

## Mise en place précoce de l'orientation du métabolisme chez des poulets différant en termes de réserves énergétiques

**Contact : METAYER COUSTARD Sonia et TESSERAUD Sophie**

**Unité : UMR BOA**

**Département : PHASE**

**Centre INRAE : INRAE VAL DE LOIRE**

**GOS (cf. classification proposée en annexe) : GOS2 et 4**

**OS ou OP INRAE 2030 (cf. classification proposée en annexe) : OS 1.3 et OS 2.5**

**Publication(s) DOI obligatoire(s) , DOI : 10.1186/s12864-024-10323-**

### Résumé

Les filières d'élevage de volailles doivent s'adapter aux nouvelles exigences sociétales, notamment en matière de durabilité, de respect de l'éthique animale et de qualité des produits. Les animaux de demain devront être robustes, capables de s'adapter à des conditions d'élevage et alimentaires diversifiées et fluctuantes, et efficaces sur le plan métabolique. Il est alors essentiel de comprendre quand et comment l'orientation métabolique se met en place et comment la nutrition, y compris via la mère, peut influencer ce processus, et ainsi impacter le métabolisme des animaux et leur développement ultérieur. L'étude de l'ontogénèse du métabolisme protéino-énergétique de deux lignées de poulets (pHu+ et pHu-) présentant à l'éclosion des orientations métaboliques différentes a permis d'identifier dès le stade embryonnaire E12 huit clusters correspondant à 8 profils d'expression moyens qui ne sont pas représentatifs d'une voie ou d'une fonction métabolique spécifique. A E12 et E14, la majorité des gènes différenciellement exprimés entre les deux lignées étaient surexprimés dans la lignée pHu+, alors qu'en fin d'incubation (à partir de E18) ils l'étaient dans la lignée pHu-. Des différences d'expression liées au sexe ont également été observées, ce qui renforce l'importance de considérer ce facteur dans les études en lien avec la mise en place de l'orientation métabolique précoce. Nos travaux ouvrent aujourd'hui la voie à des stratégies nutritionnelles précoces ou via la mère visant à moduler les réserves énergétiques et à améliorer les capacités adaptatives des volailles.

### Contexte et enjeux

Les filières d'élevage de volailles doivent se diversifier et faire évoluer les modes de production en tenant compte des demandes sociétales. Les animaux de demain devront être robustes et capables de s'adapter à des conditions d'élevage et d'alimentation moins contrôlées, dans un contexte où les aléas climatiques et les crises sanitaires vont augmenter et le recours à de nouvelles ressources alimentaires plus durables et moins en compétition avec l'alimentation humaine s'accroître. En termes de recherche, ceci se traduit par l'étude des compromis entre fonctions adaptatives et productives, dont l'équilibre dépend en grande partie de l'efficacité et la plasticité métabolique des animaux. La disponibilité des nutriments au cours des premiers stades de développement (embryogenèse et première semaine après l'éclosion) peut avoir des effets à long terme sur les fonctions physiologiques et le métabolisme de l'oiseau, ou plus largement sur la physiologie et la robustesse de l'animal [1, 2]. L'embryon se développe dans une structure fermée et dépend entièrement des nutriments et de l'énergie disponibles dans l'œuf. L'objectif de cette étude était de décrire l'ontogénèse des voies régissant le métabolisme protéino-énergétique hépatique dans deux lignées de poulets, sélectionnés pour le pH ultime de la viande, un indicateur des réserves de glycogène musculaire, et qui diffèrent par la teneur en nutriments et la composition des œufs [3, 4]. Ces lignées diffèrent également en termes de robustesse et de capacités adaptatives, productives et reproductives [5].

## Résultats

L'étude du transcriptome hépatique a permis d'identifier 8 clusters de gènes au sein desquels l'expression des gènes évolue de manière similaire au cours de l'incubation et post-éclosion. Si ses profils ne sont pas représentatifs d'une voie ou fonction métabolique spécifique et sont communs aux deux lignées, ils révèlent néanmoins quelques spécificités entre lignées sur certaines périodes. Ainsi, l'activation des gènes du métabolisme en réponse à des besoins énergétiques élevés est plus importante chez les pHu+ entre 12 et 14 jours d'incubation, alors que ce sera l'inverse en fin d'éclosion et durant la première semaine de vie. La période de fin d'incubation (E18-J0) correspond à un ralentissement du métabolisme hépatique d'une part (synthèse des protéines, autophagie, activité mitochondriale...), et une forte demande énergétique d'autre part. Cette période est également caractérisée par une plus grande hétérogénéité pondérale et physiologique des poussins pHu+ à l'éclosion et une moindre croissance que celles des pHu- durant la première semaine de vie. De manière intéressante, nous avons aussi observé que le métabolisme hépatique évolue différemment entre sexes dès l'éclosion, s'orientant plus vers la synthèse des protéines et la  $\beta$ -oxydation des acides gras chez les mâles et le métabolisme des glucides chez les femelles. Nos résultats soulignent donc l'importance de prendre en compte l'origine génétique et le sexe des animaux dans les futures études sur la programmation nutritionnelle précoce du métabolisme.

## Perspectives

Les résultats obtenus au niveau hépatique sont issus d'une étude plus globale qui a permis de déterminer finement l'évolution du profil en nutriments présents dans l'œuf des deux lignées ainsi que les régulations transcriptomique et métabolique observées dans le muscle Pectoralis major au cours de la même période. L'analyse intégrée de l'ensemble de ces résultats doit nous permettre d'identifier les mécanismes ainsi que les fenêtres temporelles à cibler pour orienter précocement le métabolisme des animaux et favoriser leurs capacités d'adaptation et leur robustesse.

## Valorisation

Ce travail fait partie du travail de thèse de A. Petit, soutenue en 2023.

## Référence correspondant au FM

Petit A, Tesseraud S, Collin A, Couroussé N, Berri C, Le Bihan-Duval E., Métayer-Coustard S. Ontogeny of hepatic metabolism in two broiler lines divergently selected for the ultimate pH of the Pectoralis major muscle. BMC Genomics. 2024 ;25(1):438. doi: 10.1186/s12864-024-10323-0. PMID: 38698322; PMCID: PMC11067279.

[1] Métayer-Coustard et al., 2019 [2] Andrieux et al., 2022 [3] Petit et al., 2022 [4] Petit et al., 2023 [5] Erensoy et al., 2022

## Illustrations

Moduler l'orientation métabolique des animaux pour améliorer leur robustesse, favoriser leur développement ultérieur et augmenter leurs capacités adaptatives

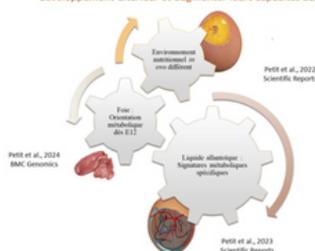


Illustration : Stratégie mise en œuvre pour évaluer l'impact de l'environnement nutritionnel précoce sur l'orientation métabolique et le phénotype des animaux (Thèse de A. Petit)