

Nutrition précoce et orientation métabolique d'embryons de poulets divergents pour leurs réserves énergétiques musculaires

Petit A.¹, Tesseraud S.¹, Beauclercq S.¹, Nadal-Desbarats L.², Cailleau-Audouin E.¹, Berri C.¹, Le Bihan-Duval E.¹, Métayer-Coustard S.¹

INTRODUCTION

Chez les oiseaux, les embryons dépendent exclusivement du contenu nutritif de l'œuf d'origine maternelle. La caractérisation fine des différents compartiments de l'œuf est donc un élément clé pour comprendre le rôle des nutriments sur l'orientation métabolique précoce de l'embryon.

Nos travaux ont été réalisés sur un modèle unique de deux lignées divergentes pour le pH ultime de la viande (pHu+ et pHu-), critère reflétant les réserves énergétiques musculaires ($r^2 = -0,97$) (Le Bihan-Duval et al., 2018). Des analyses métabolomiques et biochimiques ont montré des différences qualitatives et quantitatives entre lignées pour les nutriments disponibles dans le vitellus et le liquide amniotique des embryons (e.g. acides gras, acides aminés ramifiés...) (Petit et al., 2022).

En raison de sa capacité à stocker les déchets azotés et autres composés pour la nutrition des embryons, le liquide allantoïque a ensuite été caractérisé pour fournir des indicateurs indirects du métabolisme des embryons.

MATERIELS ET METHODES



Les œufs embryonnés ont été collectés au pic de ponte puis incubés dans des conditions standard de température (37,8°C) et d'humidité (56%). Du liquide allantoïque a été prélevé aux jours 10, 14 et 17 qui correspondent à des phases spécifiques du développement embryonnaire :

E10 : Alimentation de nature lipidique et glucidique

E14 : Période très active du métabolisme énergétique

E17 : Accès à de nouveaux substrats de nature protéique et préparation de l'embryon à l'éclosion

Les profils métabolomiques ont été obtenus par spectroscopie de résonance magnétique nucléaire (RMN). Les analyses multivariées (ACP et OPLS-DA) ont été réalisées à l'aide du logiciel SIMCA 16 sur l'ensemble des données puis à chacun des stades. La qualité des modèles a été évaluée par les valeurs de R^2Y (capacité à discriminer), Q^2 (capacité prédictive) et CV-ANOVA (fiabilité).

