

*Etablissement* **Université de Tours**

*École doctorale* **Santé, Sciences Biologiques et Chimie du Vivant - SSBCV**

*Spécialité* **Biologie**

*Unité de recherche* **PRC - Physiologie de la Reproduction et des Comportements**

*Encadrement de la thèse* **Anaïs VITORINO CARVALHO (anaïs.carvalho@inrae.fr)**

**Financement** du 01-09-2024 au 31-12-2026

ANR Financement d'Agences de financement de la recherche

*Début de la thèse le* **1er octobre 2024**

*Date limite de candidature (à 23h59)* **21 août 2024**

---

## Mots clés - Keywords

spermatozoïde, épigénétique, miARN, physiologie, poulet, proteomic

sperm, epigenetic, miRNA, physiology, chicken, proteomic

---

## Description de la problématique de recherche - Project description

Les volailles sont très sensibles au stress thermique, avec des impacts importants sur leur survie et leur reproduction. Chez l'espèce poule, les mâles sont plus sensibles à ce stress que les femelles. Pour améliorer la survie de ces animaux, des protocoles de programmation précoce ont été développés mais leurs conséquences sur la reproduction des coqs n'ont jamais été étudiées. Parallèlement, de plus en plus de données montrent une influence significative des conditions de vie des pères sur le devenir de leur descendance, mais jamais dans le contexte du stress thermique. Or nous avons récemment montré qu'une élévation de la température embryonnaire précoce des cailles modifiait la croissance et la reproduction leurs petits, suggérant que des phénomènes intergénérationnels liés à la température existent chez les oiseaux.

Ce projet vise donc à étudier l'impact des variations de température au cours de la vie des coqs sur le devenir de leur descendance et à identifier les mécanismes moléculaires associés. Il s'agit d'un projet transdisciplinaire qui permettra à la doctorante ou au doctorant d'acquérir des compétences en physiologie générale, biologie cellulaire et moléculaire de la reproduction, ainsi que de manipuler des données omiques et développer des études candidates.

Avian species are highly sensitive to heat stress, with major impacts on their survival and reproduction. In chickens, males are more sensitive to heat stress than females. To improve the survival of these animals, embryonic priming procedures have been developed, but their impact on rooster reproduction has never been studied. At the same time, more and more data is showing that the paternal living conditions have a significant influence on the development of their offspring, but rarely in the context of heat stress. We have recently shown that an increase in the early embryonic temperature of quails altered the growth and reproduction of their offspring, suggesting that temperature-related intergenerational phenomena exist in birds.

The aim of this project is therefore to study the impact of temperature variations during the life of roosters on the physiology of their offspring and to identify the associated molecular mechanisms. This is a transdisciplinary project including the evaluation of animal physiology, the study of cellular and molecular processes of reproduction, as well as the manipulation of omics data and the development of candidate studies.

---

## Thématique / Contexte

Avec la transition agroécologique, l'élevage de volailles, y compris des individus impliqués dans les schémas de sélection, inclut de plus en plus des accès sur l'extérieur. Avec ces systèmes, les animaux sont de plus en plus sujets à des perturbations environnementales jusqu'alors contrôlées. Parmi ces perturbations, il y a le stress thermique, qui apparaît de plus en plus fréquemment lors de vagues de

chaleur dues au dérèglement climatique. Il est largement décrit que le stress thermique est responsable d'une détérioration de la santé et des capacités reproductrices des volailles en élevage et que dans ce contexte, les mâles étaient plus impactés que les femelles chez l'espèce poule. Récemment, nous avons utilisé le modèle caille pour montrer que les modifications physiologiques observées à long terme (âge adulte) liées à une élévation de la température ambiante au cours de la vie précoce (programmation embryonnaire) se retrouvait également chez la descendance. Ainsi, des effets intergénérationnels similaires liés au stress thermique pourraient exister chez les poulets, source majeure de protéines pour la consommation humaine en France. Il est donc crucial d'évaluer les conséquences de l'exposition au stress thermique de coqs sur le développement et la santé de leur descendance, vendue pour la consommation humaine.

## Méthode

---

Le développement du protocole de programmation précoce embryonnaire repose sur certains de nos précédents travaux. Le protocole de stress thermique à l'âge adulte sera un protocole original visant à mimer une vague de chaleur. La fertilité de la semence issue de ces animaux sera étudiée par mirage et cassage des œufs. Les effets sur le développement embryonnaire seront analysés lors de mirages (taux de mortalité) et à l'aide de mesures anatomiques. Les impacts sur la physiologie post-éclosion des animaux seront évalués par un suivi de croissance, l'analyse du taux d'hormones sexuelles dans le sang, la qualité des gamètes produits, l'apparition et le développement de caractères sexuels secondaires comme la crête. Les effets moléculaires seront évalués par analyses omiques : protéomique, RNA-seq et RRBS ou WGBS ; et par approches candidates : RT-(q)PCR, WB, immunohistochimie et hybridation in situ. L'ensemble des données seront analysées à l'aide de différents logiciels dont R et R Studio.

## Références bibliographiques

---

Vitorino Carvalho A, Hennequet-Antier C, Rouger R, Delaveau J, Bordeau T, Crochet S, et al. Thermal conditioning of quail embryos has transgenerational and reversible long-term effects. *J Anim Sci Biotechnol*. 2023 (in press)

Douet C, Grasseau I, Vitorino Carvalho A. Avian sperm-borne RNAs: optimization of a new isolation protocol. *Br Poult Sci*. 2023

Cordeiro L, Vitorino Carvalho A, Grasseau I, Lin H-LH, Uzbekov R, Blesblois E. First insights on seminal extracellular vesicles in chickens of contrasted fertility. *Reproduction*. 2021

Vitorino Carvalho A, Soler L, Thélie A, Grasseau I, Cordeiro L, Tomas D, et al. Proteomic changes associated with sperm fertilizing ability in meat type roosters. *Front Cell Dev Biol*. 2021

Vitorino Carvalho A, Hennequet-Antier C, Crochet S, Bordeau T, Couroussé N, Cailleau-Audouin E, et al. Embryonic thermal manipulation has short and long-term effects on the development and the physiology of the Japanese quail. *PLoS One*. 2020

---

## Objectifs de valorisation des travaux de recherche du doctorant : diffusion, publication et confidentialité, droit à la propriété intellectuelle,...

---

Des publications scientifiques dans des journaux internationaux sont attendues pour la valorisation de cette thèse. Des interventions auprès des professionnels de la filière sont également prévues.

## Collaborations envisagées

---

La doctorante ou le doctorant interagira avec d'autres unités et plateformes INRAE (BOA, BREED, GENEPI, ISLANDe, PIXANIM).

## Profil et compétences recherchées - Profile and skills required

---

Un.e candidat.e titulaire d'un master en sciences animales, en sciences vétérinaires, en biologie ou dans un domaine apparenté. Une connaissance approfondie des techniques moléculaires et de la bio-informatique est un atout.

A candidate with a master's degree in animal science, veterinary science, biological science or aligned field. In-depth knowledge of molecular techniques and bioinformatics is an advantage.