

## **OFFRE DE THESE :**

### **De la neuroscience à l'écologie : quel est l'impact de la pollution sonore sur le développement cognitif de la faune urbaine ?**

**Lieu de travail :** Centre d'Études Biologiques de Chizé, CNRS-La Rochelle Université, Villiers en Bois, 79360, France

**Type de contrat :** CDD Doctorant/Contrat doctoral

**Durée du contrat :** 36 mois

**Date de début de la thèse :** 1 octobre 2023

**Co-directeurs :** F. Angelier (DR2, CNRS, UMR 7372) & J. Badaut (DR2, CNRS, UMR 5536).

#### **DESCRIPTION DU SUJET DE THESE :**

##### *Quel est l'impact de l'urbanisation sur les vertébrés : la nécessité d'une approche interdisciplinaire*

De nombreux vertébrés sauvages vivent en milieu urbain et cette biodiversité urbaine, au même titre que l'Homme, est soumise à de nombreuses perturbations, telle que la pollution sonore. L'étude de ces espèces « sentinelles » de l'environnement urbain peuvent permettre d'alerter sur l'impact de perturbations urbaines sur la biodiversité, mais également par extrapolation sur la santé humaine. Le domaine de l'écologie permet de rendre compte des conséquences populationnelles de ces perturbations. Cependant, il se heurte souvent à des limitations importantes par manque de connaissances des mécanismes physiologiques complexes qui sous-tendent la manière dont l'environnement urbain perturbe ces animaux sauvages. Au contraire, les études biomédicales maîtrisent ces mécanismes dans les plus fins détails, mais ces études sont majoritairement limitées à des modèles de laboratoire qui ne sont pas nécessairement représentatifs d'une faune sauvage adaptée aux conditions urbaines. Dans ce contexte, ce projet de thèse propose justement d'établir un pont entre ces deux types de recherches complémentaires en transposant les théories, les connaissances, et les techniques biomédicales vers le domaine de l'écologie urbaine.

##### *Le bruit, une perturbation urbaine majeure pour la faune et l'Homme*

Le bruit est considéré comme une pollution majeure pour la santé humaine et la faune (Goines & Hagler 2007, Slabbekoorn 2019). Chez l'Homme, des études épidémiologiques ont montré que la pollution sonore est associée à un stress chronique, des troubles du sommeil, des problèmes immunitaires, et des risques cardiovasculaires (Halperin 2014, Münzel et al. 2021). La pollution sonore est également associée à des troubles cognitifs importants chez l'enfant (apprentissage, mémorisation, démence). Chez des modèles de laboratoire, l'exposition à un bruit peut également se traduire par des niveaux de stress importants et par des déficiences cognitives (Kight & Swaddle 2011), notamment lorsque la pollution sonore est exercée pendant la phase de développement (Gupta et al. 2018). La majorité de ces troubles est très certainement associée à des perturbations neurologiques (Cheng et al. 2011), mais les mécanismes causaux qui relient exposition au bruit, stress, développement du cerveau et conséquences cognitives à long-terme restent pour l'heure très mal compris. De plus, l'ensemble de ces études ont principalement été menées chez des modèles domestiques de laboratoire. Il est pourtant fort probable que l'impact de la pollution sonore sur le développement du cerveau et sur la cognition diffère sensiblement entre des animaux de laboratoires et des animaux sauvages qui ont évolué depuis de nombreuses générations dans un environnement urbain bruyant (Angelier 2022).

##### *Objectif de la thèse :*

Dans ce contexte, l'objectif de cette thèse est plus précisément de comprendre **l'impact de la pollution sonore sur le développement du cerveau et sur la cognition chez un modèle de vertébré sauvage, la mésange charbonnière**. Cette espèce est particulièrement intéressante pour l'étude de cette thématique car il s'agit d'une espèce dite « urban-adaptable » qui peut être retrouvée aussi bien dans des milieux urbains bruyants que dans des milieux ruraux ou forestiers plus calmes.

Les axes de cette thèse viseront à comprendre le lien qui existe entre **exposition au bruit** et (1) des **indicateurs de stress et d'inflammation chroniques** ; (2) **le développement cérébral** avec notamment un focus sur la **neuro-inflammation**, les modifications de **l'interface sang-cerveau**, et les **troubles cognitifs** (apprentissage, mémorisation).

#### Méthodologie envisagée :

La thèse envisagée reposera sur la combinaison de méthodologies éprouvées dans les domaines de l'écologie et des neurosciences et maîtrisées par les laboratoires d'accueil.

