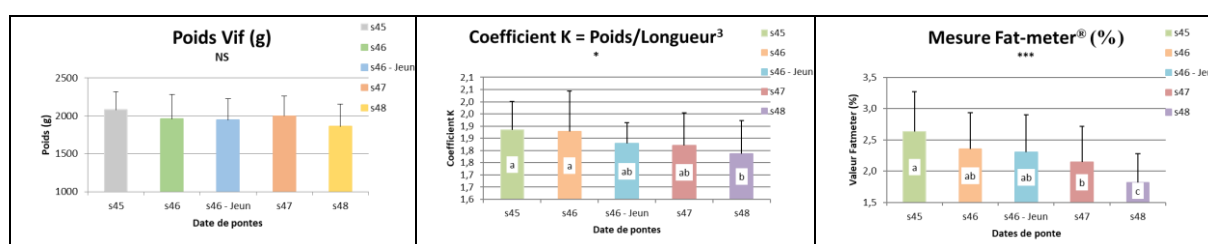


Figure 37 : Effets de la date de ponte et de la durée de jeûne au moment de la ponte sur le poids, le coefficient de condition et l'adiposité, évaluée par le fat-meter<sup>®</sup>, des truites mesurées à 10, 11, 12 ou 13 semaines post-ponte.

Aucun effet de la date de ponte n'a été mesuré sur le rendement de carcasse, le rendement en tête ni sur le rendement en filets parés-pelés, même si les deux premiers paramètres tendent à augmenter avec la date de ponte (Figure 38). La durée de jeûne au moment de la ponte n'a aucun impact sur ces rendements.

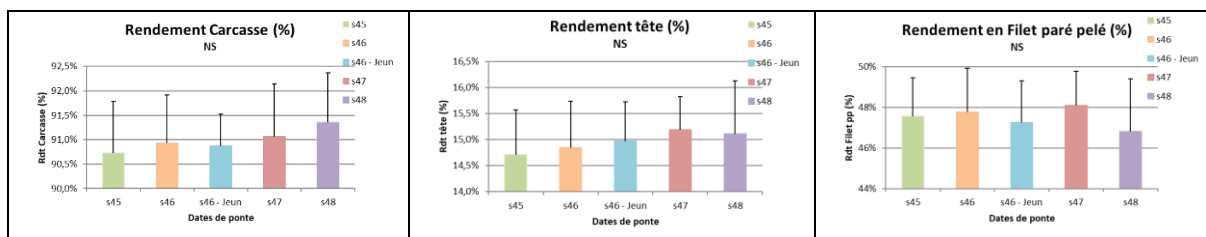


Figure 38 : Effets de la date de ponte et de la durée de jeûne au moment de la ponte sur les rendements de carcasse, de tête et en filets parés-pelés.

Le rendement de salage fumage est quant à lui impacté par la date de ponte, avec des valeurs plus faibles mesurées pour les lots de truites les plus tardives (Figure 39), vraisemblablement en lien avec la plus faible adiposité des poissons de ces groupes tardifs. En conséquence, les rendements en filets fumés sont également plus faibles pour les groupes tardifs, avec une différence maximale de l'ordre de 4%. La durée de jeûne au moment de la ponte n'impacte pas ces paramètres.

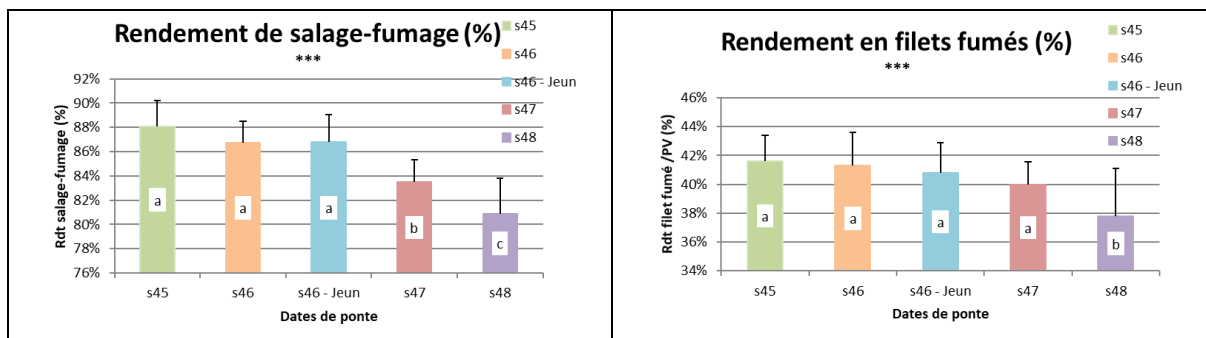


Figure 39 : Effets de la date de ponte et de la durée de jeûne au moment de la ponte sur le rendement de salage-fumage et le rendement en filets fumés

La date de ponte affecte la couleur des filets crus mesurée juste après l'abattage. Les filets des truites ayant pondue plus tardivement sont plus lumineux ( $L^*$ ) et moins pigmentés ( $a^*$  et  $b^* <$ ) que ceux des truites ayant pondue plus précocement (Figure 40). Par contre cet effet n'est pas mesuré pour les filets fumés, les filets fumés des poissons les plus tardifs sont même plus jaunes que ceux des truites plus précoces. La durée de jeûne au moment de la ponte n'affecte pas la couleur des filets après la période de récupération.



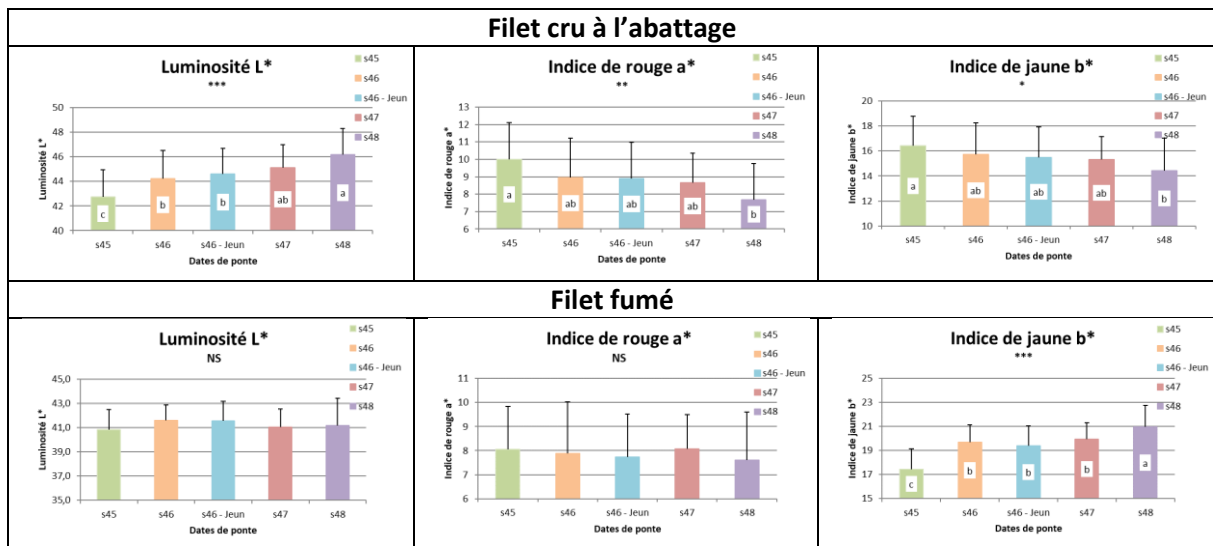


Figure 40 : Effets de la date de ponte et de la durée de jeûne au moment de la ponte sur la couleur des filets crus mesurés juste après l'abattage (n=30) et des filets fumés (n=20)

Pour ce qui est de la résistance mécanique des filets, de petites différences entre les groupes peuvent être mesurées (Figure 41), mais sans effet clair de la date de ponte ou de la durée de jeûne au moment de la ponte.

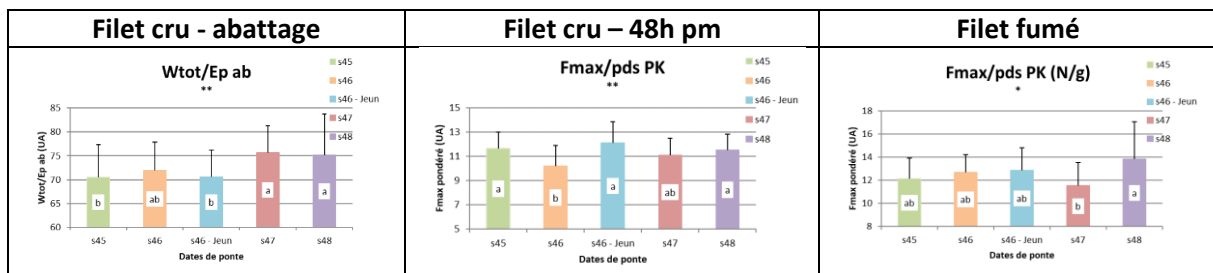


Figure 41 : Effets de la date de ponte et de la durée de jeûne au moment de la ponte sur la résistance mécanique des filets crus à l'abattage et à 48h *post-mortem*, et des filets fumés

En conclusion de cette expérimentation, un effet de la date de ponte a été observé sur la conformation et l'adiposité des poissons, avec des conséquences sur les rendements de découpe et de transformation, et la couleur des filets. Cet effet, attendu du fait d'un temps de restauration plus limité pour les truites les plus tardives, semble majoré pour le dernier groupe constitué (S48) suggérant un état physiologique différent pour ce groupe. La durée du jeûne au moment de la ponte n'a par contre pas démontré d'impact significatif, les truites ayant pondu au moment du pic de ponte mais maintenues à jeun récupère de la même façon que leurs congénères renourris juste après la ponte.

## Suivi zootechnique des poissons avant la ponte, reprise alimentaire et croissance post-ponte

La tâche 1 du projet a bien montré que la restauration des qualités était associée à une reprise de croissance des poissons. Dans les expérimentations à la PEIMA, tous les poissons étaient marqués individuellement pour suivre précisément les évolutions du poids. Les poissons étaient élevés en bassin de 6m de diamètre jusqu'à la ponte puis, après la ponte, les femelles ont été mises en bassin de 2m<sup>3</sup>

et re-nourries *ad libitum*. Une attention particulière a été portée au suivi de la réalimentation post-ponte des poissons mis en lots, avec une observation visuelle du comportement alimentaire des poissons et la mesure des aliments ingérés. Cette mesure est donnée par le profil d'évolution du taux de rationnement (aliment distribué – aliment non consommé rapporté à une biomasse de poissons présents dans le bassin). Ce suivi a été réalisé jusqu'au retour progressif d'une prise alimentaire standard. Les différents lots ont ensuite été élevés dans des conditions d'élevages classiques jusqu'au point de prélèvement.

### *Suivi autour de la ponte 2017 des automnales*

Dans la première expérimentation visant à décrire l'évolution des qualités après la ponte (Figure 1), le suivi des poissons a été réalisé depuis le marquage des femelles (800 individus marqués individuellement par pit-tag) en octobre 2017 jusqu'au dernier point de mesure de qualité (33 semaines) en juin 2018. La reprise alimentaire est variable entre les lots et est influencée par la température au moment du re-nourrissage des poissons (Figure 42). La température de l'eau a fluctué de 15.3°C à 6.9°C pendant la période concernée, les premières femelles mises en lot après la ponte ont donc profité d'une période plus favorable à une reprise alimentaire contrairement aux derniers lots. Les femelles ovulant plus tardivement semblent également être pénalisées par une période de jeûne plus longue. Les croissances observées montrent également l'effet de la température et de la durée de jeun : sur une même période, les premières femelles mises en lot ont une prise de poids plus importante comparée aux dernières femelles mis en lot. La mesure du poids individuel des lots à 1, 2 et 4 semaines après le re-nourrissage montre également que la perte de poids se poursuit après l'ovulation et qu'il faut plus d'un mois avant que les femelles ne retrouvent un poids équivalent ou supérieur au poids de départ à la mise en lot. C'est également le temps nécessaire pour que les poissons retrouvent une alimentation *ad libitum* standard.

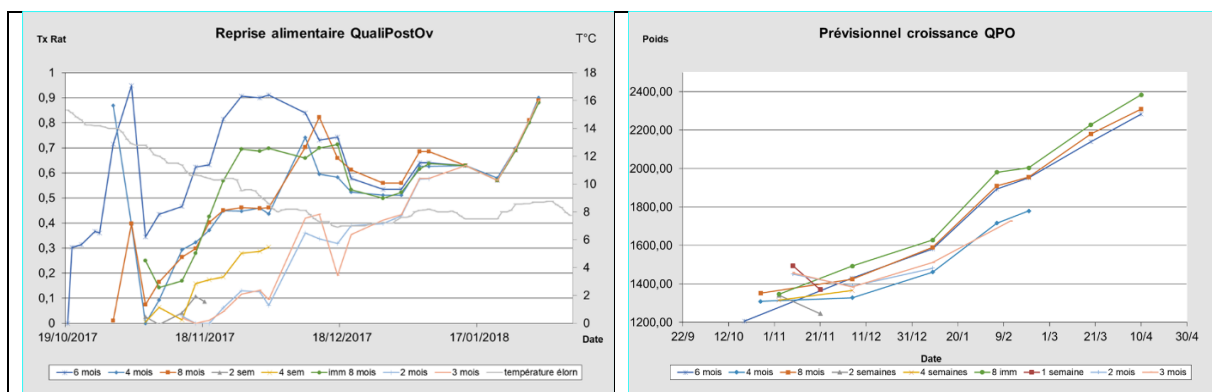


Figure 42 : Reprise alimentaire et croissance des truites post-ponte de l'expérimentation de suivi après la ponte 2017 des « automnales » à la PEIMA

La durée du jeun pré-ovulatoire et la température accentuent cette perte de poids. Les conditions d'élevage rencontrées lors de cette première expérimentation (température), ainsi que le nombre d'échantillonnage réalisée ont permis d'acquérir des données de caractérisation très complètes.

## Suivi autour de la ponte 2019 des automnales

L'expérimentation portant sur la ponte 2019 de la souche automnale a été réalisée pendant 10 mois depuis le marquage des poissons en mai 2019 jusqu'à l'abattage des poissons pour le dernier point de mesure et prélèvement en mars 2020. Deux lots de poissons ont été mis en élevage et nourris avec respectivement 2 niveaux de rationnement pendant plus de 4 mois avant la ponte ; un lot à 100% de la table de rationnement et un lot à 80%. Les mesures de qualité sur ces lots ont été décrites ci-dessus (Figure 19). Sur la même cohorte, parmi les poissons nourris à 100% de la table de rationnement, cinq lots ont été constitués après la ponte pour la mesure de l'effet de la date de ponte et de la durée du jeun (figure 36) pour un point de mesures /prélèvements. Le même protocole d'élevage post-ponte, avec un suivi de la reprise alimentaire post ovulation et une mesure d'ingéré, a été appliqué sur tous les lots, sauf pour le lot laissé à jeun 15 jours supplémentaires pour la mesure de l'effet du jeun, pour lequel ce protocole de suivi a été décalé.

A l'issue de la période d'élevage pré-ovulatoire de 4.5 mois (143 jours), nous avons pu observer une différence de croissance entre les deux lots : le lot nourri à 80% présente un poids inférieur de 12.4% (Figure 43). Nous avons également observé un décalage de l'ovulation entre les deux conditions, notamment sur les semaines 44, 45, 46 47, les femelles du lot 80% ayant maturé plus tôt.

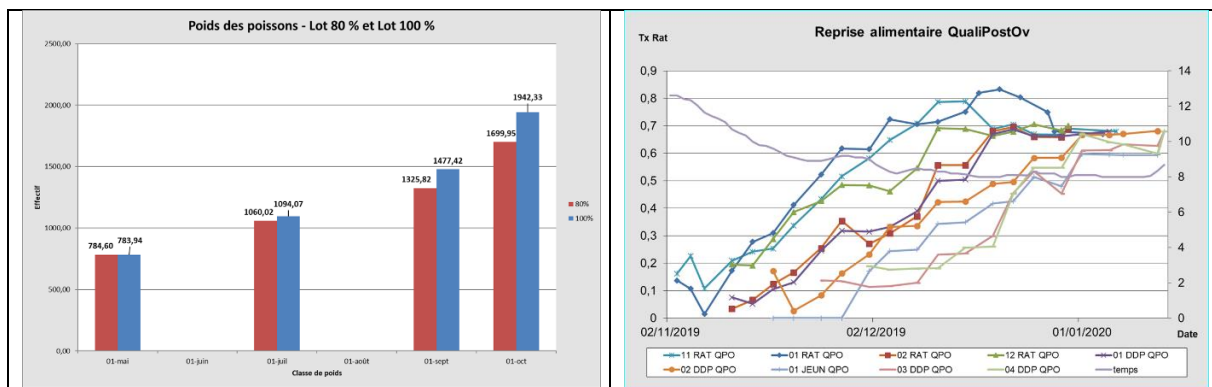


Figure 43 : Croissance avant la ponte des lots nourris à 80% et 100% de la table de rationnement, et reprise alimentaire des truites post-ponte 2019 des « automnales » à la PEIMA

La reprise alimentaire se caractérise de la même manière que sur l'expérimentation précédente. Si la différence de température est moins importante sur la période, nous retrouvons néanmoins une différence de reprise alimentaire entre les premières femelles mise en lot après la ponte et les dernières femelles. Nous observons également une différence notable de la reprise alimentaire entre les deux statuts nutritionnels pour les lots remis en élevage la semaine 45. Les poissons ayant été rationnés à 80% de la table de rationnement présente une reprise alimentaire plus rapide. Cette différence n'est cependant pas mise en évidence sur les lots de la semaine précédente, et qui représente le seul point de comparaison possible. Nous observons par contre un effet de la mise à jeun après ovulation : les femelles ovulées semaine 46 et mises à jeun 2 semaines supplémentaires avant d'être renourries présentent une reprise alimentaire très rapide, pour ensuite retrouver un profil similaire aux femelles mises en lot la même semaine mais immédiatement renourries. Les croissances similaires obtenues après ovulation sur ces deux lots laissent penser qu'une croissance compensatrice s'est produite pour le lot laissé à jeun. Il est d'autant plus intéressant d'observer également que les

dernières femelles mises en lot semaine 47 et 48 présentent un profil de reprise alimentaire significativement différents.