RESULTATS

Liquide allantoïque

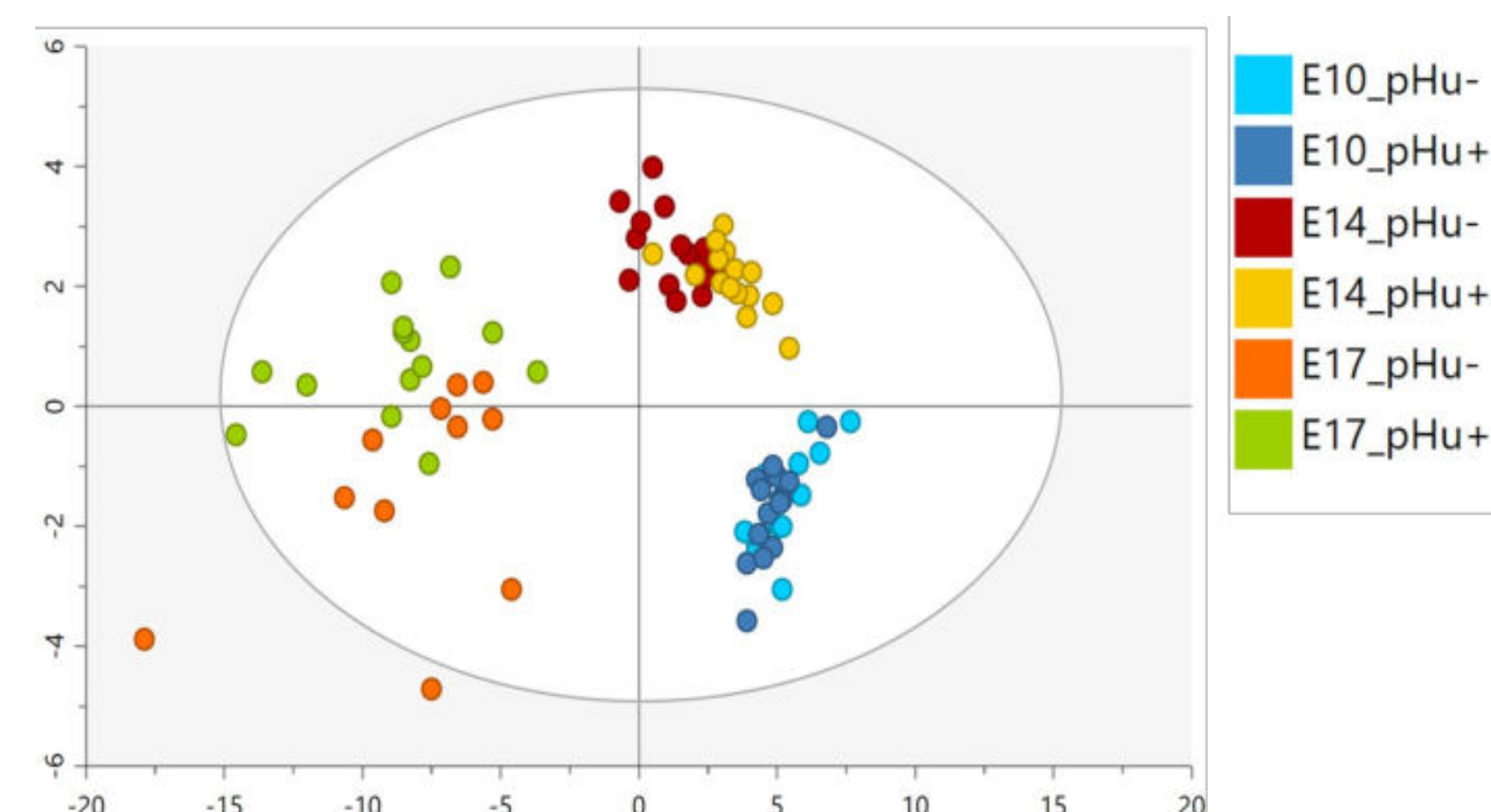