#### *Approche épidémiologique : études des populations urbaines et rurales de mésanges charbonnières*

La première étape de la thèse consistera en une approche épidémiologique qui permettra de comparer des populations naturelles de mésanges exposées ou non exposées à une pollution sonore importante. Cette approche reposera sur l'étude de populations urbaines, rurales et forestières et permettra de relier les caractéristiques de l'environnement (i.e., l'environnement sonore) avec des mesures écophysiologiques et neuronales qui seront menées chez les adultes, les poussins et les œufs en cours de développement.

#### *Exposition expérimentale au bruit urbains et ruraux sur des oiseaux de laboratoire : le diamant mandarin*

Afin de déterminer les relations causales qui existent entre l'exposition au bruit et nos variables d'intérêt, des œufs de diamants mandarins captifs (modèle de laboratoire) seront exposés expérimentalement à une pollution sonore urbaine (groupe expérimental) ou non (groupe témoin) lors de leur développement. Ainsi, il sera possible de tester l'impact de l'exposition au bruit sur le développement du cerveau des oisillons. Lors de leur développement, les œufs seront placés en incubateurs et seront exposés à une pollution sonore urbaine « réaliste » (groupe expérimental) ou à un environnement sonore rural (groupe témoin). Cette approche expérimentale permettra de tester l'impact de cette exposition sur le développement cérébral (neuro-inflammation, marqueurs de l'interface sang/cerveau, comportement) et sur des traits écophysiologiques clés (mécanismes hormonaux, vieillissement cellulaire). Par ailleurs, suite à l'éclosion il sera possible d'examiner les conséquences de cette exposition embryonnaire au bruit sur le comportement, la personnalité, et les capacités cognitives des oiseaux.

#### Programme de travail du doctorant (tâches confiées au doctorant)

Le programme de travail du doctorant sera basé sur (1) du travail de terrain, (2) des expériences en captivité, (3) du travail de laboratoire, (4) de la rédaction d'articles scientifiques, et de la communication des résultats obtenus.

- (1) Travail de terrain : le/la doctorant/e participera au suivi des populations de mésanges en milieu urbain, forestier et rural. Cela consistera en un suivi régulier de nichoirs pour obtenir des informations sur la reproduction des mésanges et sur le développement des poussins. Des captures d'adultes seront également effectuées pour mesurer les traits comportementaux, physiologiques et cérébrales à l'aide de marqueurs sanguins non invasifs.
- (2) Expérience en captivité : le/la doctorant/e effectuera des expériences pour tester l'impact du bruit sur le développement des embryons et des jeunes oiseaux. Ces expériences seront effectuées sur des diamants mandarins maintenus en conditions contrôlées. Elles

impliqueront des suivis de la reproduction des mandarins, des mesures physiologiques (prélèvement sanguins) et cognitives/comportementales à l'aide de tests standardisés.

- (3) Travail de laboratoire : le/la doctorant/e effectuera les analyses de laboratoire sur la plateforme du CEBC avec les encadrants l'équipe d'Ingénieurs/techniciens. Ces analyses consisteront en des dosages radio-immunologiques, de la PCR quantitative (vieillessement), des mesures morphologiques en IRM, biochimiques (Western Blot) et histologiques (immunohistochimie).
- (4) Rédaction d'articles scientifiques et communication : le doctorant rédigera les articles découlant des résultats obtenus et les communiquera à la communauté scientifique via des articles scientifiques dans revues internationales et la participation à des congrès.

### **CONTEXTE DE TRAVAIL :**

L'étudiant fera partie de l'équipe Ecophysiologie Evolutive du centre d'Etudes Biologiques de Chizé (UMR 7372, CNRS, la Rochelle université, 79360 Villiers en Bois) où il sera basé. Il sera rattaché à l'Ecole Doctorale Euclide (La Rochelle Université). L'étudiant effectuera sa thèse sous la supervision de F. Angelier (CEBC), et J. Badaut (RMSB). Le terrain aura lieu en Nouvelle-Aquitaine tandis que les études expérimentales seront effectuées au CEBC. Les analyses de laboratoire seront réalisées sur la plateforme d'analyses biologiques du CEBC et au RMSB. Le soutien financier sera assuré par le CNRS (Projet MITI). Le doctorant bénéficiera d'un environnement stimulant avec les doctorants, chercheurs, enseignant/chercheurs, ingénieurs et post-doctorants des deux équipes encadrantes (CEBC et RMSB), et leurs partenaires nationaux et internationaux.