Ces données sont cohérentes avec les mesures des qualités sur ces lots décrites ci-dessus. Pour rappel, les effets de deux semaines de jeûne supplémentaires imposées au moment de la ponte n'étaient plus perceptibles au moment des mesures, mais les lots de ponte les plus tardifs avaient par contre moins récupérés que ceux ayant pondu plus précocement.

### *Suivi autour de la ponte 2021 des printanières*

Pour la dernière expérimentation sur les lignées printanières, grasses et maigre, 650 poissons par lignées environ ont été marqués individuellement en septembre 2020 lors de la mise en place de l'expérimentation. Ils ont été élevés dans des conditions d'élevage standards jusqu'à la ponte au printemps 2021. Le même protocole que pour les deux expérimentations précédentes a été appliqué avec une remise en lots des femelles ovulées après la ponte, et un suivi de la reprise alimentaire et de la croissance (Figure 44).

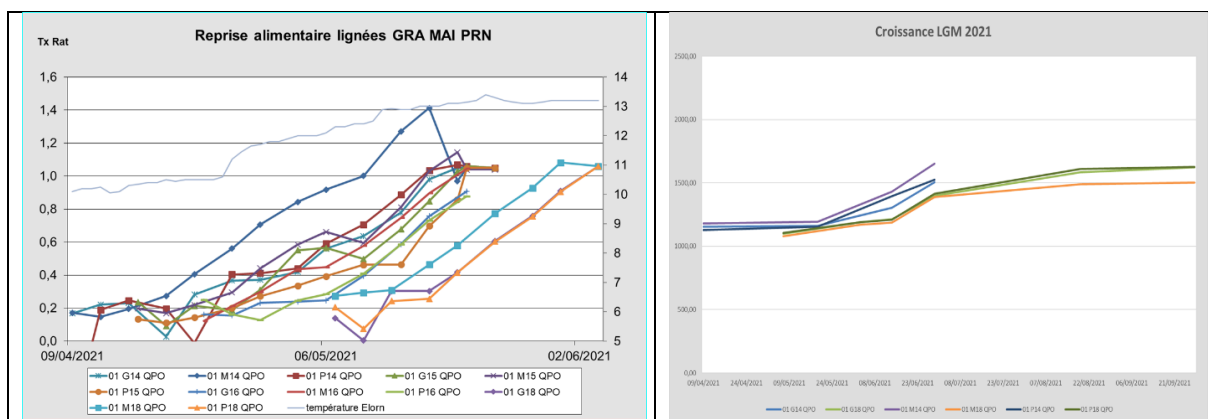


Figure 44 : Reprise alimentaire et croissance des truites post-ponte de l'expérimentation sur les lignées « printanières », « grasses » et « maigres » après la ponte 2021 à la PEIMA

Il faut noter dans cette expérimentation que la température de l'eau présentait un profil d'augmentation journalier caractéristique de la saison printanière, à l'inverse des expérimentations précédentes sur les souches automnales. Les dernières femelles remises en élevage après la ponte bénéficient d'une température plus favorable à une reprise alimentaire plus rapide. La lignée maigre se différencie également par une reprise alimentaire plus précoce par rapport aux lignées grasses et printanières, quelle que soit la semaine de re-nourrissage. L'impact de la température se retrouve également sur les croissances obtenues, puisqu'elle met en évidence une période de croissance plus marquée qui correspondait à une période de température optimale pour les poissons. Cette période arrive tardivement pour les femelles de ponte précoce, tandis que les dernières femelles ovulées en ont bénéficié dès leur mise en lot après la ponte.

Le changement de la qualité de l'eau liée à la stratification thermique du lac qui alimente la pisciculture marque malheureusement un arrêt de la croissance des lots destinées au dernier point de mesure et prélèvement à 20 semaines post-ovulation : les croissances estivales ont été très faibles, tandis que les lots d'immaturs (témoins) ont présenté une croissance très différenciée à l'issue de cette période. En

conséquence, le dernier point de mesures/prélèvements prévu à 20 semaines post-ponte n'a pas pu être réalisé.

En conclusion, le suivi de ces lots expérimentaux a démontré un effet combiné de la température au moment de la reprise alimentaire après la ponte et de la date de ponte permettant d'optimiser la reprise de croissance post-ponte assurant la restauration des qualités des produits.

## Analyse du comportement post ponte des poissons - Effet de la date de ponte et de la durée de jeûne

Cette analyse a été conduite dans l'expérimentation visant à mesurer l'effet de la date de ponte et de la durée du jeûne (Figure 36). Dans chaque groupe expérimental (S45, S46, S46J, S47, et S48). Des biologistes de la société Star-Oddi ont été implantés par chirurgie dans 4 truites de chaque lot juste après la ponte. Ce dispositif permet d'acquérir des données de température, d'activité et renseigne sur l'électro-cardiogramme. Les biologistes ont enregistré toutes les 30 minutes pendant 1 semaine, et ce toutes les 3 semaines jusqu'à l'abattage des poissons à 10, 11, 12 ou 13 semaines post-ponte selon les lots (Tableau 3). Un test de réactivité émotionnelle (isolement social dans un environnement nouveau), permettant d'exacerber les réactions de peur et d'anxiété, a été réalisé sur les 20 truites équipées de biologistes un mois après l'ovulation. Cette mesure a été suivie d'une prise de sang 40 minutes après le test pour mesurer le cortisol plasmatique (hormone du stress). L'érosion des nageoires a été évaluée grâce à des photographies, pour donner un indicateur du niveau d'agressivité dans les groupes.

Les enregistrements des biologistes ont montré une diminution globale du rythme cardiaque (nombre de battements par minute) au cours des 10 premiers jours après la ponte (Figure 45). Un rythme plus élevé a été mesuré pour le lot S45 mais cette différence peut être due à une température plus élevée au moment de la mesure de ce lot puisque la température impacte ce paramètre. Pour l'activité des truites, mesurée par l'accélération, nous n'avons pas observé d'évolution. Ces paramètres ont donc été analysés sur une plage de températures constantes ( $T \sim 8,5^{\circ}\text{C}$ , jour 27 à jour 47) mais malgré cela nous n'avons pas observé d'évolution globale ou de différence entre les lots.

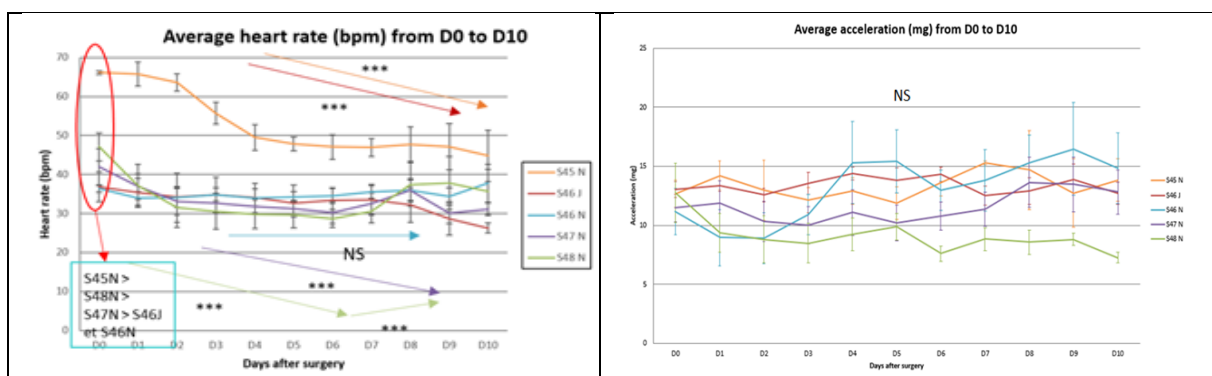


Figure 45 : Rythme cardiaque et activité des truites équipées de biologiste de l'expérimentation sur l'effet de la date de ponte et de la durée du jeûne.

Les données des biologistes relevées pendant les tests de réactivité émotionnelle ne sont malheureusement pas exploitables du fait de biais expérimentaux (un seul bac de test, pêche stressante pour les truites restant dans les bassins avant de passer le test). Les analyses des vidéos ont

néanmoins permis de montrer un niveau d'anxiété plus marqué (mesuré par la distance parcourue et la vitesse maximum) au début du test tous lots confondus, et il semblerait que les truites du lot S45 soit moins stressées que les autres pendant le test (mesuré par l'accélération maximum et la vitesse angulaire), ce qui reste à confirmer avec les analyses de cortisol. Enfin, il n'y avait pas de différences d'érosion des nageoires dorsales et caudales entre les lots.

Les truites des lots de ponte les plus précoces et ayant donc eu la durée de jeûne la plus courte semblent montrer des réponses émotionnelles moins importantes que celles des autres lots.

## Existe-t-il une relation entre la ponte et la qualité des produits ?

Une avancée du projet est la mesure d'une importante variabilité des qualités des produits au moment de la ponte. Si l'impact « moyen » de la maturation sexuelle et de la ponte sur les qualités est indéniable, nous avons pu constater une forte hétérogénéité de qualité des produits au moment de la ponte. Ceci est particulièrement visible sur la couleur des filets. En effet, les filets peuvent être restés correctement pigmentés, même s'ils le sont moins que ceux des poissons témoins, ou totalement dépigmentés pour d'autres truites d'un même lot (voir figures 5 et 17 pour illustration).

Interpellés par cette observation, nous nous sommes demandés si de telles différences pouvaient résulter de l'état général des poissons au moment de la ponte (poids, morphologie, adiposité), de leur « investissement » dans la ponte (poids de la ponte, nombre d'œufs) ou de la qualité de la ponte (taille des œufs, % d'œufs blancs ou couleur des œufs). Pour répondre à ces questions nous avons caractérisé individuellement la ponte de chaque truite des différentes expérimentations à la PEIMA. Seule une partie des données générées a à ce jour été exploitée, et il restera à approfondir ces questions à la suite du projet. Les premiers résultats d'analyse, sur l'expérimentation faites sur les automnales après la ponte 2017, montrent que les truites donnant des « grosses pontes » (> 13.5% du poids du poisson) ont des filets plus dépigmentés que celles qui ont des plus petites pontes (Figure 46). Mais l'analyse n'est pas facile à interpréter car ces mêmes poissons sont également plus petits (Poids <) que les autres, sans que le poids du poisson à la ponte ne soit globalement corrélé à la couleur des filets.

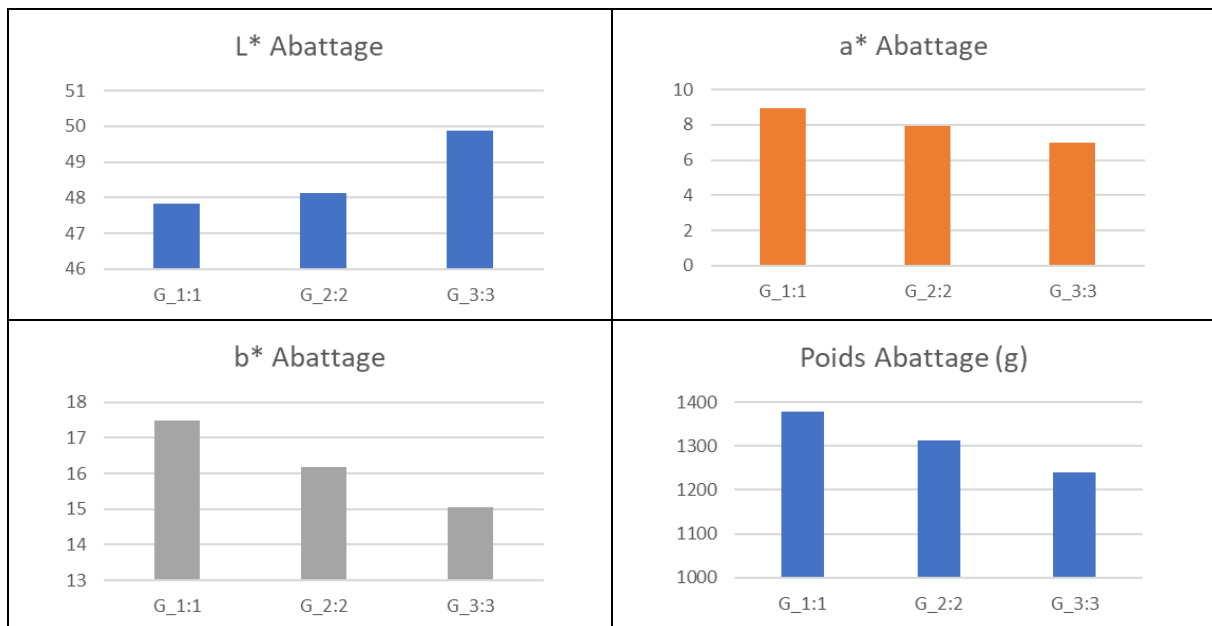


Figure 46 : Paramètres de couleur des filets (luminosité L\*, composantes rouge a\* et jaune b\*) et poids des poissons à l'abattage juste après la ponte pour des groupes constitués sur l'« investissement » dans la ponte faible (G\_1 : ponte < 11,5% du poids du poisson), moyen (G\_2 : 11,5 < ponte < 13,5% du poids du poisson), ou fort (G\_3 : ponte > 13,5% du poids du poisson)

Par contre, quand on constitue des groupes avec des niveaux d'adiposités distincts au moment de la ponte, aucune différence de couleur des filets n'est mesurée entre ces groupes. De même, aucune relation entre la couleur des œufs et la couleur des filets n'a pu être démontrée.

Pour aller plus loin, il faudra retravailler les trajectoires individuelles des poissons et exploiter les données des deux autres expérimentations faites à la PEIMA (automne 2019 et lignées printanière, grasse et maigre 2021). De plus, au-delà de l'identification de prédicteurs des défauts de qualités à la ponte, nous allons rechercher un possible lien entre les paramètres mesurés à la ponte, la croissance des animaux post-ponte, et les qualités mesurées à 2, 3, ou 4 mois post-ponte, pour voir si nous pouvons identifier des prédicteurs d'une bonne restauration post-ponte des qualités.

### Conclusions de la Tâche 2 :

L'objectif de cette tâche était d'évaluer la possibilité d'améliorer la restauration des qualités post-ponte en agissant sur l'état des poissons au moment de la ponte ou en variant les pratiques de gestion des génitrices autour de la période de ponte. Nous avons montré que ni le niveau de rationnement alimentaire avant la ponte, ni le niveau d'adiposité sous-cutané et musculaire des poissons n'avaient d'impacts majeurs sur les qualités après la ponte. Par contre, les truites de la souche automnale qui pondent tardivement semblent récupérer plus difficilement sans que cela soit dû à la durée de jeûne imposée avant la ponte. Nous avons également montré que le niveau d'investissement du poisson dans la ponte (% du poids de ponte) est un critère d'altération de la qualité à la ponte, en particulier de la couleur des filets. On peut également noter que nous avons retrouvé, dans toutes les

expérimentations de cette partie du projet, une évolution post-ponte similaire à celle décrite dans la tâche 1.

### Tache 3 - Transfert et diffusion des pratiques optimisées

Cette tâche visait à diffuser les connaissances et les résultats acquis lors de la réalisation des expérimentations décrites précédemment. Une partie de ce transfert de connaissances a été ciblé vers les producteurs piscicoles (producteurs d'œufs saumurés de truite), membres du partenaire du projet Bretagne Truite. Cela s'est traduit par trois actions : 1) l'organisation d'un temps d'échange autour des résultats empiriques du projet, 2) la mise en place d'un atelier d'échange, théorique et pratique, portant sur la gestion des truites autour de la période de ponte, et 3) la construction et réalisation d'une enquête sur les pratiques des producteurs d'œufs saumurés de truite de Bretagne Truite. De plus, les actions du projet ont été valorisées par des publications et communications à destination de la communauté scientifique et de la filière piscicole (en annexe).

