

Proposition de Contrat Doctoral (CDD)

Pour établir un contact pour candidature envoyer par mail à : georges.zissis@laplace.univ-tlse.fr ou luc.legal@utoulouse.fr

- a. CV détaillé
- b. Lettre de motivation
- c. Nom et coordonnées (mail, téléphone) d'une personne de référence

Date limite de contact : 11 mai 2025

École Doctorale : École doctorale ED173 "Sciences de l'Univers, de l'Environnement et de l'Espace" (SDU2E). Dossier final à déposer dans la plateforme <https://adum.fr/>

Date de début de la Thèse : 1 octobre 2026

Direction de thèse : Luc Legal, MCF-HDR, CRBE et Georges ZISSIS, PR, LAPLACE

Localisation : Laboratoire LAPLACE et Laboratoire CRBE, Univ. de Toulouse, 118 rte de Narbonne, Toulouse, France

Sujet

INCIDENCE DE LA POLLUTION LUMINEUSE ANTHROPIQUE SUR L'ENTOMOFAUNE

Présentation du sujet :

Un système d'éclairage « intelligent et durable » doit être conçu pour créer des environnements émotionnellement stimulants et des atmosphères attrayantes pour la ville. Bien que l'éclairage public nous ait permis d'augmenter la durée et la diversité de nos activités de travail et de loisir qui, autrement, auraient été limitées par l'obscurité nocturne. Il a radicalement modifié l'environnement nocturne pour de nombreuses espèces animales et végétales en perturbant les cycles lumineux naturels quotidiens et saisonniers. Plus particulièrement, on s'inquiète de plus en plus de l'impact que cela peut avoir sur les comportements vitaux des animaux nocturnes, notamment l'alimentation, la migration et la dispersion, l'évitement des prédateurs et la reproduction, avec potentiellement des effets en cascade sur la biodiversité et les biotopes qu'ils peuplent. Les défis majeurs pour la recherche future sont : (1) comment ces divers effets de la lumière artificielle sur les individus s'étendent-ils aux impacts au niveau des populations et des communautés ? (2) comment quantifier et cartographier la pollution lumineuse et ses impacts sur la faune ? Ce sujet est totalement interdisciplinaire avec une composante physique de la lumière encadrée par Georges ZISSIS et Pascal DUPUIS (Laboratoire LAPLACE UT) et une composante écologie fonctionnelle/conservation de la biodiversité encadrée par Luc LEGAL (Laboratoire CRBE UT). Ce projet est la suite d'une première doctorante (Marie-Pia MARCHANT) financée par l'école doctorale GEETS qui était centré sur la photométrie physique et son formalisme mathématique, la construction de pièges lumineux spécifiques et l'établissement d'une collaboration avec un laboratoire de l'Université Ljubljana 2 en Slovénie. Ce projet, s'intéresse directement à l'incidence sur les organismes vivants de signaux lumineux liées à la pollution lumineuse d'origine anthropique. Le premier objectif spécifique de ce projet consiste à paramétrer notre outil numérique (thèse antérieure) basé sur une nouvelle métrique d'attractivité de la lumière parasite dérivée d'une « photométrie adaptée » à la vision des espèces nocturnes. Le second objectif spécifique consistera en l'élaboration et la mise en place d'une méthode expérimentale servant à la validation de la métrique. Nous savons aujourd'hui que la pollution lumineuse d'origine anthropique et le halo lumineux associé masquent, entre autres, les cycles d'éclairement lunaire. Elles brouillent ainsi les cycles naturels journaliers et mensuels et à plus large échelle, la perception des changements annuels de photopériode. De plus, le spectre de la lumière artificielle est différent de celui des sources naturelles qui servent de référence aux espèces qui peuplent le biotope. Étant donné que, la perception de la lumière par les animaux est fondamentalement différente de celle des humains (par exemple la majorité des insectes sont quadri-chromates) il est impossible de quantifier l'attractivité de la lumière d'origine anthropique en transposant aux animaux nocturnes les métriques basées sur des quantités photométriques établies sur la connaissance du système visuel humain. Plusieurs travaux scientifiques sont dédiés depuis des décennies à l'étude des systèmes visuels de différentes espèces d'animaux nocturnes car la façon avec laquelle un animal « voit » son environnement est intimement lié à l'évolution de l'espèce. Malheureusement, les résultats de ces travaux n'ont été que très rarement combinés avec le formalisme photométrique qui a été développé exclusivement pour la vision humaine. Nous arrivons ainsi à une situation oxymore qui consiste à utiliser de façon erronée des quantités photométriques (éclairage en lux, luminances en cd/m²...) pour quantifier la pollution lumineuse sur la faune dont le système visuel est fondamentalement différent de celui des humains. Partant de ces constats, nous avons développé l'embryon d'une méthodologie qui combine les réponses visuelles des insectes avec le formalisme mathématique de la photométrie/radiométrie classiques. Un autre paramètre déterminant qui rend une source plus « visible », et donc plus attractive, est bien entendu similitude de son spectre avec la réponse visuelle de l'insecte et/ou la similitude entre le spectre de la lumière artificielle avec celui de la lumière naturelle perçue normalement par l'animal. Pour affiner et valider notre approche, le/la doctorant(e) travaillera sur l'élaboration d'une méthode expérimentale pour la validation des résultats obtenus par le calcul. Finalement, la métrique développée, après validation sur le terrain, servira par la suite à cartographier les impacts sur le biotope.