### **INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES :**

Le/La candidat/e devra être titulaire d'un diplôme d'ingénieur et/ou d'un master en neurosciences, physiologie ou écophysiologie (Bac +5). Le poste nécessite de solides connaissances en neurosciences, physiologie et en écologie, des connaissances statistiques, et de bonnes aptitudes de communication orale et écrite (anglais nécessaire, niveau B2 ou supérieur) pour présenter aux congrès et rédiger des articles dans des revues scientifiques. Le/La candidat/e devra être titulaire du permis B. Nous recherchons un/e jeune chercheur/e qui saura s'impliquer dans son projet, curieux, ayant une certaine autonomie et une forte motivation pour effectuer du terrain, mener des expériences en captivité et développer des compétences en analyses de laboratoire. De l'expérience dans le domaine des soins aux animaux, des manipulations de vertébrés sauvages et des analyses de laboratoire sera un plus. Enfin, le candidat devra être apte à travailler en équipe sur des projets pluridisciplinaires.

### **PROCESSUS DE CANDIDATURE**

Les candidatures devront inclure :

- un CV détaillé
- le nom d'au moins deux personnes référentes (ex : superviseur de stage de M2)
- une lettre de motivation d'une page
- les notes et classements de Master 1 ou 2 ou d'école d'ingénieur.

**Toutes les candidatures devront se faire via le portail emploi CNRS via le lien suivant :**

**<https://emploi.cnrs.fr/Offres/Doctorant/UMR7372-FREANG-007/Default.aspx>**

**Les candidatures seront examinées au fur et à mesure des réceptions.**

## **THESIS RESEARCH PROJECT:**

**From neuroscience to ecology: what is the impact of urban noise on the cognitive development of urban wildlife?**

**Location:** Centre d'Études Biologiques de Chizé, CNRS-La Rochelle Université, Villiers en Bois, 79360, France

**Job offer :** CNRS- Doctoral scholarship (CDD Doctorant)

**Duration :** 36 Months

**Beginning of the doctoral project :** October 1<sup>st</sup>, 2023

**Co-supervisors :** F. Angelier (DR2, CNRS, UMR 7372) & J. Badaut (DR2, CNRS, UMR 5536).

## **DESCRIPTION OF THE THESIS PROJECT:**

*What is the impact of urbanization on vertebrates: the need for an interdisciplinary approach?*

Various wild vertebrates live in urban areas, and this urban biodiversity, including humans, is subject to many disturbances, such as noise pollution. The study of "sentinel" species in the urban environment can help to alert on the consequences of urban disturbances on wildlife, but also by extrapolation on human health. The ecology can quantify and document the consequences of these disturbances on the population. However, the ecology often suffers of the lack of knowledge on the complex physiological mechanisms that underlie how the urban environment disturbs the wild vertebrates. On the contrast, biomedical studies master the fine physiological mechanisms in the details, but with a major limitation these studies are mostly performed in laboratory animal models. They are often not representative of wildlife adapted to urban conditions. In this context, this thesis project proposes to establish a unique bridge between these two complementary fields of research by transposing theories, knowledge, and biomedical techniques to the field of urban ecology.

*Noise, a major urban disturbance for wildlife and humans*

Noise is one of the major sources of pollution for human health and wildlife (Goines & Hagler 2007, Slabbekoorne 2019). In humans, epidemiological studies have shown that urban noise is associated with chronic stress, sleep disorders, immune problems, and cardiovascular risks (Halperin 2014, Münzel et al. 2021). Urban Noise is also associated with significant cognitive dysfunctions in children (learning, memorization, dementia). In preclinical models, exposure to noise can also lead to significant levels of stress and cognitive impairment (Kight & Swaddle 2011), especially when noise pollution is present during the brain development (Gupta et al 2018). Most of these disorders are possibly associated with some neurological disturbances (Cheng et al. 2011), but the causal mechanisms that link urban noise exposure, stress, brain development and long-term cognitive consequences remain poorly understood and understudied. Furthermore, all of the studies have mainly been carried out in laboratory animal models. However, it is very likely that the impact of urban noise on brain development and cognition differs significantly between laboratory animals and wildlife, that have evolved over many generations in a noisy urban environment (Angelier 2022).

*Objective of the PhD project:*

The main objective of the current PhD project is to understand the impact of urban noise on brain development and cognition in a model of wild vertebrate, the great tit. The great tit belong to "urban-adaptor" species, which can be found in noisy urban environments as well as in quieter rural or forest environments. This species is therefore particularly interesting for the study of this theme. The main goal of this project is to understand the relationship between urban noise exposure and **(1)** indicators of chronic stress and inflammation; **(2)** brain development with a particular focus on neuro-inflammation, changes at the blood-brain interface, and cognitive disorders (learning, memorization).