#### *Temps d'échanges autour des résultats du projet*

Cette action, réalisée en juin 2019 à la PEIMA, a consisté en une présentation des premiers résultats du projet, à savoir la description de l'évolution post-ponte des qualités après la ponte de 2017 à la PEIMA et chez deux producteurs de Bretagne Truite. Cette présentation a été suivie d'un temps de discussion autour des résultats et des autres actions du projet. Cette rencontre s'est achevée par la visite de l'unité expérimentale INRAE de la PEIMA (programme en annexe).

#### *Atelier d'échanges sur la gestion des truites autour de la période de ponte*

L'objectif de cet atelier était 1) d'échanger sur les résultats des analyses de qualité des poissons de Bretagne Truite, en relation avec les pratiques renseignées dans l'enquête, 2) permettre aux producteurs d'amorcer une évolution des pratiques, et 3) optimiser la gestion de la ponte et l'élevage des géniteurs post-ponte.

Cet atelier a été organisé le 14 octobre 2019 à Plourin-Lès-Morlaix. Un vétérinaire piscicole, Pierre-Marie Boitard, a été convié à cette journée afin d'apporter un éclairage sur l'anatomie et les différentes fonctions physiologiques des truites, en particulier la maturation sexuelle de géniteurs. Une dizaine d'acteurs de la coopérative Les Aquaculteurs Bretons et de Bretagne Truite ont participé à ces échanges.

La matinée a été consacrée à la présentation du projet QualiPostOv et des premiers résultats décrivant l'évolution des qualités des truites de la PEIMA après la ponte 2017 et de Bretagne truite après la ponte 2018. Les résultats de qualités des pontes obtenus par Emilie CARDONA dans le projet Feamp NutriEgg « nouvelles stratégies nutritionnelles pour optimiser la production française d'œuf de truite arc-en-ciel » ont également été présentés. Des vidéos de « stripping », réalisées par Bretagne Truite, ont ensuite été diffusées afin d'échanger sur les différentes pratiques de ponte sur chacun des sites des participants. Les discussions ont ensuite beaucoup porté sur les gestions des pontes et des génitrices de truites. Plusieurs points ont été abordés : l'utilisation d'anesthésique, le bien-être des géniteurs pendant les manipulations, celui des manipulateurs, le temps passé hors de l'eau, etc... Enfin un bilan



intermédiaire a été réalisé sur les résultats de l'enquête auprès des pisciculteurs de Bretagne Truite sur les pratiques d'élevage avant, pendant et après la ponte.

L'après-midi a été consacrée aux ateliers pratiques sur le site piscicole de Milin Nevez à Plourin-Lès-Morlaix, filiale de la coopérative Les Aquaculteurs Bretons et fournisseur de Bretagne Truite. Ces ateliers ont été animés par le vétérinaire piscicole et le responsable d'élevage de la PEIMA, Lionel Goardon, et se sont focalisés sur le « stripping » des géniteurs, conséquence de la pratique, intérêt de la « repasse », ils ont été l'occasion de rappeler quelques éléments essentiels au bien-être des poissons.

Toutes ces informations ont beaucoup intéressé les professionnels présents. Ceux-ci étaient en attente des résultats finaux du projet QualiPostOv, en particulier lorsqu'ils concernaient la croissance et la qualité de la chair post-ponte des poissons restreints. Au bilan, cette journée a été une expérience enrichissante pour tous les participants. Les professionnels sont en attente du compte rendu final du projet QualiPostOv. Pour certains, le plus intéressant était l'échange entre pisciculteurs.

### *Enquête des pratiques de gestion des génitrices et de la ponte*

Une enquête, visant à recueillir les pratiques des pisciculteurs producteurs d'œufs saumurés de truite de Bretagne Truite, a été co-construite par les partenaires du projet (Annexe 3). Cette enquête interrogeait sur les trois phases pouvant impacter les qualités des produits : les derniers mois avant la ponte, la période de ponte elle-même, et la phase de restauration post-ponte. Les questions portaient sur tous les paramètres d'élevage : aliment (nature, rationnement, mode de distribution), types de bassins, taille des lots, densité d'élevage, qualité d'eau, traitements prophylactiques ...

Pour s'assurer d'une réponse et maximiser la fiabilité des réponses, le choix a été fait de confier le recueil des réponses au partenaire Bretagne Truite. Ce travail s'est révélé difficile car pour être plus fiable, il nous a semblé opportun de le faire au moment de la saison de ponte, période très chargée pour les pisciculteurs. Ce travail d'enquête a été fait auprès de six piscicultures (deux en production conventionnelle et quatre en production biologique) sur les pratiques de 2015 à 2018. L'expérience des producteurs variait de 2 à 31 ans d'expérience de production d'œufs saumurés de truite. Les réponses nous ont renseignés sur les pratiques réelles en termes de gestion des lots (choix des têtes ou milieu de lot, densité d'élevage, tri et regroupement de lots, stratégie de commercialisation), de rationnement des poissons (60% de la table dans les mois précédents la ponte, la durée du jeûne au moment de la ponte, les pratiques de réalimentation ... Si la synthèse des réponses se révèle très compliquée, ce travail a permis un dialogue en profondeur entre la société Bretagne Truite et les adhérents de la Coopérative Les Aquaculteurs Bretons producteurs d'œufs saumurés de truite sur tous les points interrogés dans le questionnaire. Il a conduit, par exemple, à une prise de conscience de l'intérêt de généraliser l'anesthésie des poissons avant les manipulations de ponte pour améliorer le confort de travail des utilisateurs et le bien être des poissons. Ce travail ouvre également des pistes de travaux de recherche au plus près des pratiques commerciales tel que l'effet d'un rationnement plus poussé des génitrices avant la ponte ou l'intérêt d'une distribution d'aliment en petite quantité entre deux « passages » pendant la période ponte, pour favoriser la reprise alimentaire post-ponte.

## *Publications et communications du projet (annexe 4)*

Le dernier objectif de la tâche 3 était de diffuser et valoriser les acquis du projet au-delà des partenaires du projet. Pour ce qui est de la valorisation à destination de la communauté scientifique, deux articles ont été publiés, dans *Aquaculture* et *BMC Genomics*, et une communication orale a été faite au congrès de l'EAS (European Aquaculture Society) à Berlin en 2019. Le projet et ses premiers résultats (1 communication orale et 2 posters) ont également été présentés à la profession dans le cadre des 6<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Filière Piscicole (JRFP) à Paris en 2019. L'ensemble des résultats acquis depuis seront présentés aux 7<sup>èmes</sup> JRFP en juillet prochain (5-6/07/2022) à Paris.

### **Conclusions de la Tâche 3 :**

Le projet a permis d'acquérir, de diffuser et de transférer des connaissances sur l'évolution des qualités des produits de truite après la ponte, et sur les leviers susceptibles de les impacter.

## **Conclusions et perspectives du projet**

Le projet QualiPostOv a permis de décrire pour la première fois la cinétique d'évolution des qualités après la ponte chez la truite arc-en-ciel, sur des lignées expérimentales et commerciales. Cette cinétique a pu être mise en relation avec l'évolution de la morphologie des poissons, la répartition des tissus, la distribution de taille des fibres musculaires et la dynamique d'expression des gènes du muscle. Le projet a également été l'occasion de tester des facteurs pouvant impacter cette cinétique de restauration des qualités. Nous avons ainsi montré que ni un léger rationnement avant la ponte, ni le niveau d'adiposité des poissons n'avaient d'impact majeur sur la restauration des qualités post-ponte. Le projet a également fourni des espaces d'échanges entre les professionnels producteurs d'œufs saumurés de truite et les acteurs de recherches sur les questions piscicoles.

Au détour des belles avancées du projet, nous avons toutefois rencontré quelques difficultés. Le projet a démarré juste après la mortalité massive survenue à la PEIMA en septembre 2017. Le lot de génitrices concernée par la première expérimentation du projet (Automnales 2017) a été par chance épargné. Cela n'a pas été le cas des cohortes de la souche printanière (PRN, MAI et GRA) et nous avons eu de fortes inquiétudes sur la possibilité de réaliser l'expérimentation sur ces lignées. Par ailleurs, la crise sanitaire et le confinement généralisé en mars 2020 nous ont par ailleurs contraint à arrêter le suivi post-ponte 2019 des poissons de Bretagne Truite, et à abattre tous les poissons de l'expérimentation sur les printanières qui devaient pondre en avril 2020. Une cohorte devant pondre en 2021 était heureusement présente à la PEIMA, ce qui nous a permis, avec l'obtention de la prolongation du projet, de réaliser cette expérimentation en 2021.

Par rapport aux actions annoncées dans la réponse à l'appel d'offre en 2017, la réalisation du projet a rempli presque l'intégralité des attendus. Les principaux objectifs, qui étaient de décrire l'évolution des qualités et d'évaluer des leviers impactant cette évolution, ont été pleinement remplis. Seuls les échantillons collectés lors de la dernière expérimentation sur les lignées printanières sont, du fait de son report, encore en cours d'analyse, pour mettre en relation les données de qualité avec la reprise de croissance musculaire. Parmi les pistes d'amélioration que nous avons envisagées et qui reste à étudier, il y a l'impact des pratiques de pontes, avec des stress répétés, et l'optimisation de la reprise

alimentaire qui semble un point clé. En effet, il est apparu que le principal déterminant de la restauration de la qualité est la reprise de croissance. Des éléments de réponse sont sûrement à extraire des résultats de l'enquête. Cette enquête, que nous avons voulu très complète pour couvrir l'ensemble des données pouvant impacter la récupération des poissons, s'est révélée complexe à renseigner et en conséquence, il a été difficile de synthétiser les réponses qui auraient pu éclairer des différences de cinétique de restauration des qualités.


Une des sorties attendues du projet était de proposer des recommandations sur la date seuil de commercialisation post-ovulation pour garantir un produit de qualité. Nos résultats montrent que la durée nécessaire pour restaurer les qualités peut aller de 2 à 6 mois post-ponte selon les expérimentations. De telles variations peuvent être liées aux conditions environnementales, variable d'une année à l'autre, mais aussi à l'origine génétique et à l'état des poissons. Au-delà du temps nécessaire pour rétablir une moyenne de qualités correctes pour un lot, nous avons observé une forte variabilité de qualité à l'intérieur d'un lot. Ainsi, les qualités de certains poissons sont peu affectées par la maturation sexuelle et la ponte, et la restauration pour ces individus sera probablement beaucoup plus rapide que pour ceux dont les qualités sont très impactées. La compréhension et la prédiction de cette variabilité individuelle restent à explorer.

Pour finir, si le projet a permis de répondre à la plupart des questions que l'on se posait initialement, il a également fait émerger de nouveaux leviers potentiels pour optimiser cette restauration post-ponte. Le principal levier que nous avons peu abordé dans le projet, et qui peut être majeur pour optimiser l'état des poissons, est la piste nutritionnelle. Nous avons testé un rationnement modéré (80% de la table de rationnement) des poissons avant la ponte qui s'est révélé peu impactant sur la restauration des qualités. L'impact d'un rationnement plus marqué, correspondant aux pratiques réelles en production, permettrait de savoir si des femelles avec des états nutritionnels plus tranchés au moment de la ponte auront des profils de restauration distincts. Toujours sur cette piste nutritionnelle, il apparaît pertinent de tester si la nature de l'aliment, dans sa composition globale en termes de pourcentage de protéines / lipides, mais aussi sur l'origine des matières premières qui le compose, ou de la quantité et de la nature des pigments caroténoïdes, peut impacter la restauration des qualités. Nous avons, dans ce projet, testé l'impact du niveau d'adiposité musculaire et sous-cutané, grâce au modèle génétique des lignées divergentes grasses et maigres. Les résultats obtenus restent à conforter avec un autre modèle induisant différents niveaux d'adiposité, en particulier au niveau péri-viscéral, par exemple avec des aliments plus ou moins riches en lipides ou en énergie. L'exploration de ces leviers nutritionnels pourrait également être associée à un suivi plus précis de la prise alimentaire. Le comportement alimentaire des poissons lors de la période de ponte n'a jamais été étudié. La pratique de mise à jeun des lots au moment de la ponte est rationnelle, mais il semble que dans un lot certains poissons peuvent continuer à s'alimenter, et on peut certainement optimiser les stratégies de nourrissage pour favoriser une reprise de croissance rapide après la ponte.

## Annexes

### Annexe 1 : Programmes des réunions et rencontres du projet

#### *Réunion de lancement du projet – 19/04/2018*



**Projet Feamp QualiPostOv**  
**Optimisation de la qualité de la chair de grande truite arc-en-ciel**  
**(*Oncorhynchus mykiss*) après ovulation**

**Ordre du jour - Réunion de lancement - 19 avril 2018**

Salle Michel Pascal  
Laboratoire INRA de Physiologie et Génétique des Poissons  
Rennes - Campus de Beaulieu - Bâtiment 16A

9h45 : Accueil autour d'un café

10h : Tour de table de présentation des participants  
Présentation des partenaires du projet (5 min max par partenaire) :

- INRA – LPGP : Jean Charles Gabillard
- INRA – PEIMA : Lionel Goardon
- Bretagne Truite : Dominique Charles

10h30 – 11h : Présentation générale du projet, incluant gestion administrative, communication

11h – 12h30 : Etat d'avancement – résultats préliminaires INRA Automnales 2017

- Protocole – Gestion des pontes : Florence Lefèvre
- Suivi des lots post-ponte – alimentation / croissance : Thierry Kernéis, Florence Lefèvre
- Analyse de la qualité des produits : Diane Ahongo

12h30 – 14h : Pause déjeuner

14h – 17h : Planification / organisation des actions à venir

- Retour sur les différentes tâches - Calendrier
- Planning et organisation des mesures "Bretagne Truite 2018"
- Mise en place de l'enquête sur les pratiques de gestion des géniteurs
- Mise en place des ateliers d'échanges autour des pratiques de gestion des géniteurs
- Date de la prochaine réunion



#### *Réunion de discussion sur les actions en cours – 18/06/2018*

Ordre du jour : Préparation des mesures de qualité 2018-2019

#### *Réunion de discussion sur les actions en cours – 13/11/2018*

##### **Ordre du jour:**

- Mesures de qualité post-ovulation des poissons "BT2018"
- Enquête
- Évaluation du stress de transport/abattage et conséquences sur la qualité
- Point administratif : demande d'acompte pour le projet QPO

## Comité de pilotage – 25/03/2019

### Projet Feamp QualiPostOv Optimisation de la qualité de la chair de grande truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) après ovulation

Réunion de mi projet - 25 mars 2019 – PEIMA, Sizun

#### Ordre du jour

**10h** : Accueil des participants à la PEIMA autour d'un café

**10h15** : Début de la réunion et présentation du projet -> 15min

#### Avancées du projet :

- **10h30** : Evolution de la qualité des poissons de deux piscicultures de Bretagne Truite (Guillaume) -> 30 min
- **11h** : Caractérisation de la qualité des filets de truite de souche "Automnale 2017" après l'ovulation (Diane) -> 30 min
- **11h30** : Enquête sur les pratiques de gestion des génitrices auprès des producteurs de Bretagne Truite. Rappel du cadrage (Guillaume) -> 45 min

**12h30** : Buffet à la PEIMA -> 1h

**13h30** : Visite de la pisciculture expérimentale et de l'atelier de transformation -> 1h

#### Actions à venir :

- **14h30** : Mise en place des ateliers pratiques (Thierry/Guillaume) -> 45min
- **15h15** : Suite des expérimentations à la PEIMA : « Automnale 2019 » et « Printanières 2020 » (Lionel/Florence) -> 45 min
- **16h** : Description de l'évolution de la qualité sur deux « nouvelles » piscicultures de Bretagne Truite (bio et conventionnel) (Dominique/Jean) -> 30 min

**16h30** : Point sur la gestion du projet (Guillaume/Florence) -> 30 min

- Information sur la rédaction du rapport intermédiaire
- Point financier
- Point sur la communication

**17h** : Fin de la réunion



## Journée d'échange avec les professionnels - Projet QualiPostOv -

---

Mardi 18 Juin à la PEIMA, Sizun

### Programme prévisionnel :

**9h :** Accueil des participants à la PEIMA autour d'un café

**9h15 :** Début de la journée et présentation du projet (Florence/Guillaume) -> 15min

#### Présentation des résultats :

- **9h30 :** Evolution de la qualité des truites automnales de la PEIMA (Diane) -> 30 min
- **10h :** Evolution de la qualité des poissons de deux piscicultures de Bretagne Truite (Guillaume) -> 30 min

**10h30 :** Echange autours des résultats et de l'enquête -> 1h

**11h15 :** Visite de la pisciculture expérimentale et de l'atelier de transformation -> 1h

**12h15 :** Buffet

**13h :** fin de la journée.



## Comité de pilotage – 13/09/2019

### Projet Feamp QualiPostOv

Optimisation de la qualité de la chair de grande truite arc-en-ciel  
(*Oncorhynchus mykiss*) après ovulation

