

De nouveaux marqueurs moléculaires du sexe de l'embryon (*Gallus gallus*) identifiés dans une structure extra-embryonnaire : un premier pas dans la création d'un répertoire de biomarqueurs sexuels in ovo

Contact : Sophie REHAULT-GOUBERT

Unité : UMR Biologie des Oiseaux et Aviculture

Département : PHASE

Centre INRAE : CVdL

GOS (cf. classification proposée en annexe) : GOS 1 - Favoriser le bien-être animal

OS ou OP INRAE 2030 (cf. classification proposée en annexe) :

OS 2.3. Transition des élevages

OS 5.3. Des agro-équipements pour la transition agroécologique

Publication(s) DOI obligatoire(s) , DOI : [10.1016/j.ygeno.2023.110754](https://doi.org/10.1016/j.ygeno.2023.110754) ; [10.1016/j.dib.2024.110830](https://doi.org/10.1016/j.dib.2024.110830)

Résumé

Depuis la publication en février 2022 du décret français interdisant l'élimination des poussins mâles des souches de poules pondeuses, les couvoirs « Ponte » français ont dû s'équiper d'outils permettant d'identifier puis d'éliminer les oeufs « mâles » avant éclosion. Ces outils s'appuient sur des différences phénotypiques (couleur des plumes ou morphologie de l'appareil reproducteur) qui existent entre les embryons mâles et les embryons femelles, et détectables via des approches d'imagerie sur l'œuf entier. Cependant, ces outils sont applicables à des stades tardifs de développement de l'embryon et parfois restreints à certaines souches commerciales. Depuis quelques années, l'équipe travaille sur l'identification de marqueurs sexuels in ovo à différents stades de développement, afin de préciser quelles structures apportent le plus d'informations et ainsi contribuer au développement d'outils d'ovosexage à la fois plus précoces, plus précis, et applicables sur toutes les souches. Dans ce premier article, nous nous sommes intéressés à la différence « mâle/femelle » existant dans l'expression des gènes (transcriptome) d'une structure extra-embryonnaire appelée membrane chorioallantoïque. Nous avons identifié des centaines de gènes différentiellement exprimés entre les mâles et les femelles. Certains sont exprimés précocement, après 6 jours d'incubation et ce, dans au moins deux souches commerciales. Cette première liste de candidats sera comparée aux listes encore confidentielles obtenues sur d'autres structures de l'œuf, pour à terme, répertorier les candidats les plus prometteurs.

Contexte et enjeux

Dans la filière de production des poules pondeuses, les poussins « frères de pondeuses » ne sont pas élevés du fait de leur très faible performance pour la production de viande. Depuis le décret interdisant l'élimination de ces animaux au stade « poussin », les couvoirs se sont équipés d'outils permettant d'identifier les œufs « mâles » pour les éliminer avant éclosion. Actuellement, ces outils de sexage in ovo sont efficaces dès 13 jours d'incubation (hal-04356381v1), le challenge étant dorénavant d'augmenter la précocité de ce type d'approche. Tout sexage in ovo s'appuie sur la détection/quantification de marqueurs phénotypiques ou moléculaires du sexe de l'embryon. Aussi, nous nous sommes intéressés à la membrane chorioallantoïque (CAM) dont le développement commence dès 6 jours d'incubation et perdure jusqu'à 2 jours avant éclosion. Nous avons analysé les résultats d'un jeu de données du transcriptome (RNA-seq) de cette membrane après 11 et 15 jours d'incubation (hal-03957519v1), afin d'identifier des transcrits différentiels entre les échantillons issus d'embryons mâles et femelles

Résultats

L'analyse statistique des données a révélé 783 gènes différentiellement exprimés en fonction du sexe dans la CAM. Certains de ces candidats sont exprimés différentiellement selon le sexe à l'un ou l'autre stade physiologique, tandis que 415 sont différentiels aux deux stades, donc stables dans le temps. Une dizaine de ces gènes ont déjà été décrits dans la littérature et certains sont connus pour être impliqués dans la détermination et la différenciation du sexe chez l'oiseau (DMRT1, HEGM, etc.). Les gènes aux différentiels d'expression les plus marqués sont localisés sur les chromosomes sexuels. L'expression de dix de ces gènes a été étudiée par q-RT-PCR dans les CAM « mâles » et « femelles » provenant d'une souche « Ponte » et d'une souche « Chair ». Les résultats montrent qu'ils sont exprimés différentiellement en fonction du sexe dès 6 jours d'incubation et qu'il existe des différences entre souches, possiblement liées à la pression de sélection sur la production d'œufs pour l'une versus la production de viande pour l'autre.

Perspectives

Les compétences physiologiques et moléculaires acquises par l'équipe « Biologie de l'œuf et Physiologie de la Poule », en collaboration notamment avec la plateforme PIXANIM (INRAE, CVdL), améliorent la connaissance sur la biologie de l'embryon de poule, et sont utilisées pour répondre à des problématiques de la filière de production des œufs « à couver ». Ainsi, l'équipe a participé au projet H2020 PPILOW (2019-2024) sur la thématique du sexage in ovo, et est actuellement engagée aux côtés du Pôle d'Expérimentation Avicole de Touraine (INRAE CVdL) dans le projet ROSEV2 (Rapid OvoSexing Equipment, version 2, financé par BPI France 2030) pour contribuer au développement d'un nouvel outil. Ce projet est porté par une entreprise spécialisée dans l'imagerie industrielle et l'intelligence artificielle (NT2i) et implique INRAE pour la partie scientifique, l'accoupage et le sexage, l'équipementier OVOCONCEPT pour la construction du prototype, et l'ITAVI en charge de la validation des performances de la technologie sur le terrain.

Valorisation

Les résultats ont été valorisés par un article (Genomics) et un datapaper (Data in Brief).

Référence correspondant au FM

Maeva Halgrain, Nelly Bernardet, Christelle Hennequet-Antier, Sophie Réhault-Godbert. Sex-specific transcriptome of the chicken chorioallantoic membrane. *Genomics*, 2024, 116 (1), pp.110754. <10.1016/j.ygeno.2023.110754>. <hal-04356368> Christelle Hennequet-Antier, Maeva Halgrain, Sophie Réhault-Godbert. RNA-seq dataset of the chorioallantoic membrane of male and female chicken embryos, after 11 and 15 days of incubation. *Data in Brief*, 2024, pp.110830. <10.1016/j.dib.2024.110830>. <hal-04675973>

Illustrations



© INRAE, T. Moreau

Membrane chorioallantoïque de l'œuf de poule après 15 jours d'incubation

Cette membrane extraembryonnaire très vascularisée assure de multiples fonctions telles que les échanges gazeux, le transport du calcium de la coquille au squelette de l'embryon, et la défense de l'embryon (immunité innée). L'analyse du transcriptome de cette membrane suggère que ses différentes fonctions pourraient être modulées en fonction du sexe de l'embryon (dont elle est issue), et qu'elle constitue de ce fait une source potentielle de biomarqueurs pour le développement de l'ovosexage.