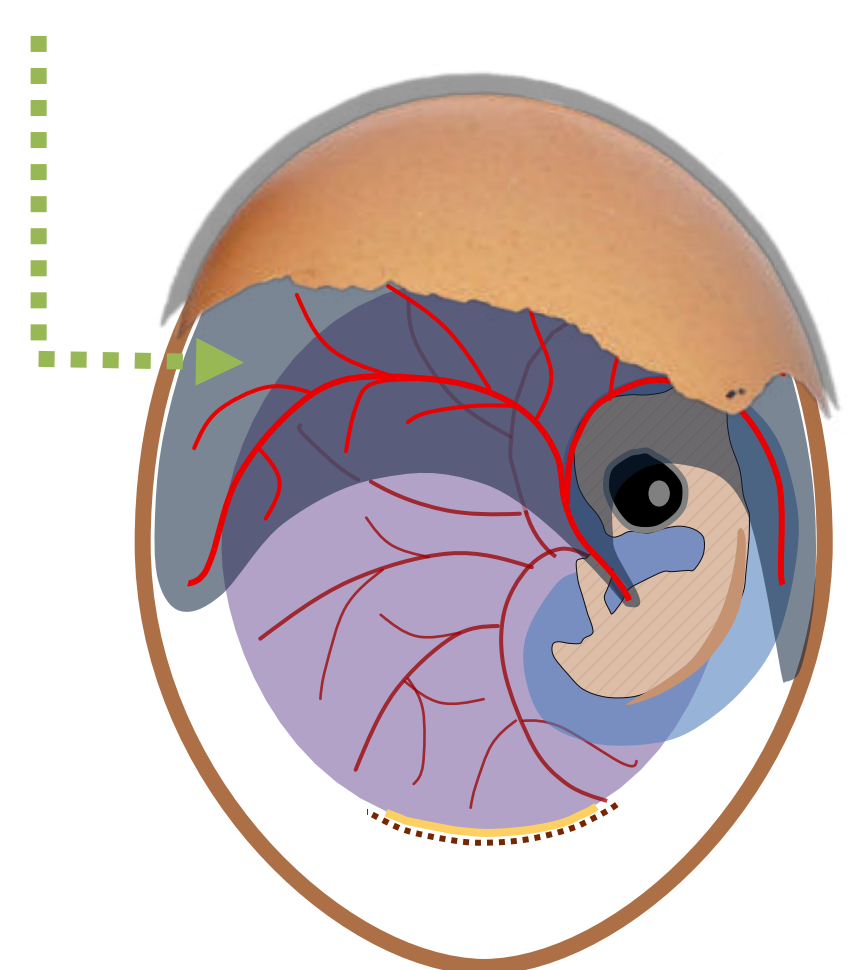