Comité de pilotage - 13 septembre 2019 – INRA-LPGP, Rennes

### Ordre du jour

**9h15** : Accueil et collation (*Salle Visioconférence*)

**9h30** : Rappel du cadrage du projet, état d'avancement (*Florence*) (10min)

#### **Avancées du projet :**

- o **9h40** : Retour sur les JRFP (*Guillaume*) (10min)
- o **9h50** : Rédaction du rapport intermédiaire (*Florence/Guillaume*) (5min)
- o **9h55** : Enquête sur les pratiques de gestion des génitrices de truite auprès des producteurs de Bretagne Truite (*Jean/Guillaume/Elisa*) (10min) ?
- o **10h05** : Suivi de croissance des lots expérimentaux (*Lionel/Thierry*) (15min)
- o **10h20** : Tests des implants qui seront utilisés lors des pontes de cet automne (*Violaine*) (15min)
- o **10h35** : Point d'information sur la gestion du contrat (*Nathalie*) (15min)

#### **Actions à venir :**

- o **10h50** : Ateliers d'échange en septembre et octobre (*Thierry/Lionel*) (30min)
- o **11h20** : Expérimentations à la PEIMA cet automne (*Lionel/Florence*) (15min)
- o **11h35** : Description de l'évolution post-ponte de la qualité (bio, conventionnel, 3n) en conditions de production sur de nouveaux sites de Bretagne Truite (*Dominique/Jean*) (15min)

**12h** : Déjeuner au restaurant

# Atelier d'échanges sur la gestion des truites autour de la période de ponte – 24/10/2019



## Atelier d'échanges sur la gestion de la ponte et de l'élevage post-ponte

Jeudi 24 octobre 2019

### Matin : Salle Kan Levenez, Plourin-lès-Morlaix

|       |  |
|-------|--|
| 9h15  | Accueil autour d'un café   |
| 9h45  | Tour de table  |
| 10h00 | Présentation du projet QualiPostOv : « Optimisation de la qualité de la chair de grande truite arc-en-ciel après ovulation », <b>Elisa</b>                                 |
| 10h15 | Rappel de la physiologie de la reproduction, <b>INRA PEIMA</b>   |
| 10h30 | Présentation des résultats du projet NutriEgg : « Nouvelles stratégies nutritionnelles pour optimiser la production française d'œufs de truite arc-en-ciel », <b>Elisa</b> |
| 11h00 | Echanges sur les différentes pratiques de stripping chez Bretagne Truite, <b>INRA PEIMA</b>  |
| 11h30 | Retour sur les résultats des enquêtes effectuées chez les pisciculteurs  |
| 12h00 | Déjeuner sur place   |

### Après-midi : Pisciculture de Plourin-lès-Morlaix

|       |  |
|-------|--|
| 13h30 | Visite du site   |
| 14h00 | Atelier pratique <ul style="list-style-type: none"><li>• Rappel de l'anatomie du poisson, <i>Intervention vétérinaire</i></li><li>• Manipulation de poissons lors de la ponte</li><li>• Echanges sur l'organisation de la ponte et du poste de travail</li></ul> |
| 16h00 | Synthèse de la journée : retour des pisciculteurs  |
| 16h30 | Fin de l'atelier d'échanges  |





## Réunion de fin de projet – 16/11/2021



### Projet Feamp QualiPostOv Optimisation de la qualité de la chair de grande truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) après ovulation

Ordre du jour - Réunion de fin de projet – 16 novembre 2021

Salle communale Saint Ildut, rue des Monts d'Arrée à Sizun (29)

9h45 : Accueil autour d'un café

10h : Introduction et tour de table – *Florence + participants*

10h15-12h30 : Résultats du projet

- Rappel sur l'évolution de la qualité des Automnales - ponte 2017 - *Florence*
- Evolution de la morphologie des poissons et de la structure musculaire des Automnales - ponte 2017 - *Jérôme*
- Evolution du transcriptome musculaire associée à la restauration de la qualité des Automnales - ponte 2017 – *Pierre-Yves*
- Description de l'évolution de la qualité des truites de BT – pontes 2018 et 2019 - *Florence*
- Caractérisation des pontes à la PEIMA : automnales 2017 et 2019, PRN/GRA/MAI 2021 - *Florence*
- Croissance post-ponte à la PEIMA - *Thierry*

12h30 – 13h30 : Pause déjeuner

13h30 – 16h : Résultats du projet – suite

- Effet du rationnement avant la ponte sur la qualité à la ponte et son évolution - *Florence*
- Effet de la date de ponte et de la durée de jeûne sur la qualité à la ponte et son évolution - *Florence*
- Effet de la date de ponte et de la durée de jeûne sur le comportement post-ponte - *Valentin*
- Effet du niveau de réserves corporelles sur la qualité à la ponte et son évolution – modèle des lignées GRA / MAI – Analyse en cours – Résultats préliminaires - *Florence*
- Lien entre qualités des pontes et qualités post-ponte des produits – Résultats préliminaires - *Florence*
- Retour sur l'atelier d'échange autour de la ponte - *Thierry et/ou Lionel*
- Enquête auprès des producteurs de Bretagne Truite – *Jean*

16h – 16h30 : Discussion sur les avancées du projet - Bilan et perspectives



# Annexe 2 : Comptes-rendus des réunions

## Réunion de lancement du projet – 19/04/2018



### Projet Feamp QualiPostOv Optimisation de la qualité de la chair de grande truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) après ovulation

#### Compte Rendu - Réunion de lancement - 19 avril 2018

**Présents :** Diane Ahongo, Adèle Branthonne, Dominique Charles, Violaine Colson, Jean-Charles Gabillard, Lionel Goardon, Thierry Kernéis, Véronique Lebre, Aurélie Lecam, Florence Lefèvre, Béatrice Porcon, Cécile Rallière, Pierre-Yves Rescan, Jean Ruche, Nathalie Sabin

**Excusés :** Jérôme Bugeon, Nathalie Huet, Laurent Labbé

#### Résumé des discussions :

**Matin :**

- **Présentation des partenaires participants :** Diaporamas en annexe
- **Présentation générale du projet :** Diaporamas en annexe
- **Présentation des résultats préliminaires "Automnales 2017" :** Diaporamas en annexe

Remarque : le poids des truites de cette manip au moment de l'ovulation (~ 1,4 kg) correspond au format des "truites à caviar" chez Bretagne truite.

- Remarque sur l'anesthésie des poissons expérimentaux de la manip "automnale 2017" : il serait intéressant de faire doser la tricaine dans des échantillons de muscle (frais et fumés).

Après-midi : **discussion sur les actions à venir :** Diaporama de cadrage en annexe

Quelques points de discussion :

- Proposition de trouver collectivement à un autre terme que "retapage", proposition de "récupération", "restauration" – à réfléchir et à rediscuter pour une adoption collégiale d'un autre terme.
- La question de mesurer l'impact des **conditions d'abattage** sur la qualité des produits reste posée, indépendamment de la question de la récupération post-ov. Il faudra planifier, au printemps 2019, un point de mesure de poissons abattus en pisciculture, comparés à des poissons du même lot, abattus à l'usine de Bretagne Truite.
- L'enquête sur les pratiques de gestion des pontes pourrait être complétée d'un recueil des **données de pontes** (dates, taille des poissons, poids de ponte, ...). Cette enquête pourrait aboutir à la rédaction d'un guide de bonnes pratiques de gestion des géniteurs.
- Remarque sur la **cinétique de restauration de la qualité** : D'après les résultats obtenus dans l'expérimentation "Automnale 2017", nous ne mesurons pas d'évolution des paramètres de qualité avant 2 mois post-ov. Pour le suivi des poissons de Bretagne Truite, il est donc plus pertinent d'espacer les mesures au début de la période de récupération, et de faire des mesures plus

fréquentes à partir du mois de mars (1 mesure par mois) pour correspondre à la période de commercialisation des poissons.

- Principe des **mesures de qualité "Bretagne Truite 2018"** : pour chaque point de mesure, abattage sur les sites de production de 20 poissons par condition (20 post-ov + 20 3n sur un site conv, 20 "bio" post-ov sur un site "bio"). Transport des poissons saignés sous glace à l'atelier de la PEIMA pour découpe, mesures, transformation par fumaison.

- Discussion sur les sites les plus adaptés pour le suivi post-ov (sites conventionnel et "bio"). La question porte surtout sur la possibilité de traçabilité, à moyen terme, des conditions de ponte. Jean Ruche fera un état des lieux des pratiques des pisciculteurs pré-sélectionnés. Nous finaliserons le choix des sites, et les conditions pratiques de récupération des poissons lors d'une **réunion le lundi 18 juin** à Plouigneau.

#### Prochaines échéances :

- **18 juin** à Plouigneau : Discussion sur les mesures de qualité "Bretagne Truite 2018"
- **Semaine 37 (SPACE)** : réunion d'1/2 journée à Rennes mercredi ou jeudi, point sur les avancées + discussion sur l'enquête.

#### MERCI A TOUS POUR VOTRE PARTICIPATION!



# Réunion de discussion sur les actions en cours – 18/06/2018



## Projet QualiPostOv Compte-rendu réunion INRA - Bretagne Truite 18 juin 2018 à Plouigneau

### Présents :

Bretagne truite : Julie ?, Jean Ruche, Emmanuel Curet, Dominique Charles  
INRA-PEIMA : Lionel Goardon, Thierry Kerneis  
INRA-LGSP : Jérôme Bugeon, Florence Lefèvre

### Ordre du jour : Préparation des mesures de qualité 2018-2019

Rappel période de commercialisation post-Ov : de fin mars à juin.

#### Choix des producteurs pour le suivi "BT 2018"

- En conventionnel:

Richard Le Dreff, pisciculture de Kerauter, à Ste Tréfine (22, Près de Guérlédan ~ 1 h de la PEIMA)

2n + 3n (2 bandes) tailles similaires.

Fonctionnement : achète de la truitelle à 200-300g (dans la coop depuis 2003)

Origine Pisciculture du Leff (ou Les truites du Gouet???) à Yvias (22) 2n : 2 origines (2 bandes 900g et 1160g)

3n : Kerinec (2 bandes 600g et 1-1.5kg)

Même génétique "Plourin" pour toutes

- En "Bio"

Choix de Patrice Morvan (Pisciculture Pénity à Duault, 22)

Génétique "Plourin" également, 600g à 1kg.

#### Organisation pratique

Calendrier :

| Semaine :  | Date d'abattage | Point de mesure Qualité |
|------------|-----------------|-------------------------|
| Semaine 47 | 20/11/2018      | Ov                      |
| Semaine 3  | 15/01/2019      | 8 sem post-ov           |
| Semaine 6  | 5/02/2019       | 11 sem post-ov          |
| Semaine 10 | 5/03/2019       | 15 sem post-ov          |
| Semaine 14 | 2/04/2019       | 19 sem post-ov          |
| Semaine 18 | 30/04/2019      | 23 sem post-ov          |
| Semaine 21 | 21/05/2019      | 26 sem post-ov          |

Discussion sur la difficulté d'isoler un lot de poissons sur leur date de ponte



# Réunion de discussion sur les actions en cours – 13/11/2018



## Projet QualiPostOv Compte-rendu / Relevé de décisions Réunion du 13/11/2018 (visio)

### Présents :

BT : Jean Ruche, Dominique Charles, Sandrine ?,  
INRA-PEIMA : Lionel Goardon, Thierry Kernéis,  
INRA-LPGP : Guillaume Brit, Jérôme Bugeon, Florence Lefèvre

### Ordre du jour:

- Mesures de qualité post-ovulation des poissons "BT2018"
- Enquête
- Évaluation du stress de transport/abattage et conséquences sur la qualité
- Point administratif : demande d'acompte pour le projet QPO

### Relevé de décisions

#### Mesures de qualité post-ov des poissons "BT2018"

Lionel a contacté Richard et Patrice : choix de mettre de côté (dans cage) 25 femelles ovulées après le passage de jeudi (15/11) à Kerauter et à Penity. Mise à jeun de 25 femelles stériles (à Kerauter) isolées dans une cage vendredi. Abattage mardi 20/11.

Déplacement sur les 2 sites vendredi 16/11 (Lionel et Guillaume) pour caler les conditions d'abattage.

Finalisation du protocole: Intégration du descriptif des déplacements assurés par LPGP et la PEIMA dans le protocole (organisation de la journée d'abattage du mardi); Choix du personnel de la PEIMA pour découpe/mesures dans l'atelier; Précision du protocole de fumage par Thierry.

Envoi du protocole à tous les acteurs (Florence).

#### Enquête

Reprise du questionnaire point par point avec Jean. Remarques/suggestions de modifications/améliorations sur plusieurs points.

Prise en compte de ces remarques et modifications pour envoi avant la fin de la semaine (Guillaume/Florence).

#### Évaluation du stress de transport/abattage et conséquences sur la qualité

Demande INRA de décalage de la manip : Initialement prévue semaine 20, repoussée semaine 23 (mardi 4 juin).

Mesures sur des poissons stériles.

Voir la possibilité de découpe/mesures à l'usine (Plouigneau) dans la petite salle (à valider avec Dominique) pour limiter le temps d'attente abattage-mesures.

Choix d'un site de production proche de l'usine, également pour limiter le temps d'attente abattage-mesure.

Discussion sur le nom du projet. Proposition de Jean : « Bien-être Bretagne Truite » (BE BT 2018).

Pour anticiper les contraintes pratiques, le protocole sera rédigé rapidement (décembre) pour discussion.

#### Point administratif : demande d'acompte pour le projet QPO

A voir avec Dominique. Pas sûr qu'on atteigne les 30%.

Envoi du fichier excel initial complet à Jean (Florence).



# Comité de pilotage – 25/03/2019



## Projet Feamp QualiPostOv Optimisation de la qualité de la chair de grande truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) après ovulation

Réunion de mi projet - 25 mars 2019 – PEIMA, Sizun

### Compte rendu

**Présents :** Diane Ahongo, Marjorie Bideau, Guillaume Brit, Jérôme Bugeon, Erwan Caudal, Dominique Charles, Violaine Colson, Victor Dumas, Jean-Charles Gabillard, Lionel Goardon, François Guyvarc'h, Thierry Kernels, Laurent Labbé, Aurélie Lecam, Florence Lefèvre, Pierre-Yves Rescan, Jean Ruche

**Excusés :** Adèle Branthonne, Nathalie Huet, Véronique Lebre, Béatrice Porcon, Cécile Raillière, Nathalie Sabin

#### Résumé des discussions :

##### o Matin :

- Tour de table (présentation des participants)
- Présentation générale du projet (diaporama en annexe)
- Présentation des résultats portant sur les « Automnales 2017 » (diaporama en annexe)  
« Caractérisation de la qualité chez la truite arc-en-ciel après l'ovulation ». Travail terminé. En cours de valorisation.
- Présentation des résultats préliminaires portant sur les poissons de Bretagne Truite (diaporama en annexe)  
« Evolution de la qualité des poissons de deux piscicultures de Bretagne Truite ». Travail en cours.
- Présentation de la démarche de co-construction de l'enquête Bretagne Truite et premiers retours (diaporama en annexe)  
Présentation de l'enquête co-construite avec les trois partenaires.  
**Point sur l'avancement :** Pour le moment 3 sites sur 8 ont répondu à l'enquête. Les enquêtes sont complétées par Jean qui se déplace sur chaque site. Elles devraient être toutes réalisées fin avril.  
**Suite :** Le traitement des données recueillies et la mise en forme des résultats de cette enquête sera fait par Guillaume à LPGP.  
Quelques ajustements :
  - Si un pisciculteur gère deux sites, regroupement possible en un seul lot
  - Difficulté à obtenir des informations exploitables concernant le suivi pré-ovulation à 6 mois car les lots de poisson ne sont pas bien établis pendant cette période, besoin de le raccourcir à 3 mois.

Après discussion, il paraît inutile de reconduire cette enquête l'année prochaine. En fonction des conclusions de l'analyse, on pourra envisager de préciser quelques points si nécessaire.

- o **Après-midi :** discussion sur les actions à venir
  - Mise en place des ateliers pratiques – proposition de Thierry (diaporama en annexe)

A mettre en place sur le site de Bretagne Truite de Plouguenau, en septembre.

8 sites de Bretagne Truite impliqués (5 « bios » et 3 « conventionnels ») et 3 personnes du site de Plouguenau.

Format d'une journée retenu, avec la matinée dédiée à la présentation de certains résultats expérimentaux et de l'analyse de l'enquête. L'après-midi sera consacrée à la pratique surtout axée sur la gestion de la ponte (anatomie des poissons, échanges autour des pratiques de chacun, bien-être animal et bien-être du personnel). Discussion sur la possibilité de tester une méthode par injection d'air (non prioritaire pour le moment). La journée se terminera par un bilan, suivi d'un questionnaire de satisfaction qui pourra faire office de livrable (possibilité de faire aussi une planche illustrative sur les bonnes pratiques de « stripping »).