Proposed experimental design:

The project will rely on a combination of existing methodologies in the fields of ecology and neurosciences, and present in both laboratories (CEBC and CRMSB).

*Epidemiological study of great tits in urban and rural habitats*

In a first set of experiments, an epidemiological methodology will be used to compare *in situ* natural populations of great tits exposed or not exposed to significant urban noise. Great tits will be studied in urban, rural and forest environments, giving the opportunity to make a relationship between the characteristics of the habitat (i.e., the sound environment) and ecophysiological and neuronal measurements carried out in adults, chicks and developing eggs.

*Experimental exposure to urban and rural noise on laboratory animal: Zebra finch*

The causal relationships between noise exposure and our variables of interest, captive zebra finch eggs (laboratory model) will be experimentally exposed to urban noise pollution (experimental group) or not (control group) during their development. Thus, the impact of urban noise exposure on brain development of chicks and consequences in the adulthood will be directly tested. To do so, the eggs will be placed in incubators with direct exposure to “realistic” urban noise pollution (experimental group) or to a rural noise environment (control group). This unique experimental approach will give the opportunity to assess the direct impact of this exposure on brain development (neuroinflammation, markers of the blood/brain interface, behavior) and on key ecophysiological traits (hormonal mechanisms, cellular aging). Furthermore, following hatching, it will be possible to examine the consequences of this embryonic exposure to noise on the behavior, personality and cognitive abilities at the adulthood of the birds.

Doctoral student's work program (tasks performed by the doctoral student)

The doctoral student's work program will encompass (1) field work, (2) animal lab experiments, (3) bench work, (4) writing scientific articles, and communicating the results.

(1) Field work: the student will participate in monitoring the tit population in urban, forest and rural areas. It will consist of regular checking of nesting boxes to obtain information on tit reproduction and chick development. Captures of adults will also be taken to measure behavioral, physiological and brain traits using non-invasive blood biomarkers.

(2) Animal lab experiments: the student will carry out experiments to test the impact of noise on the development of embryos and young birds. These experiments will be carried out on zebra finches maintained under controlled conditions. As for field work, the student will assess the reproduction of mandarins, physiological (blood samples) and cognitive/behavioral measurements using standardized lab-tests.

(3) Bench work: the student will perform various biological analyzes on the CEBC platform with the supervisors and the team of engineers/technicians. These analyzes will consist of radio-immunological assays, quantitative PCR (aging), morphological measurements in MRI, biochemical (Western Blot) and histological (immunohistochemistry) measurements.

(4) Writing of scientific articles and communication: the student will write the articles from the results gathered in the project, and will communicate them to the scientific community via scientific articles in international journals and participation in congresses.

**WORK ENVIRONMENT:**

The student will be part of the Evolutionary Ecophysiology team of the “Centre d'étude biologique de Chizé” (CEBC, UMR 7372, CNRS, La Rochelle University, 79360 Villiers en Bois) where

she/he will be located. The student will be registered at the Doctoral School "Euclide" (La Rochelle University), and will be under F. Angelier (CEBC) and J. Badaut (RMSB) supervision. The field work will take place in Nouvelle-Aquitaine, while the experimental studies will be performed at the CEBC. The laboratory analyzes will be carried out at the CEBC biological analysis platform and at the RMSB. Financial support will be provided by the CNRS (MITI Project). The student will benefit from a stimulating environment with doctoral students, researchers, lecturers/researchers, engineers and post-docs from the two supervising teams (CEBC and RMSB), and their national and international partners.

**ADDITIONAL INFORMATION :**

The candidate must hold an engineering degree and/or a master's degree in neurosciences, physiology or ecophysiology (Bac +5). The position requires solid knowledge in neurosciences, physiology and ecology, statistical knowledge, and good oral and written communication skills (English required, level B2 or higher) to present at congresses and write articles in scientific journals. The candidate must hold a driving license (Permis B). We are looking for a young researcher who will be able to get involved in his project, curious, with a certain autonomy and a strong motivation to carry out fieldwork, lab experiments, develop skills in bench work and analysis. Past experience in the fieldwork, animal care, manipulation of wild vertebrates, laboratory animals and benchwork will be a plus. Finally, the candidate must be able to work in a team on multidisciplinary projects.

**APPLICATION PROCESS**

Application should include:

- a detailed CV
- the names of at least two references (e.g. M2 internship supervisor)
- a one-page cover/motivation letter
- the marks and rankings of Master 1 and 2 or engineering school.

**All applications must be sent via the "CNRS employment portal" via the following link:**

<https://emploi.cnrs.fr/Offres/Doctorant/UMR7372-FREANG-007/Default.aspx>

**Applications will be reviewed as they are received.**