Fig. 1 : Score plot obtenu par OPLS-DA pour les échantillons de liquide allantoïque prélevés à E10, E14 et E17 chez les pHu+ et pHu-. $R^2Y = 0,50$; $Q^2 = 0,39$ et CV-ANOVA = $5,6e-11$

Principaux métabolites discriminants au cours du développement embryonnaire

pHu-

Sur-représentation en substrats énergétiques (glucose, créatine), choline et métabolites impliqués dans le statut redox (glycine, glutamate).

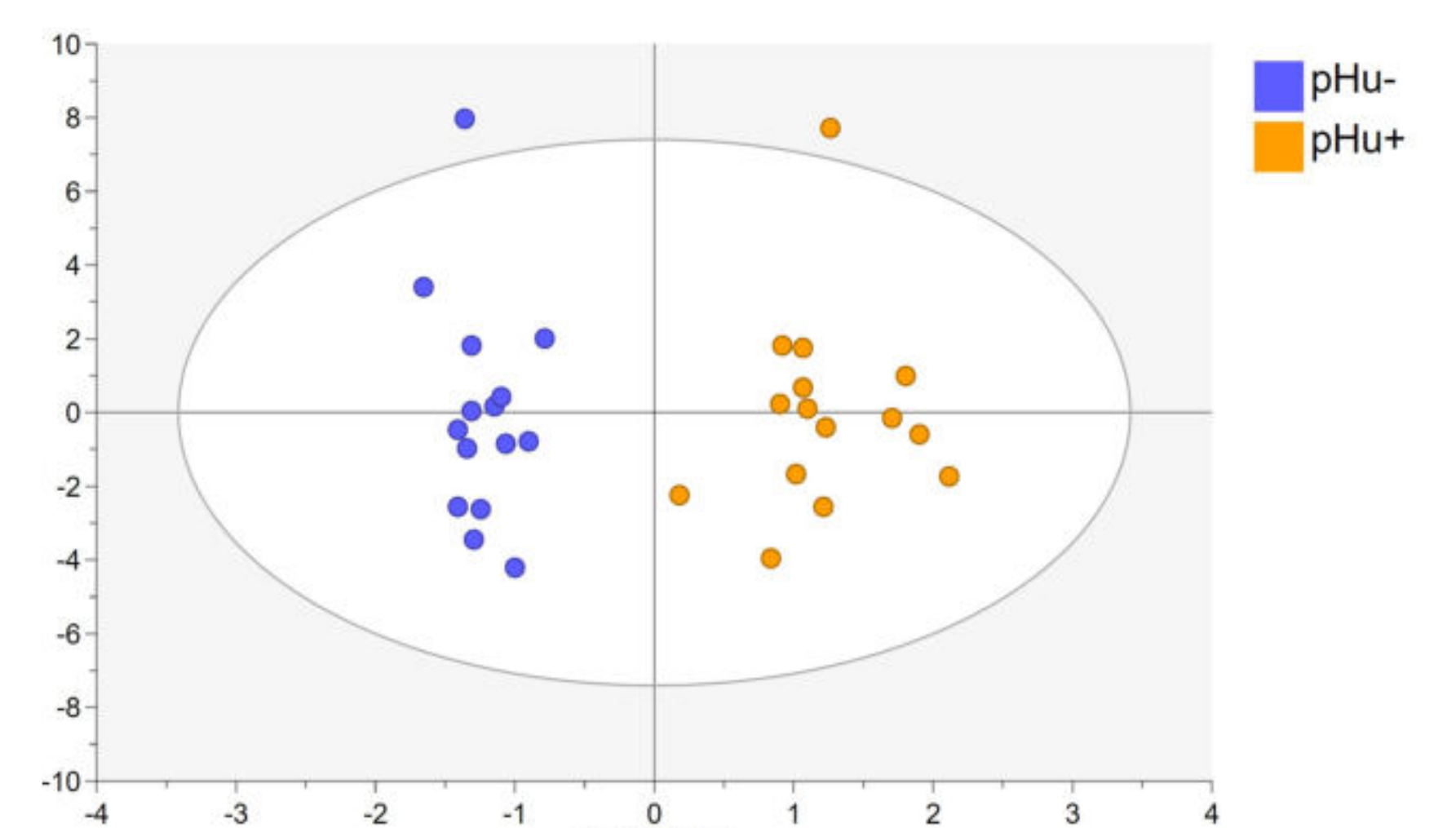


Fig. 2 : Score plot obtenu par OPLS-DA à E10 pour les échantillons de liquide allantoïque prélevés chez les pHu+ et pHu-. $R^2Y = 0,92$; $Q^2 = 0,81$; CV-ANOVA = $5,1e-05$ et X = 18 métabolites

pHu+

Sur-représentation en acides aminés ramifiés (leucine, isoleucine, valine), marqueurs du catabolisme des acides aminés (3-hydroxyisobutyrate, alanine...), oxydation des acides gras (3-hydroxybutyrate, bétaine...), glycolyse anaérobie (lactate), intermédiaires du cycle de Krebs (citrate, fumarate) et formate.

- ✓ Effet âge plus discriminant que l'effet lignée (Fig. 1)
- ✓ Augmentation de la variabilité inter-individuelle au cours du développement embryonnaire (Fig. 1)
- ✓ Modèle discriminant et fiable pour chaque stade étudié (e.g. Fig. 2)

CONCLUSION

La caractérisation du vitellus, du liquide amniotique et maintenant du liquide allantoïque permet d'obtenir une vision d'ensemble sur l'environnement nutritionnel des embryons divergents pour leurs réserves énergétiques musculaires. De plus, le métabolome du liquide allantoïque a révélé des **signatures métaboliques spécifiques** chez les embryons pHu+ et pHu-. L'orientation métabolique semble établie précocement puisque dès le stade E10, le modèle obtenu montre une discrimination nette des deux lignées. Comme observé à des stades plus tardifs (6 semaines post-éclosion), les embryons pHu+ ont recours à différentes voies cataboliques pour produire de l'énergie (oxydation des lipides, catabolisme des acides aminés, glycolyse anaérobie...). Ceci pourrait être le reflet d'une adaptation de l'embryon aux nutriments disponibles dans l'œuf et/ou de réserves en glycogène musculaire plus faibles chez les pHu+ que les pHu-. Ces résultats doivent être validés par l'étude de l'ontogenèse des principales voies de signalisation et régulateurs du métabolisme protéino-énergétique dans le muscle et le foie.