- Suite des expérimentations à la PEIMA (diaporama en annexe)

Expérimentations portant sur la tâche 2 du projet (identification de facteurs permettant d'optimiser l'état des poissons).

#### Propositions :

- Test de l'impact de 2 niveaux de rationnement avant la ponte.
- Test de l'impact de différentes durées de jeune péri-ovulatoire sur des truites « automnales 2019 ».

3 ou 4 points de mesures prévus (ovulation, 2 mois, 4 mois, 6 mois).

La question du suivi du comportement alimentaire individuel ou collectif est à réfléchir.

- Comparaison des lignées grasses et maigres (+ témoin printanières) au printemps 2020, pour évaluer l'impact du niveau de réserves corporelles sur la restauration de la qualité.

Remarque : Des travaux pourraient être réalisés sur les drivers du déclenchement de la ponte (le stress de transport par exemple permet de mieux synchroniser les pontes).

- Discussions sur les sites les plus adaptés pour le suivi post-ov (sites conventionnel(s) et "bio") de la deuxième campagne de mesure « Bretagne Truite 2019 ». Peut-être trois piscicultures différentes cette fois-ci (une pour chaque lot), si proximité de la PEIMA.

Le choix des sites sera finalisé lors de la réunion de présentation des résultats aux producteurs de Bretagne Truite le **mardi 18 juin** à la PEIMA.



- Point sur la gestion du projet (diaporama en annexe)  
Si possible, justifier 60% des dépenses avant novembre 2019 à Nathalie Huet (INRA LPGP).  
Communication possible des résultats « Bretagne Truite 2018 » sur le principe lors des journées de la filière piscicole les 2 et 3 juillet à Paris. Les supports de communication (résumés, posters) seront envoyés à Jean et Dominique avant.

#### Prochaines échéances :

- **18 juin :** Présentation des résultats "Bretagne Truite 2018" aux pisciculteurs du groupe (à la PEIMA) sur une demi-journée (visite de la PEIMA en fin de matinée).
- **Septembre :** Atelier d'échange (à Plouguenau) sur une journée

#### MERCI A TOUS POUR VOTRE PARTICIPATION!



Annexe : Présentations de la journée



# Comité de pilotage – 13/09/2019



## Projet Feamp QualiPostOv Optimisation de la qualité de la chair de grande truite arc-en-ciel (Oncorhynchus mykiss) après ovulation

Comité de pilotage - 13 septembre 2019 - INRA-LPGP, Rennes

### Compte rendu

Présents : Diane Ahongo, Adèle Brardhonne, Guillaume Brit, Jérôme Bugeron, Emille Cardona, Dominique Chelou, Morgane Choizat, Violaine Colson, Jean-Charles Gabillard, Lionel Gardon, Isabelle Hus, Thierry Kerneis, Véronique Labret, Aurélie Lucam, Florence Leffers, Béatrice Kermadec-Parcon, Cécile Rallière, Pierre-Yves Rescan, Jean Roche, Nathalie Sabin, Eliza Teteostre.

Excusés : Nathalie Huat, Laurent Labbé.

#### Résumé des discussions :

##### Tour de table

- Présentation des participants.
- Arrivée de la nouvelle ingénieure (Eliza Teteostre) sur le projet qui prend la suite de Guillaume Brit pour le suivi du projet.
- Invitation d'Emille Cardona dans le cadre du projet phénotypique portant sur le séquençage de micros ARN circulants dans le plasma qui seront mis en relation avec la qualité des produits dans l'objectif d'identifier des prédicteurs de la qualité.
- Invitation d'Isabelle Hus, nouvelle chercheuse dans l'équipe Croissance et qualité de l'INRA-LPGP.

##### Etat d'avancement du projet (Florence)

| Lot | Statut     | Projet     | Responsable     |
|-----|------------|------------|-----------------|
| 1   | Ad libitum | Ad libitum | Thierry Kerneis |
| 2   | Ad libitum | Ad libitum | Thierry Kerneis |
| 3   | Ad libitum | Ad libitum | Thierry Kerneis |
| 4   | Ad libitum | Ad libitum | Thierry Kerneis |
| 5   | Ad libitum | Ad libitum | Thierry Kerneis |
| 6   | Ad libitum | Ad libitum | Thierry Kerneis |
| 7   | Ad libitum | Ad libitum | Thierry Kerneis |
| 8   | Ad libitum | Ad libitum | Thierry Kerneis |
| 9   | Ad libitum | Ad libitum | Thierry Kerneis |
| 10  | Ad libitum | Ad libitum | Thierry Kerneis |
| 11  | Ad libitum | Ad libitum | Thierry Kerneis |
| 12  | Ad libitum | Ad libitum | Thierry Kerneis |
| 13  | Ad libitum | Ad libitum | Thierry Kerneis |
| 14  | Ad libitum | Ad libitum | Thierry Kerneis |
| 15  | Ad libitum | Ad libitum | Thierry Kerneis |
| 16  | Ad libitum | Ad libitum | Thierry Kerneis |
| 17  | Ad libitum | Ad libitum | Thierry Kerneis |
| 18  | Ad libitum | Ad libitum | Thierry Kerneis |
| 19  | Ad libitum | Ad libitum | Thierry Kerneis |
| 20  | Ad libitum | Ad libitum | Thierry Kerneis |
| 21  | Ad libitum | Ad libitum | Thierry Kerneis |
| 22  | Ad libitum | Ad libitum | Thierry Kerneis |
| 23  | Ad libitum | Ad libitum | Thierry Kerneis |
| 24  | Ad libitum | Ad libitum | Thierry Kerneis |
| 25  | Ad libitum | Ad libitum | Thierry Kerneis |
| 26  | Ad libitum | Ad libitum | Thierry Kerneis |
| 27  | Ad libitum | Ad libitum | Thierry Kerneis |
| 28  | Ad libitum | Ad libitum | Thierry Kerneis |
| 29  | Ad libitum | Ad libitum | Thierry Kerneis |
| 30  | Ad libitum | Ad libitum | Thierry Kerneis |



- Au mois de septembre, les poissons rationnés à 80% de la table avaient un poids moyen inférieur d'environ 10% par rapport à ceux nourris à 100%.
- Les poissons ont été mis à jeun environ 15 jours cet été (à cause des conditions environnementales).
- Une dernière pesée de ces lots avant la ponte, pour leur suivi de croissance, est à prévoir en octobre.

##### Résultats du projet Nutriegg (Emilie)

- Rationnement de deux lots de poissons pendant 5 mois (Ad libitum vs 80% Ad libitum).
- Les femelles restreintes produisent le même nombre d'œufs mais ceux-ci sont plus gros et plus homogènes.

##### Organisation des ateliers d'échange avec les pisciculteurs de Bretagne Truite (Thierry/Lionel/Guillaume)

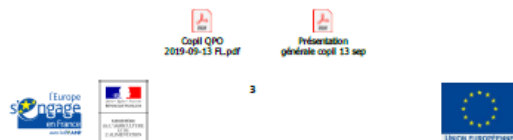
- Proposition d'un programme sur une journée. Modification de l'heure d'arrivée (9h).
- Visite du site et présence vétérinaire jugée pertinente.
- Intégration d'un volet BEA et notamment en ce qui concerne l'utilisation de l'anesthésiant (pour le poisson et pour le manipulateur).
- Date retenue : jeudi 24 octobre.

##### Expérimentation sur de nouveaux sites Bretagne truite (Dominique/ Jean)

- Le choix de la souche est peu important.
- Plutôt sur deux sites, proches de la PEIMA. Le choix se porterait sur la pisciculture de Sylvain Lespagnol (Fontaine blanche) pour le site en bio et la pisciculture de Robert Le Coat pour le site en conventionnel (2n). Les conventionnels 3n pourraient être pris à Menaouen ou à Landvisiau.
- Une visite des sites choisis est à programmer rapidement.

Prochaine réunion à prévoir avant l'été 2020.

Un grand merci à tous les participants !



- Enquête des pratiques de ponte chez les éleveurs de Bretagne Truite (Jean)
  - Pour le moment 3 enquêtes ont été complétées sur une dizaine possible.
  - Elles pourront accompagner Jean lors des prochaines rencontres avec les pisciculteurs afin de remplir le maximum d'enquêtes.
  - Un retour sur les premières réponses sera utile pour préparer l'atelier d'échange qui aura lieu le jeudi 24 octobre.

##### Evaluation du comportement et Bien-Etre Animal (Violaine)

- Lors de la prochaine expérimentation sur les truites « autoréales » de la PEIMA, des poissons « sentinelles » vont être équipés d'un capteur (biologger), implanté chirurgicalement dans la cavité abdominale. Cela permettra d'enregistrer le comportement des poissons après la ponte, et de le relier aux données de reprise de croissance et de qualité des produits.
- Des essais de l'intervention chirurgicale ont été réalisés fin août 2019, démontrant la faisabilité de la technique. Des premiers essais d'analyse des données recueillies ont également été menés. L'idée d'une phase de récupération post-opératoire dans un bassin « infirmière » a été discutée.

##### Expérimentations à venir (Florence)

- Autoréales 2019 : effet du statut nutritionnel (rétro-nourriture) + effet de la date de ponte et de la durée de jeun.

3 mesures de qualité seront réalisées sur les lots rationnés à la PEIMA pour n=30 poissons, à l'ovulation, à 2 et 4 mois post-ovulation.

Suivi de la reprise alimentaire et de la reprise de croissance.

- Pré-nourriture 2020 : effet de l'état des réserves corporelles avec le modèle des lignées grasses et maigres.

Des problèmes de structure de lot pour ces poissons de 3 ans qui ont un historique particulier. La mise en lots permettra de préciser les possibilités expérimentales sur ce modèle. Marquage des poissons programmé le 26 septembre.

##### Suivi de croissance des lots rationnés (Thierry)

- Deux lots de poissons sont nourris avec un taux de rationnement de 100% (n = 739 poissons) ou 80% (n = 368 poissons) de la table de rationnement depuis mai.



# Atelier d'échanges sur la gestion des truites autour de la période de ponte – 24/10/2019



## Compte rendu de l'atelier d'échange avec les professionnels du 24/10/2019

### Projet QualiPostOv

#### Personnes présentes aux ateliers

**Benoît Verron**, pisciculture Bio du Bourdoux ;  
**Elisa Teisseire**, INRA LPGP ;  
**Florence Gaine**, Bretagne Truite ;  
**Jean Ruche**, Bretagne Truite ;  
**Lionel Goardon**, INRA PEIMA ;  
**Miché Verron**, pisciculture Bio du Bois du Croc ;  
**Pierre-Marie Boitard**, vétérinaire ;  
**Quentin ?**, pisciculture Bio Les truites des Monts d'Arée ;  
**Sarah Gégout**, pisciculture Bio du Bourdoux ;  
**Thierry Kernels**, INRA PEIMA ;  
**Valentin ?**, pisciculture Bio du Bourdoux ;  
 L'équipe de **Plourin-lès-Morlaix** a participé à la visite de l'après-midi, à l'atelier pratique ainsi qu'au bilan de fin de journée.

#### Matin : Salle Kan Levenez, Plourin

La matinée a débuté avec la présentation des participants.

Le projet QualiPostOv « Optimisation de la qualité de la chair de grande truite arc-en-ciel après ovulation » a été présenté (cf. fin du rapport) ainsi que les résultats préliminaires de Yelchi Diane AHONGO (cf. fin du rapport) et de Guillaume BRIT (cf. fin du rapport).

Puis, les résultats d'Emilie CARDONA du projet NutriReg « nouvelles stratégies nutritionnelles pour optimiser la production française d'œuf de truite arc-en-ciel » ont été présentés (cf. fin du rapport).

Toutes ces informations ont intéressé les professionnels présents. Ils sont en attente des résultats finaux du projet QualiPostOv et plus particulièrement ceux concernant la croissance et la qualité de la chair post-ovulation des poissons restreints (Tâche 2 du projet : « identifier les facteurs déterminant de la reprise de croissance et de la restauration de la qualité post-ponte » actuellement en cours). Florence GAINÉ a souligné que les petits œufs de truites sont plus appréciés que les gros pour la consommation humaine.

Après discussions sur ces deux projets, Thierry, Lionel et Pierre-Marie ont échangé avec les participants sur les pratiques de gestion des pontes et des géniteurs de truite. Pour eux, il est important de prendre en compte toute l'histoire de vie du poisson, et ce dès les plus jeunes stades de la maturation sexuelle.



En outre, l'intérêt d'une « repasse » a été mentionné par le vétérinaire. En effet, tous les œufs ne sont pas prêts le jour de la ponte et la repasse permettrait d'éliminer les derniers œufs. Les échanges ont permis de se rendre compte que tous ne semblent pas effectuer cette pratique. Il a tout de même été précisé que les poissons étaient en **capacité de résorber 10% des œufs restant**. Les coquilles des œufs ne seront pas résorbées, elles formeront un bouchon qu'il est cependant possible d'expulser lors d'une deuxième ponte.

#### Bilan de la journée

Pour conclure, un bilan à chaud de la journée a été fait avec les participants afin d'avoir leurs premiers ressentis sur cette journée d'échanges.

Il ressort que cette journée a été une bonne expérience pour les participants. Les professionnels sont en demande d'avoir un compte rendu final sur le projet QualiPostOv. Pour certain, le plus intéressant était l'échange entre pisciculteurs.

En revanche en fait que cet atelier ait été proposé alors que le projet n'était pas encore terminé semble avoir laissé les participants avec des questions en suspens. Ils auraient préféré pouvoir discuter des résultats finaux du projet. En outre, il faut rappeler qu'une journée de présentation des résultats intermédiaires a été proposée en juin 2019 et que peu de participants avaient pu s'y rendre.

Les professionnels trouveraient intéressant que les expérimentations sur le niveau de rationnement puissent être réalisées sur des poissons ayant la même génétique que ceux élevés en pisciculture.

Enfin, ils souhaiteraient avoir plus d'information sur le détail du rationnement effectué lors du projet (rationnement en continu, périodes de jeûnes, suivant quelle table) et sur les différentes stratégies de rationnement qui existent. Des questions ont également été posées sur les possibilités de sélection génétique des poissons pour une meilleure repasse.



PPF\_presentation QPO Assises\_2019a.pdf



Présentation Diane Reuron mars 2019.pdf



Présentation Guillaume septembre



Enquête BF 2018 VF.pdf



Slide 2019 présentation Cardona



des femelles. En effet, cela peut avoir une incidence sur la qualité de reproduction des poissons et leur récupération post ponte. De l'avis de Pierre-Marie, il faut cependant modérer les impacts possibles de la gestion de l'élevage et sur les stades précoces de la maturation sexuelle.

Des vidéos de « stripping », réalisées par Bretagne Truite, ont ensuite été diffusées afin d'échanger sur les différentes pratiques de ponte sur chacun des sites des participants. Plusieurs points ont été abordés. Tout d'abord, **l'utilisation ou non d'anesthésique**. Les poissons non anesthésiés se débattaient hors de l'eau en attendant le stripping. Le vétérinaire précise que cela engendre la plupart du temps des hématomes qui fragilisent le poisson et qui peut les rendre plus sensibles aux maladies. Cependant, il faut garder à l'esprit que l'utilisation d'anesthésique nécessite une main d'œuvre (ou mécanisation) plus importante. Ensuite, des échanges ont eu lieu sur les différents **types de supports** existant pour que l'attente des poissons non anesthésiés soit moins traumatisante (il y aurait certaines mousses plus ou moins adaptées d'après le vétérinaire). Enfin, **le temps passé hors de l'eau par les poissons** a été discuté. L'intérêt d'un tri effectué en amont de l'endormissement des poissons pourrait permettre de diminuer le temps d'attente des poissons hors de l'eau. Pour le vétérinaire, 5 min hors de l'eau représente déjà une durée trop importante.

Pour finir cette matinée, Jean a présenté un **bilan intermédiaire des résultats de l'enquête** effectuée auprès des producteurs. Les professionnels sont en demande d'un compte rendu final à ce sujet. Ces échanges nous ont permis de réaliser qu'une donnée n'avait pas été prise en compte lors de la construction de l'enquête : les pisciculteurs bio effectuent un tri (mâles, femelles) en septembre-octobre, ce qui sous-entend une manipulation supplémentaire (stress). Certains d'entre eux sont en cours d'acquisition d'un échographe qui leur permettrait de différencier les mâles des femelles plus tôt, et donc d'effectuer un tri avant la période d'étiage (juin/juillet).

#### Après-midi : Pisciculture de Plourin-lès-Morlaix

L'après-midi a débuté avec une visite du site piscicole de **Millin Névez**, lieu de production des œufs embryonnés du groupe Bretagne Truite. Ils sont destinés à approvisionner les piscicultures des adhérents. Les piscicultures bio adhérentes, elles, s'approvisionnent exclusivement chez Aqualand afin de suivre le cahier des charges de l'aquaculture biologique.

L'atelier pratique s'est ensuite déroulé le site. Un rappel de l'anatomie de la truite a été fait par Pierre-Marie et Lionel : deux truites ont été strippées après anesthésie de deux façons différentes. L'un suivant les bonnes pratiques d'élevage, et l'autre d'une façon plus agressive. Ensuite, les poissons ont été ouverts et les participants ont pu observer les conséquences engendrées par un stripping forcé. Le vétérinaire a en outre rappelé quelques éléments essentiels au bien-être des poissons :

- Un forçage trop important au niveau des nageoires pectorales peut abîmer le foie, un massage réalisé un peu en dessous permet d'éviter les lésions;
- Un massage doux est à privilégier entre ces nageoires pectorales et les nageoires pelviennes afin de ne pas arracher les ovaires et la rate, l'objectif étant de décrocher les œufs;
- Un massage un peu plus important peut être effectué entre les nageoires pelviennes et la nageoire anale pour l'expulsion des œufs.



# Réunion de fin de projet – 16/11/2021



## Projet Feamp QualiPostOv Optimisation de la qualité de la chair de grande truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) après ovulation

### Compte Rendu - Réunion de fin de projet – 16 novembre 2021

**Présents :** Valentin Brunet, Jérôme Bugeon, Erwan Caudal, Dominique Charles, Morgane Chesnais, Jean-Marc Coupé, Lionel Goardon, Fanch Guyvarc'h, Isabelle Hue, Nathalie Huet, Thierry Kernéis, Laurent Labbé, Aurélie Le Cam, Florence Lefèvre, Aline Perquis, Pierre-Yves Rescan, Jean Rucho, Béatrice Saout

#### Présentations et échanges :

##### Matin :

- **Tour de table** – Présentation des participants

- **Introduction** – Rappel des objectifs du projet : Diaporama en annexe

- **Rappel sur l'évolution de la qualité des Automnales - ponte 2017** – Florence Lefèvre (Diaporama en annexe)

- **Evolution de la morphologie des poissons et de la taille des cellules musculaires Automnales 2017 PEIMA** – Jérôme Bugeon (Diaporama en annexe)

- **Etude de l'évolution du transcriptome musculaire au cours de la restauration de la qualité** – Pierre-Yves Rescan (Diaporama en annexe)

- **Description de l'évolution de la qualité des truites de Bretagne Truite – pontes 2018 et 2019** – Florence Lefèvre (Diaporama en annexe)

- **Caractérisation des pontes à la PEIMA : automnales 2017 et 2019, PRN/GRA/MAI 2021** – Florence Lefèvre (Diaporama en annexe)

- **Résultats : Reprise alimentaire et Croissance post ponte à la PEIMA** – Thierry Kernéis (Diaporama en annexe)

##### Après-midi :

- **Effet du taux de rationnement avant la ponte sur la qualité post-ponte des produits – Automnales, Ponte 2019** – Morgane Chesnais (Diaporama en annexe)

- **Effet de la date de ponte et de la durée de jeûne sur la qualité** – Florence Lefèvre (Diaporama en annexe)

- **Effet de la date de ponte et de la durée de jeûne sur le comportement post-ponte** – Valentin Brunet (Diaporama en annexe)

- **Effet du niveau de réserves corporelles sur la qualité à la ponte (et son évolution) – modèle des lignées GRA / MAI** – Analyse en cours – Résultats préliminaires – Florence Lefèvre (Diaporama en annexe)

- **Lien entre qualités des pontes et qualités post-ponte des produits** – Résultats préliminaires – Florence Lefèvre (Diaporama en annexe)

- **Retour sur l'atelier d'échange autour de la ponte** – Thierry Kernéis

- **Retour sur l'Enquête autour des pratiques auprès des producteurs de Bretagne Truite** – Jean Rucho

- **Discussion sur les avancées du projet - Bilan et perspectives**

#### Quelques points de discussion :

- Variabilité individuelle de la **dépigmentation des filets** au moment de la ponte. L'apport alimentaire pré-ponte a-t-il un impact ? Élément de réponse, aliment pigmenté donc a priori pas limitant ! Pas de corrélation entre la couleur des œufs et la couleur des filets à la ponte.

La plupart des actions annoncées ont été complétées, comme l'atteste les résultats présentés.

Le projet, par l'organisation de l'atelier d'échange avec les producteurs, a permis de faire évoluer les pratiques autour de la ponte.

La restauration post-ponte de la qualité est très liée à la reprise de croissance globale, musculaire et à la restauration des tissus adipeux.

#### Actions restant à compléter :

Analyse des données de la dernière expérimentation GRA/MAI 2021 : Mesures instrumentales de qualité et analyse sensorielle

Valorisation des résultats : 1 article paru dans *Aquaculture*, 1 accepté dans *BMC Genomics*, 3 communications au JRF2019 (1 présentation orale + 2 posters), 1 communication orale au congrès de l'EAS à Berlin en 2019. Valorisation à compléter !

**MERCI A TOUS POUR VOTRE PARTICIPATION !**

#### Annexes : ordre du jour et diaporamas des présentations

##### Ordre du jour :





# Annexe 3 : Questionnaire d'enquête des pratiques de gestion des génitrices et de la ponte



Projet QualiPostOv  
Enquête sur les pratiques de gestion des génitrices de truites



Projet QualiPostOv  
Enquête sur les pratiques de gestion des génitrices de truites



## Enquête 2018 auprès des pisciculteurs de Bretagne Truite

Bretagne Truite est partenaire du projet FEAMP (Fond Européen pour les Affaires Maritimes et la Pêche) QualiPostOv portant sur l'optimisation de la qualité de la chair de grande truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) après ovulation.

Dans ce projet, une enquête sur les pratiques de gestion des géniteurs avant, pendant et après la ponte doit être réalisée pour faire un état des lieux de ce qui existe aujourd'hui chez les professionnels.

Pour remplir cet objectif, nous avons besoin de vous, pisciculteurs membres de la coopérative des aquaculteurs bretons et producteurs de truite « à caviar ». Nous vous demandons donc de bien vouloir répondre à ce questionnaire qui porte sur vos trois dernières années de production en se focalisant à chaque fois sur une période de 6 mois avant la ponte, sur la ponte et sur la période post-ponte jusqu'à commercialisation.

Ce questionnaire se décompose en 3 parties :

- une introduction générale qui nous permettra de mieux situer votre pisciculture
- une partie traitant la **période avant la ponte** (on se limitera à 6 mois)
- une partie dédiée à la **période de ponte**
- une partie s'intéressant à la **période post-ponte** (à partir de la reprise de l'alimentation jusqu'à la vente des poissons)
- une partie concernant les remarques et formations sur ce sujet qui seraient susceptibles de vous intéresser



## Contexte

- Nom de votre pisciculture :
- Nom et fonction au sein de la pisciculture : (Personne répondant au questionnaire)
- Depuis combien de temps produisez-vous de la truite arc-en-ciel / des œufs de truite ?
- Type de production :  Alevinage  Grossissement  Œufs embryonnés  Autre :
- Votre pisciculture est :  Bio  Conventionnelle  En conversion
- Quelles sont les origines génétiques de vos poissons (lors des 3 dernières années) ?  Bretagne truite (Plourin)  Aqualande  Autre :
- Votre production annuelle moyenne et la diversité de vos produits (2015, 2016 et 2017) : A renseigner par Bretagne Truite (Jean).
- Combien faites-vous de « bandes » de ponte sur votre élevage ?  1  2  3  Plus de 3
- Le site est-il sensible à certaines pathologies ?  Oui  Non  
Si oui, lesquelles ?  Furunculose  Flavobactérie  Hépatonéphrite  Entérite  Autre :
- Faites-vous face régulièrement à des problèmes de manque d'eau en période d'étiage ?  Oui  Non  
Si oui, comment vous adaptez-vous ?  Recirculation  Oxygénation  Rationnement/Stratégie d'alimentation  Déstockage  Autre, précisez :

Sur quelle(s) période(s) ? Cochez les mois concernés ces trois dernières années.

| Année | Janvier | Février | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Août | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
|-------|---------|---------|------|-------|-----|------|---------|------|-----------|---------|----------|----------|
| 2015  |         |         |      |       |     |      |         |      |           |         |          |          |
| 2016  |         |         |      |       |     |      |         |      |           |         |          |          |
| 2017  |         |         |      |       |     |      |         |      |           |         |          |          |

## Pratiques d'élevage des génitrices durant les 6 mois avant la ponte

- Quels sont les poissons que vous conservez comme « truite à caviar » ?  Queue de lot  Milieu de lot  Tête de lot
- Quel est votre objectif de poids à la ponte des génitrices ? kg
- Avant la ponte, quelle est la charge moyenne dans vos bassins de génitrices ?  Moins de 25 kg/m<sup>3</sup>  Entre 25 et 30 kg/m<sup>3</sup>  Plus de 30 kg/m<sup>3</sup>
- Portez-vous une attention particulière à l'élevage des truites « à caviar » (densité, alimentation, qualité d'eau, ...)?  Oui  Non  
Si oui, quel type de précaution prenez-vous ?  Elevage en 1<sup>ère</sup> eau  Elevage en recirculation  Adaptation de la stratégie alimentaire, précisez :  Autre, précisez :
- Quels paramètres de qualité d'eau mesurez-vous dans les bassins de truite « à caviar » ?
- Vos poissons sont-ils manipulés dans les 6 mois qui précèdent la ponte (tri, changement de bassin) ?  Oui  Non  
Si oui, pour quelle(s) raison(s) ?

Au cours des 3 dernières années :

- Quel est votre mode de distribution de l'aliment ?  Exclusivement à la main  Exclusivement avec un distributeur automatique : (Modèle ou type de distributeur utilisé)  Les deux, en quelle proportion ?
- Quel(s) aliment(s) utilisez-vous ? (Fournisseur ? Gamme ?)
- Quel est le taux de rationnement ?  A satiété  Rationnement : à ou à % de la biomasse finale % de la table d'aliment
- Qu'est-ce qui dicte votre gestion de la croissance des lots de génitrice ?  Autorisation de production  Gestion de pathologie (entérite)  Disponibilité en eau  Autre : précisez
- Merci de renseigner le tableau annexe pour préciser le rationnement, les périodes de jeûne et la croissance de vos différents lots de génitrices.

## Description et pratiques de la période de ponte

### Généralités

- Date de début et fin de ponte des 3 dernières années (précisez les origines génétiques des poissons et les dates spécifiques, si plusieurs origines utilisées). Feuille annexe.
- A partir de quand mettez-vous à jeun les truites avant le début de la ponte ?  Moins de 3 jours  Moins d'une semaine  Entre 1 et 2 semaines  Entre 2 et 3 semaines  Plus de 3 semaines  
Quel est votre critère de mise à jeun ?
- Combien de « passe » faites-vous pendant la durée de ponte ?

### Qualité de la ponte :

- Pontes commercialisées :
  - Pourcentage de ponte « normale » : %
  - Pourcentage de ponte « déclassée » (surmature) : %
- Pontes « jetées » :
  - Proportion : %
  - Pour quelles raisons ? Présence de :  sang  fèces  gras  autre :
- Fréquence de présence de sang dans la ponte :  1 fois / 3  1 fois / 10  1 fois / 100  1 fois / 1000

### On s'intéresse ici aux poissons pendant toute la durée de la ponte.

- Distribuez-vous de l'aliment entre les passages :  Oui  Non  
Si oui,
  - à quelle fréquence ?
  - en quelle quantité ?
- Vos poissons sont-ils anesthésiés pour les manipulations ?  Oui  Non  
Si oui, quel anesthésique utilisez-vous ? (référence)  
A quelle dose ?
- Comment anesthésiez-vous les poissons ?  Bainéation « statique »  Bainéation « continue »  Autre, précisez :
- Quelle est la fréquence de renouvellement de l'eau du bac d'anesthésique ?



3/12



4/12



Tous les poissons ou Toutes les minutes

Quel critère utilisez-vous pour cela ?

- Quelle est la durée moyenne/maximum de l'anesthésie ?
- Apportez-vous de l'oxygène dans le bac ?  Oui  Non
- Les poissons sont-ils rincés ensuite ?  Oui  Non, Si oui :
  - eau du bassin  eau de ville  Rinçage statique (bain)  Rinçage continu (douche)
- Sur quel type de support les poissons attendent-ils ?
- Essuyez-vous les poissons pour les manipuler ?  Oui  Non
- Que(s) type(s) de support(s) utilisez-vous pour manipuler les poissons (serpillière, mousse,...) ?
- Quelle(s) autre(s) précaution(s) prenez-vous ?
- Pouvez-vous estimer le temps moyen des poissons hors de l'eau ? min
- Quelle est la mortalité moyenne observée dans les 48h qui suivent le ponte ? %
- Y a-t-il des épisodes occasionnels de fortes mortalités après le ponte ?  Oui  Non  
Si oui, pourquoi ?
- Quelle a été votre productivité de caviar au cours des trois dernières années (vol./masse d'œufs/kg de femelle) ?

2015 :                      2016 :                      2017 :

On s'intéresse ici aux manipulateurs.

- Combien de personnes strippent les femelles ?  1  2  3  4  5 ou plus
- Ces personnes ont-elles toutes de l'expérience ?  Oui  Non  
Si non, quelle est la proportion de personnes expérimentées ?
- Quel est le pourcentage de personnels permanents ? %, d'intérimaires ? %
- Proportion de personnes dont c'est la première année de pratique ? %
- Comment est équipé le personnel lors des manipulations pour le ponte ?  
 Gants  Veste imperméable  Masque de protection  Lunettes  Autre, précisez :

On s'intéresse maintenant à vos pratiques courantes d'élevage sur toute la durée qui précède la commercialisation de vos poissons.

- Triez-vous les poissons entre la ponte et la vente ?  Oui  Non  
Si oui, à quel(s) moment(s) ?
- A partir de quand pouvez-vous commercialiser vos poissons après le ponte ?
- Jusqu'à quand les commercialisez-vous ?
- Mélanges-vous les queues de lot ?  Oui  Non
- Quel est votre critère de commercialisation ?  
 Poids  Couleur du filet  Autre, précisez :
- Observez-vous des différences dans les dates de commercialisations de vos truites en fonction de leur ponte ?  Oui  Non
- Vérifiez-vous la couleur des filets ?  Oui  Non  
Si oui, sur combien de poissons ?  
Comment l'évaluez-vous ?
- Manipulez-vous les truites lors des mois qui précèdent la commercialisation ?  
 Oui  Non  
Si oui, quel type de manipulation effectuez-vous ? (tri, suivi de croissance)
- Quelle est la mortalité estimée ou constatée entre le ponte et la commercialisation ?
- Quelles en sont les raisons (symptômes, diagnostic vétérinaire) ?
- Comment qualifieriez-vous la qualité de vos truites « à caviar » au début de la période de commercialisation ?  
 Mauvaise  Médiocre  Moyenne  Bonne  Excellente
- Et à la fin de la période de commercialisation ?  
 Mauvaise  Médiocre  Moyenne  Bonne  Excellente
- Pensez-vous que cette qualité puisse être optimisée ?  
- Au début ?  Oui  Non  
- A la fin ?  Oui  Non
- Pour vous, quelle serait la durée de récupération idéale pour obtenir un produit de qualité ?

### Remise en condition des femelles avant commercialisation



On s'intéresse ici à ce qu'il se passe juste après le ponte (le premier mois)

- Dans combien de bassins répartissez-vous les truites ayant pondues ?
- Après la ponte, quelle est la charge moyenne dans le(s) bassin(s) qui accueille(nt) les truites ayant pondues ?  
 Moins de 25kg/m<sup>3</sup>  Entre 25 et 50 kg/m<sup>3</sup>  Plus de 50 kg/m<sup>3</sup>
- Y a-t-il une différence de conditionnement (manipulation, traitement, attention,...) pour les lots en fonction de l'objectif de commercialisation ?  Oui  Non
- Quel est le poids moyen des femelles après le ponte ?
- Mélanges-vous aussitôt vos lots de truites ayant des dates de ponte différentes ?  
 Oui  Non  
Si oui, quel est l'écart moyen et maximal entre les dates de ponte ?  
- Ecart moyen : jours  
- Ecart maximal : jours
- Quand réalimentez-vous le bassin ?
- Quel critère utilisez-vous pour réalimenter ?
- Quel(s) aliment(s) utilisez-vous ? (nom et référence)
- Adaptez-vous la quantité de pigment à l'objectif de commercialisation ?  Oui  Non  
Si non, quantité de pigment : ppm  
Si oui, précisez la quantité et la durée :  
Précisez la nature du pigment :
- Conservez-vous le même type d'aliment jusqu'à la commercialisation ?  Oui  Non  
Si non, précisez : (nom et référence)
- Le taux de rationnement évolue-t-il après le ponte ?  Oui  Non  
Si oui, de quelle manière ajustez-vous sa progressivité ?
- Quels sont les opérations nécessaires à apporter aux poissons après la période de ponte ?  
 Aucun  Condition d'élevage  Prophylaxie  Médicaments  Autre :

### Pour aller plus loin ...



- Autre éléments importants que nous aurions oubliés et qui vous semblent importants pour ce projet ?
- Etes-vous intéressés par des ateliers d'échanges avec la PEIMA (INRA) :
  - sur les pratiques de gestion des génitrices ?  Oui  Non
  - sur la gestion de la période pré-ponte ?  Oui  Non
  - sur la période de ponte ?  Oui  Non
  - sur la période de remise en condition après le ponte ?  Oui  Non
  - sur le ponte des truites et le suivi post-ponte ?  Oui  Non
- D'après vous, sur quelles thématiques faudrait-il axer ces ateliers d'échange ?
  - Conseils de sécurité et d'hygiène lors de la période de ponte
  - Stripping et anatomie de la truite
  - Pratiques d'élevage et qualité du filet
  - Autre :

C'est terminé !

Merci du temps que vous avez consacré à remplir ce questionnaire !

Vos réponses nous seront très utiles pour compléter ce projet de recherche. Elles nous permettront de mieux appréhender vos pratiques de conduite des géniteurs et ainsi d'identifier des leviers à tester pour optimiser la remise en condition des truites après le ponte.

**Pratiques d'élevage des génitrices durant les 6 mois avant la ponte (Annexe)**

- Merci de renseigner le tableau annexe pour préciser le rationnement, les périodes de jeûne et la croissance de vos différents lots de génitrices.

- 2015
  - Lot A : Poids initial (Mars) : \_\_\_\_\_ Poids final (Ponte) : \_\_\_\_\_

|   | Mars | Mai | Jun | Juliet | Août | Septembre | Octobre |
|---|------|-----|-----|--------|------|-----------|---------|
| Nombre de jour de jeûne                         |      |     |     |        |      |           |         |
| Quantité d'aliment ramené à un poids de poisson |      |     |     |        |      |           |         |
| Taux de croissance journalier                   |      |     |     |        |      |           |         |

- Lot B : Poids initial (Mars) : \_\_\_\_\_ Poids final (Ponte) : \_\_\_\_\_

|   | Mars | Mai | Jun | Juliet | Août | Septembre | Octobre |
|---|------|-----|-----|--------|------|-----------|---------|
| Nombre de jour de jeûne                         |      |     |     |        |      |           |         |
| Quantité d'aliment ramené à un poids de poisson |      |     |     |        |      |           |         |
| Taux de croissance journalier                   |      |     |     |        |      |           |         |

- Lot C : Poids initial (Mars) : \_\_\_\_\_ Poids final (Ponte) : \_\_\_\_\_

|   | Mars | Mai | Jun | Juliet | Août | Septembre | Octobre |
|---|------|-----|-----|--------|------|-----------|---------|
| Nombre de jour de jeûne                         |      |     |     |        |      |           |         |
| Quantité d'aliment ramené à un poids de poisson |      |     |     |        |      |           |         |
| Taux de croissance journalier                   |      |     |     |        |      |           |         |

- 2017
  - Lot A : Poids initial (Mars) : \_\_\_\_\_ Poids final (Ponte) : \_\_\_\_\_

|   | Mars | Mai | Jun | Juliet | Août | Septembre | Octobre |
|---|------|-----|-----|--------|------|-----------|---------|
| Nombre de jour de jeûne                         |      |     |     |        |      |           |         |
| Quantité d'aliment ramené à un poids de poisson |      |     |     |        |      |           |         |
| Taux de croissance journalier                   |      |     |     |        |      |           |         |

- Lot B : Poids initial (Mars) : \_\_\_\_\_ Poids final (Ponte) : \_\_\_\_\_

|   | Mars | Mai | Jun | Juliet | Août | Septembre | Octobre |
|---|------|-----|-----|--------|------|-----------|---------|
| Nombre de jour de jeûne                         |      |     |     |        |      |           |         |
| Quantité d'aliment ramené à un poids de poisson |      |     |     |        |      |           |         |
| Taux de croissance journalier                   |      |     |     |        |      |           |         |

- Lot C : Poids initial (Mars) : \_\_\_\_\_ Poids final (Ponte) : \_\_\_\_\_

|   | Mars | Mai | Jun | Juliet | Août | Septembre | Octobre |
|---|------|-----|-----|--------|------|-----------|---------|
| Nombre de jour de jeûne                         |      |     |     |        |      |           |         |
| Quantité d'aliment ramené à un poids de poisson |      |     |     |        |      |           |         |
| Taux de croissance journalier                   |      |     |     |        |      |           |         |

- 2016
  - Lot A : Poids initial (Mars) : \_\_\_\_\_ Poids final (Ponte) : \_\_\_\_\_

|   | Mars | Mai | Jun | Juliet | Août | Septembre | Octobre |
|---|------|-----|-----|--------|------|-----------|---------|
| Nombre de jour de jeûne                         |      |     |     |        |      |           |         |
| Quantité d'aliment ramené à un poids de poisson |      |     |     |        |      |           |         |
| Taux de croissance journalier                   |      |     |     |        |      |           |         |

- Lot B : Poids initial (Mars) : \_\_\_\_\_ Poids final (Ponte) : \_\_\_\_\_

|   | Mars | Mai | Jun | Juliet | Août | Septembre | Octobre |
|---|------|-----|-----|--------|------|-----------|---------|
| Nombre de jour de jeûne                         |      |     |     |        |      |           |         |
| Quantité d'aliment ramené à un poids de poisson |      |     |     |        |      |           |         |
| Taux de croissance journalier                   |      |     |     |        |      |           |         |

- Lot C : Poids initial (Mars) : \_\_\_\_\_ Poids final (Ponte) : \_\_\_\_\_

|   | Mars | Mai | Jun | Juliet | Août | Septembre | Octobre |
|---|------|-----|-----|--------|------|-----------|---------|
| Nombre de jour de jeûne                         |      |     |     |        |      |           |         |
| Quantité d'aliment ramené à un poids de poisson |      |     |     |        |      |           |         |
| Taux de croissance journalier                   |      |     |     |        |      |           |         |

**Description et pratiques de la période de ponte (Annexe)**

- Date de début et fin de ponte des 3 dernières années (précisez les origines génétiques des poissons et les dates spécifiques, si plusieurs origines utilisées):

- 2015

|                        | Lot A | Lot B | Lot C |
|------------------------|-------|-------|-------|
| Code lot               |       |       |       |
| Origine génétique      |       |       |       |
| Date de début de ponte |       |       |       |
| Date de fin de ponte   |       |       |       |

- 2016

|                        | Lot A | Lot B | Lot C |
|------------------------|-------|-------|-------|
| Code lot               |       |       |       |
| Origine génétique      |       |       |       |
| Date de début de ponte |       |       |       |
| Date de fin de ponte   |       |       |       |

- 2017

|                        | Lot A | Lot B | Lot C |
|------------------------|-------|-------|-------|
| Code lot               |       |       |       |
| Origine génétique      |       |       |       |
| Date de début de ponte |       |       |       |
| Date de fin de ponte   |       |       |       |

# Annexe 4 : Valorisation du projet

## Articles scientifiques

Ahongo, Y. D., Kerneis, T., Goardon, L., Labbe, L., Bugeon, J., Rescan, P. Y., & Lefevre, F. (2021). Flesh quality recovery in female rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) after spawning. *Aquaculture*, 536. doi:10.1016/j.aquaculture.2020.736290

Aquaculture 536 (2021) 736290



Contents lists available at ScienceDirect

Aquaculture

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/aquaculture](http://www.elsevier.com/locate/aquaculture)



## Flesh quality recovery in female rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) after spawning

Yéléhi Diane Ahongo<sup>a</sup>, Thierry Kerneis<sup>b</sup>, Lionel Goardon<sup>b</sup>, Laurent Labbé<sup>b</sup>, Jérôme Bugeon<sup>a</sup>, Pierre-Yves Rescan<sup>a</sup>, Florence Lefèvre<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> INRAE, L'JGIP, 35000 Rennes, France

<sup>b</sup> INRAE, PEIIMA, 29450 Sizun, France

### ARTICLE INFO

**Keywords:**  
Salmonids

Yields

Color

Texture

Post-spawning evolution

### ABSTRACT

In fish rearing industry, sexual maturation results in loss of profit or at least in a delay to valorize spawning fish. Indeed, many edible fish display poor fillet quality after sexual maturation and as such cannot be processed immediately after spawning. So, a post-spawning rearing period may allow the recovering of an acceptable fillet quality. So far, flesh quality restoration after spawning has received little attention. In the present study, the evolution of technological and organoleptic qualities was investigated in diploid autumnal strain female rainbow trout (24 months of age) after spawning. Immediately after spawning, nine groups of trout ( $n = 25$ ) from the same cohort were placed separately into circular tanks and fed ad libitum. Fish were then sampled at 0, 1, 2, 4, 8, 13, 16, 24, and 33 weeks after spawning (PS0, PS1, PS2, PS4, PS8, PS13, PS16, PS24, and PS33). Immature (no egg produced) female trout from the same cohort were also sampled as controls at the beginning (C0) and at the end (C33) of the experiment. Immediately after spawning, PS0 trout showed a significantly lower raw fillet yield than control (C0). Furthermore, raw fillet from these trout was less colored (lower redness  $a^*$ ) and presented higher lightness  $L^*$  value than raw fillet from C0 trout while their fillet mechanical resistance was similar. Raw fillet yield increased after the 16th week post-spawning. The fillet lightness steadily decreased from the 4th week to the 24th week post-spawning and did not change afterwards, whereas fillet redness increased from the 8th week to the 24th week after spawning. Fillet mechanical resistance declined progressively after spawning with a significant change from the 13th week. Concerning the smoked fillet, the smoking yield of PS0 trout was significantly lower than that of C0 trout. Thereafter the smoking yield of post-spawning trout slowly increased until reaching a significantly higher value at the 24th week. The evolution of smoked fillet color and mechanical resistance after spawning was similar to that of raw fillet. At the end of the experiment, most quality parameters of PS33 trout fillet were similar to those of C33 trout. We discuss the post-spawning quality parameters recovery in three sequential phases. On the whole, our study reports that the technological and organoleptic properties of the flesh were recovered in female trout 24 weeks after spawning ( $\approx 1400$  °C.day).

### 1. Introduction

Flesh quality is a set of muscle characteristics conferring the ability to meet market preferences. Sanitary, technological, nutritional and organoleptic properties account for flesh quality (Lefevre and Bugeon 2015). Technological quality is related to carcass characteristics during primary processing (gutting, filleting, skinning/trimming) and further processing (cooking, salting, smoking...). Organoleptic qualities include flesh color, flavor and texture, that depend on muscle components like fat, proteins and pigments, and on tridimensional organization of muscle

tissue (Robb et al. 2002; Lefevre and Bugeon 2008; Llistrat et al. 2016; Hatae et al. 1990). While technological quality is assessed by measuring yields such as carcass and fillet yields, organoleptic quality is assessed by describing the sensorial characteristics of the product i.e. color, texture, and taste during a sensory analysis or by quantifying these characteristics using instrumental measurements (Dunajski 1979; Hyldig and Nielsen 2001; Lefevre and Bugeon 2008; Skrede and Storebakken 1986). The control of fish flesh quality is necessary to ensure public acceptance of farmed fish products and to fit the sustainability of aquaculture. Intrinsic factors such as genetics, sexual maturation and age, as well as

\* Corresponding author.

E-mail address: [florence.lefevre@inrae.fr](mailto:florence.lefevre@inrae.fr) (F. Lefèvre).

<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.736290>

Received 30 April 2020; Received in revised form 14 December 2020; Accepted 16 December 2020

Available online 19 December 2020

0044-8486/© 2021 Elsevier B.V. All rights reserved.

Ahongo, Y. D., Le Cam, A., Montfort, J., Bugeon, J., Lefevre, F., & Rescan, P. Y. (2022). Gene expression profiling of trout muscle during flesh quality recovery following spawning. *Bmc Genomics*, 23(1), 14. doi:10.1186/s12864-021-08228-3

Ahongo et al. *BMC Genomics* (2022) 23:9  
https://doi.org/10.1186/s12864-021-08228-3

BMC Genomics

RESEARCH

Open Access



# Gene expression profiling of trout muscle during flesh quality recovery following spawning

Yéléhi-Diane Ahongo, Aurélie Le Cam, Jérôme Montfort, Jérôme Bugeon, Florence Lefèvre and Pierre-Yves Rescan\*

## Abstract

**Background:** Sexual maturation causes loss of fish muscle mass and deterioration of fillet quality attributes that prevent market success. We recently showed that fillet yield and flesh quality recover in female trout after spawning. To gain insight into the molecular mechanisms regulating flesh quality recovery, we used an Agilent-based microarray platform to conduct a large-scale time course analysis of gene expression in female trout white muscle from spawning to 33 weeks post-spawning.

**Results:** In sharp contrast to the situation at spawning, muscle transcriptome of female trout at 33 weeks after spawning was highly similar to that of female trout of the same cohort that did not spawn, which is consistent with the post-spawning flesh quality recovery. Large-scale time course analysis of gene expression in trout muscle during flesh quality recovery following spawning led to the identification of approximately 3340 unique differentially expressed genes that segregated into four major clusters with distinct temporal expression profiles and functional categories. The first cluster contained approximately 1350 genes with high expression at spawning and downregulation after spawning and was enriched with genes linked to mitochondrial ATP synthesis, fatty acid catabolism and proteolysis. A second cluster of approximately 540 genes with transient upregulation 2 to 8 weeks after spawning was enriched with genes involved in transcription, RNA processing, translation, ribosome biogenesis and protein folding. A third cluster containing approximately 300 genes upregulated 4 to 13 weeks after spawning was enriched with genes encoding ribosomal subunits or regulating protein folding. Finally, a fourth cluster that contained approximately 940 genes with upregulation 8 to 24 weeks after spawning, was dominated by genes encoding myofibrillar proteins and extracellular matrix components and genes involved in glycolysis.

**Conclusion:** Overall, our study indicates that white muscle tissue restoration and flesh quality recovery after spawning are associated with transcriptional changes promoting anaerobic ATP production, muscle fibre hypertrophic growth and extracellular matrix remodelling. The generation of the first database of genes associated with post-spawning muscle recovery may provide insights into the molecular and cellular mechanisms controlling muscle yield and fillet quality in fish and provide a useful list of potential genetic markers for these traits.

**Keywords:** Salmonids, Post-spawning evolution, Flesh quality, Muscle, Transcriptome

## Background

As a result of the increasing demand for fish consumption, aquaculture has become the type of animal food production with the fastest growth in recent decades

\*Correspondence: pierre-yves.rescan@inrae.fr  
INRAE, UR 1037, LPGP Fish Physiology and Genomics, Campus de Beaulieu, F-35042 Rennes, France



© The Author(s) 2021. **Open Access** This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated in a credit line to the data.

## Thèse et rapports de stage

Ahongo Y.D. 2021. Reconstruction du muscle et évolution de la qualité de la chair chez la truite après ovulation. Thèse de doctorat de l'Institut Agro, Rennes, 211p.



**l'institut Agro**  
agriculture • alimentation • environnement



## THESE DE DOCTORAT DE

L'INSTITUT NATIONAL D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR POUR L'AGRICULTURE, L'ALIMENTATION ET  
L'ENVIRONNEMENT  
ECOLE INTERNE AGROCAMPUS OUEST

ECOLE DOCTORALE N° 600  
Ecole doctorale *Ecologie, Géosciences, Agronomie et Alimentation*  
Spécialité : *Sciences agronomiques*

Par  
**Yéléhi Diane AHONGO**

**Reconstruction du muscle et évolution de la qualité de la chair chez  
la truite après ovulation**

Thèse présentée et soutenue à Rennes, le 26 Février 2021  
Unité de recherche : INRAE, Laboratoire de Physiologie et Génomique des Poissons (LPGP), Rennes  
Thèse N° : 2021-5\_C-154

### Rapporteurs avant soutenance :

Isabelle CASSAR-MALEK Directrice de Recherche, INRAE, UMRH, Theix  
Marielle THOMAS Maître de Conférences, Université de Lorraine, Nancy

### Composition du Jury :

|                    |                       |  |
|--------------------|-----------------------|--|
| Président :        | Pierre-Guy MARNET     | Professeur, Institut Agro - Agrocampus Ouest, Rennes     |
| Examineurs :       | Benoît FAUCONNEAU     | Directeur de recherche, INRAE, UMR NuMeA, St-Pée/Nivelle |
|                    | Isabelle CASSAR-MALEK | Directrice de Recherche, INRAE, UMRH, Theix              |
|                    | Marielle THOMAS       | Maître de Conférences, Université de Lorraine, Nancy     |
| Dir. de thèse :    | Pierre-Yves RESCAN    | Directeur de recherche, INRAE, LPGP, Rennes              |
| Co-dir. de thèse : | Florence LEFEVRE      | Chargée de Recherche, INRAE, LPGP, Rennes                |

Geslin F. 2021. Impact de l'adiposité sur les caractéristiques de ponte de trois lignées de truite printanières. Rapport de stage de Licence Pro « Aquaculture », Université Savoie Mont Blanc, 33p.



Dié T. 2020. Evolution de la qualité de la chair chez la grande truite arc-en-ciel *Oncorhynchus mykiss* après ovulation. Rapport de stage de Licence pro « génie des bio-productions et de l'agroalimentaire », IUT de Caen, 36p.



Evolution de la qualité de la chair  
chez la grande truite arc-en-ciel  
*Oncorhynchus mykiss* après  
ovulation



DIÉ Tiffany  
Licence Professionnelle Génie des Bio-productions et de  
l'Agroalimentaire  
Période de stage : 02/03/20 au 19/06/20



INRAE Rennes LPGP  
Equipe Croissance et Qualité des produits  
Maître de stage : Mme Lefevre

## Communications scientifiques

[Présentation orale] Yéléhi Diane Ahongo, Thierry Kerneis, Lionel Goardon, Laurent Labbé, Jérôme Bugeon, Pierre-Yves Rescan, Florence Lefèvre (2019-10-07). Flesh quality recovery in female rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) after egg production. Presented at : Aquaculture Europe 2019, Berlin, Allemagne (2019-10-07 - 2019-10-10), <https://hal.inrae.fr/hal-02284506>



[Présentation orale] Yéléhi Diane Ahongo, Thierry Kerneis, Lionel Goardon, Laurent Labbé, Jérôme Bugeon, Pierre-Yves Rescan, Florence Lefèvre (2019-07-04). Restauration de la qualité de la chair chez la truite arc-en-ciel femelle (*Oncorhynchus mykiss*) après la production d'oeufs. Presented at : Journées Scientifiques de Ecole Doctorale Ecologie Géosciences Agronomie Alimentation (ED EGAAL), Rennes, France (2019-07-04 - 2019-07-05), <https://hal.inrae.fr/hal-02187455>





Soutenance de thèse de Yéléhi Diane Ahongo « Reconstruction du muscle et évolution de la qualité de la chair chez la truite après ovulation ». soutenue le 26/02/2021



## Reconstruction du muscle et évolution de la qualité de la chair chez la truite après ovulation

Soutenance de thèse de Yéléhi Diane AHONGO le 26 Février 2021

Spécialité : Sciences Agronomiques



### Directeurs de thèse :

Pierre-Yves RESCAN  
Florence LEFEVRE

### *Les communications à destination des professionnels*

[Présentation orale] Yéléhi Diane Ahongo, Thierry Kerneis, Lionel Goardon, Laurent Labbé, Jérôme Bugeon, Pierre-Yves Rescan, Florence Lefèvre (2019-07-02). Restauration de la qualité de la chair chez la truite arc-en-ciel femelle (*Oncorhynchus mykiss*) après la production d'œufs. Presented at : 6. Journées de la Recherche Filière Piscicole, Paris, France (2019-07-02 - 2019-07-03), <https://hal.inrae.fr/hal-02184246>

Physiologie Génomique Poissons


**INRA**  
SCIENCE & IMPACT

**RESTAURATION DE LA QUALITÉ DE LA CHAIR CHEZ LA TRUITE ARC-EN-CIEL FEMELLE (*Oncorhynchus mykiss*) APRÈS LA PRODUCTION D'ŒUFS**

Yéléhi Diane Ahongo, Thierry Kerneis, Lionel Goardon, Laurent Labbé, Jérôme Bugeon, Pierre-Yves Rescan, Florence Lefèvre

6<sup>ème</sup> Journées de la Recherche Filière Piscicole Paris, 2-3 Juillet 2019

[Poster] Guillaume Brit, Yélihi Diane Ahongo, Jérôme Bugeon, Lionel Goardon, Thierry Kerneis, Jean Ruche, Jean-Charles Gabillard, Pierre-Yves Rescan, Violaine Colson, Laurent Labbé, Dominique Charles, Florence Lefèvre (2019-07-02). Optimisation de la qualité de la chair de grande truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) après ovulation - projet QualiPostOv. Presented at : 6. Journées de la Recherche Filière Piscicole, Paris, France (2019-07-02 - 2019-07-03), <https://hal.inrae.fr/hal-02184249>



## PROJET QUALIPOSTOV : OPTIMISATION DE LA QUALITE DE LA CHAIR DE GRANDE TRUITE ARC-EN-CIEL (*ONCORHYNCHUS MYKISS*) APRES OVULATION

Brit Guillaume<sup>1</sup>, Ahongo Yelehi Diane<sup>1</sup>, Bugeon Jérôme<sup>1</sup>, Goardon Lionel<sup>2</sup>, Kerneis Thierry<sup>2</sup>, Ruche Jean<sup>3</sup>, Gabillard Jean-Charles<sup>1</sup>, Rescan Pierre-Yves<sup>1</sup>, Colson Violaine<sup>1</sup>, Labbé Laurent<sup>1</sup>, Charles Dominique<sup>3</sup>, Lefèvre Florence<sup>1</sup>

### Contexte et Enjeu



Valorisation des grandes truites diploïdes après la ponte  
Qualités altérées par la maturation sexuelle  
→ Optimiser la qualité de ces produits

### Objectifs du projet

- Décrire et comprendre l'évolution de la qualité des produits après la ponte
- Optimiser la qualité des produits

### Les acteurs du projet :

Ce projet associe une unité de recherche INRA (INRA-LPGP), une unité expérimentale INRA (INRA-PEIMA) et la société Bretagne Truite







### Les grands axes du projet :

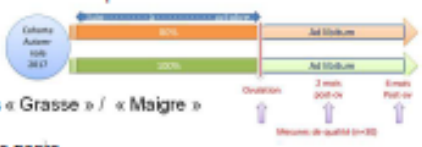
➤ **Description de l'évolution de la qualité après la ponte**

- Lignées expérimentales + lignées commerciales
- Compréhension des mécanismes biologiques sous-jacents

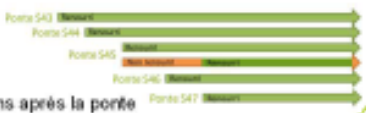


➤ **Identifier les facteurs déterminants pour optimiser la qualité de la chair post-ovulation**

- Impact de l'état des poissons au moment de la ponte?
- Niveau de rationnement avant la ponte



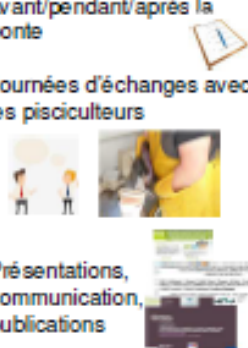
- Lignées divergentes « Grasse » / « Maigre »
- Impact de la période de ponte
- Date de ponte / Durée de jeûne



- Comportement des poissons après la ponte

➤ **Transfert et diffusion des pratiques optimisées**

- Enquête → Etat des lieux des pratiques d'élevage avant/pendant/après la ponte
- Journées d'échanges avec les pisciculteurs
- Présentations, communication, publications




### Les avancées du projet et suite à venir ...

- Description de la phase de restauration de la qualité de truites expérimentales (PEIMA) et de deux sites de production (« Bio » et conventionnel)
- Enquête sur les pratiques de gestion des géniteurs et de la ponte en cours et ateliers programmés
- Expérimentations et nouvelle caractérisation post-ponte de truites de production à venir...



### Pour en savoir plus :


Communication orale de Yélihi Diane Ahongo - RESTAURATION DE LA QUALITE DE LA CHAIR CHEZ LA TRUITE ARC-EN-CIEL FEMELLE (*Oncorhynchus mykiss*) APRES LA PRODUCTION D'OEUFS -  
Poster de Guillaume Brit - EVOLUTION DE LA QUALITE DE TRUITES ARC-EN-CIEL (*ONCORHYNCHUS MYKISS*) APRES LA PONTE : EFFET DE L'ÉLEVAGE BIOLOGIQUE VERSUS CONVENTIONNEL ET COMPARAISON AVEC DES TRUITES TROIPLOÏDES -




**Travaux financés par le projet Feamp QualiPostOv**



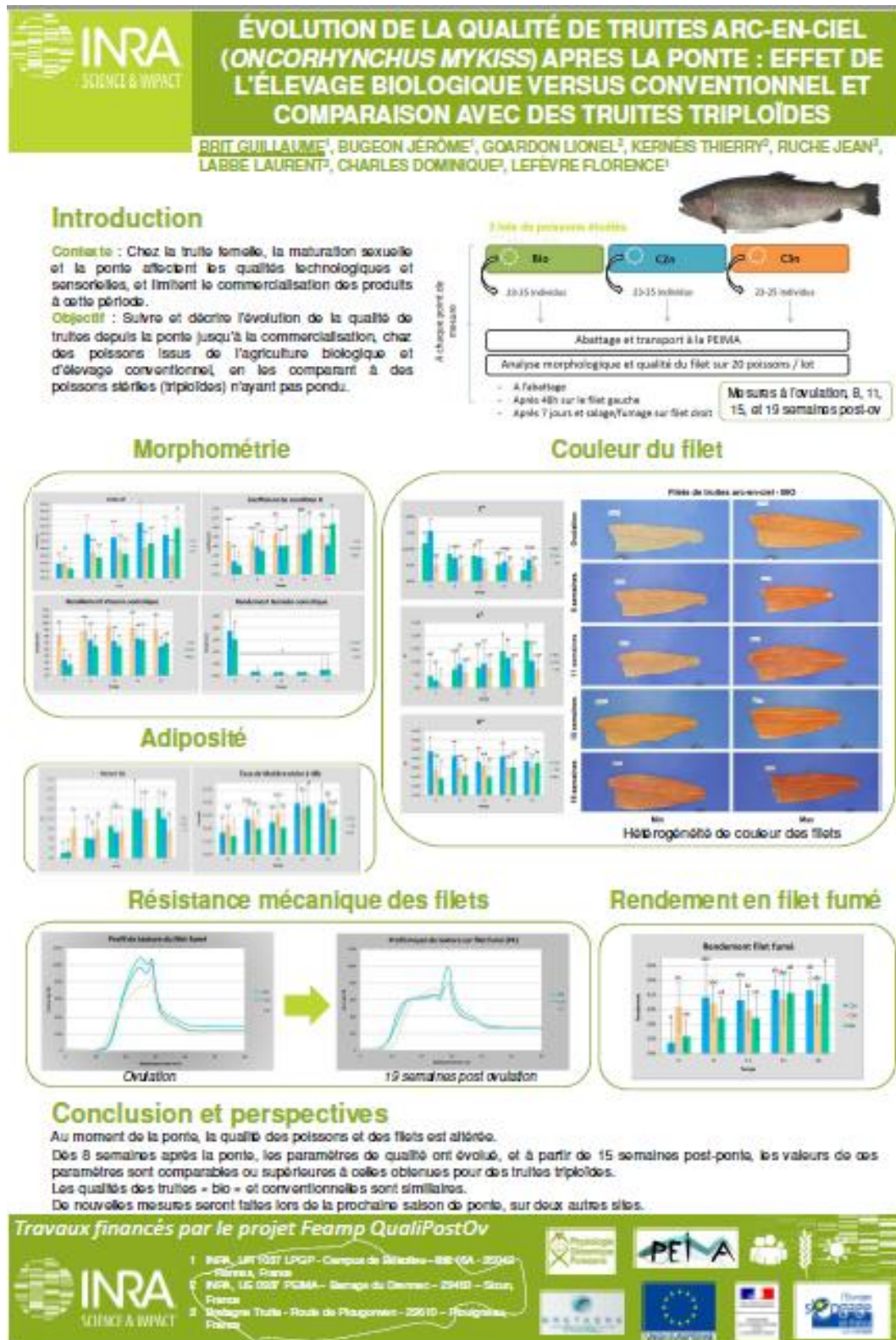
- 1 INRA, UR 1027 LPGP - Campus de Beaulieu - Bât 15A - 35042 - Rennes, France
- 2 INRA, UE 0507 PEIMA - Sarrage du Deniac - 29430 - Sizun, France
- 3 Bretagne Truite - Route de Plogonven - 29610 - Plogoneux, France




[Poster] Guillaume Brit, Jérôme Bugeon, Lionel Goardon, Thierry Kerneis, Jean Ruche, Laurent Labbé, Dominique Charles, Florence Lefèvre (2019-07-02). Evolution de la qualité de truites arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) après la ponte : effet de l'élevage biologique versus conventionnel et comparaison avec des truites triploïdes. Presented at : 6. Journées de la Recherche Filière Piscicole, Paris, France (2019-07-02 - 2019-07-03), <https://hal.inrae.fr/hal-02184260>



## Animations internes (partenaires du projet)

### Réunion d'équipe CroQ – INRA-LPGP – 30/03/2018



Reconstruction du muscle et évolution de la qualité de la chair chez la truite (*Oncorhynchus mykiss*) après ovulation

Yéléhi Diane Ahongo  
*Equipe Croissance et Qualité de la chair*

Co-encadrée par  
*Pierre-Yves Rescan et Florence Lefèvre*

Co-financement :



ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT

Réunion d'équipe  
du 30/03/2018



### Séminaire d'unité – INRA-LPGP – 5/10/2018



INRA SCIENCE & IMPACT PHASE Région BRETAGNE

Physiologie Génomique Poissons PEIMA Pisciculture Expérimentale Inra des Monts d'Arlée

**Reconstruction musculaire et évolution de la qualité chez la truite (*Oncorhynchus mykiss*) après ovulation**

Yéléhi Diane AHONGO  
*Equipe Croissance et Qualité*



Thèse co-encadrée par  
Florence LEFÈVRE et Pierre-Yves RESCAN

LPGP, Topo du vendredi 05/10/2018

## Réunion d'équipe CroQ – INRA-LPGP – 17/05/2019



**Reconstruction musculaire et évolution de la qualité chez la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) après l'ovulation**

Yéléhi Diane Ahongo  
INRA, UR LPGP, Equipe CroQ

Thèse co-encadrée par Florence LEFÈVRE et Pierre-Yves RESCAN

INRA SCIENCE & IMPACT | Région BRETAGNE | Physiologie Génomique Poissons | PEIMA | Réunion Equipe CroQ - Rennes, le 17 Mai 2019

## Réunion d'équipe CroQ – INRA-LPGP – 12/07/2019



**Résultats « Bretagne Truite 2018 »**  
Projet QualiPostOv

12 Juillet – réunion d'équipe

INRA SCIENCE & IMPACT | B.R.E.T.A.G.N.E. | Physiologie Génomique Poissons | Europe en France | UNION EUROPÉENNE

## Réunion d'équipe CroQ – INRA-LPGP – 13/09/2019



**Reconstruction musculaire et évolution de la qualité chez la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) après ovulation**

Yéléhi Diane Ahongo  
INRA, UR LPGP, Equipe CroQ

Thèse co-encadrée par Florence LEFÈVRE et Pierre-Yves RESCAN

UNIVERSITÉ BRETAGNE ECOCOLOGIE GEOSCIENCES | Physiologie Génomique Poissons | LOIRE AGRONOMIE ALIMENTATION | Réunion Equipe CROQ | Rennes, 13 Septembre 2019

## Séminaire d'unité – INRA-LPGP – 20/09/2019

Logos: PEIMA, BRETAGNE truite, Physiologie Génomique Poissons, INRA SCIENCE & IMPACT.

**Evolution de la qualité de truites arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) après la ponte : Effet de l'élevage biologique versus conventionnel et comparaison avec des truites triploïdes**

20 septembre – présentation au labo

Logos: République Française, SONGAGA, UNION EUROPÉENNE.

## Réunion d'équipe CroQ – INRA-LPGP – 5/06/2020

Logos: Physiologie Génomique Poissons, INRAE, PEIMA Pisciculture Expérimentale Inra des Monts d'Arrée.

**Évolution de la qualité des poissons de Bretagne**  
**Truite après la ponte**

M. Chénais, E. Teisseire, T. Kernéis, J.-M. Coupé, L. Goardon, J. Ruhe, L. Labbé, D. Charles, J. Bugeon, F. Lefèvre

Logos: BRETAGNE truite, UNION EUROPÉENNE, République Française, SONGAGA en France.

## Réunion d'équipe CroQ – INRA-LPGP – 6/11/2020

Logos: Physiologie Génomique Poissons, BRETAGNE truite, PEIMA.

**Effet du taux de rationnement avant la ponte sur la qualité post-ponte des produits**

Projet QualiPostOv :  
Optimisation de la qualité de la chair de grande truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) après ovulation

Logos: RÉPUBLIQUE FRANÇAISE, INRAE L'LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE ET GÉNOMIQUE DES POISSONS (LPGP), l'Europe SONGAGA en France avec le PEAFIP, MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION, UNION EUROPÉENNE.

## Réunion INRA-PEIMA – Avril 2021



### Projet QualiPostOv

Mesures à la ponte :

Automnales 2017

Automnales 2019

(Printanières / Gras / Maigres 2021 : A venir ...)

Florence Lefèvre - PEIMA – Avril 2021



## Séminaire d'unité – INRA-LPGP – 8/04/2022



### > Caractérisation des pontes de truites de souches automnales et printanières dans le cadre du projet QualiPostOv

Projet Feamp QualiPostOv

Séminaire LPGP – 8 avril 2022