Profil Recherché :

Le/la candidat.e devra avoir un profil scientifique confirmé (rigueur, curiosité, autonomie, etc.) couplé avec des capacités pour travailler sur le terrain sur des faunes nocturnes (un plus serait la connaissance des lépidoptères hétérocères) avec une spécialisation dans les domaines des sciences du vivant et de l'ingénierie écologique. Une ouverture d'esprit et une sensibilité d'écoresponsabilité lui permettront d'aborder cette problématique pluridisciplinaire (Une connaissance des méthodes de calcul numérique et la manipulation des plates-formes de programmation comme R et/ou Python, sont des atouts supplémentaires). Cette thèse s'inscrivant dans une logique de possibles applications concertées avec des acteurs locaux, des compétences d'animation et de diffusion grand public de résultats scientifiques complexes seront un plus dans le dossier du/de la candidat.e.

Collaborations Académiques ou Industrielles dans le cadre de la thèse :

Constitution d'une base de données de réponse visuelle d'insectes par électro-rétinographie en collaboration avec le Dr. Gregor BELUSIC, Biotechnical Faculty, University of Ljubljana 2, Slovenia

Environnement du/de la Doctorant.e :

Pendant sa thèse, hormis l'encadrement par ses co-directeurs de thèse et les avantages légaux (congrés payés, télétravail...), le/la doctorant.e bénéficiera de :

- un poste de travail dans la salle commune des doctorants du groupe L&M et au CRBE
- un ordinateur portable avec tous les logiciels nécessaires pour son travail
- une couverture des frais pour la participation à des conférences internationales ou nationales pour présenter ses travaux
- une couverture des frais de déplacement liées aux actions de formation et/ou dans le cadre des collaborations

Le/la doctorant.e sera autorisé.e à postuler à un avenant DCCE.

Perspectives professionnelles pour le/la doctorant.e :

Le/la doctorant.e formé.e au travers de cette thèse aura une capacité à gérer une étude pluridisciplinaire intégrant de la biologie de terrain et de la physiologie de l'insecte avec des approches théoriques et pratiques de la physique de la lumière.

Cette expérience l'amènera à un très haut niveau dans la problématique du développement durable notamment dans l'optimisation de systèmes physiques complexes et les interactions des organismes avec leur écosystèmes. Fort de son expertise, il/elle pourra travailler, soit dans l'industrie, soit dans le monde académique et dans tous les cas il/elle pourra participer à la mise en place des nouvelles stratégies d'urbanisation qui serviront à l'établissement des politiques publiques.

Présentation des Groupes de recherche :

Le/la doctorant.e sera intégré.e dans deux structures en parallèle :

- Le Centre de recherche sur la biodiversité et l'environnement (CRBE) est une unité mixte entre le CNRS, l'Université de Toulouse, l'Institut Polytechnique National de Toulouse et l'Institut de Recherche pour le Développement.
- Le groupe de recherche Lumière et Matière (L&M) du LAPLACE qui est une unité de recherche mixte (UMR 5213), entre le CNRS, l'Université de Toulouse et l'Institut Polytechnique National de Toulouse.

Le CRBE étudie l'influence des changements environnementaux et de leurs interactions sur la terre vivante, et les rétroactions des systèmes socio-écologiques sur ces changements. Les recherches sur la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes combinent les concepts de l'écologie, de la biologie évolutive et des sciences de l'environnement.

Le groupe de recherche Lumière & Matière du LAPLACE, représente une vingtaine de chercheurs qui travaillent sur la production et les usages de la lumière. Ses thèmes de recherche sont centrés autour de la science et la technologie des sources de lumière et des systèmes d'éclairage, ainsi que sur l'étude des usages de la lumière et de ses interactions avec l'environnement et la société.

Proposal for a PhD Fellowship (3-year Working Contract)

To apply, please send an email to: georges.zissis@laplace.univ-tlse.fr or luc.legal@utoulouse.fr

- a. Detailed CV
- b. Cover letter
- c. Name and contact details (email, telephone) of a reference

Deadline for receipt of applications: May 11, 2026

Doctoral School: Doctoral School ED173 'Sciences of the Universe, Environment and Space' (SDU2E). Final application to be submitted via the platform <https://adum.fr/>

Thesis start date: 1 October 2026

Thesis supervisor: Luc LEGAL, MCF-HDR, CRBE et Georges ZISSIS, PR, LAPLACE

Location : Laboratoire LAPLACE et Laboratoire CRBE, Univ. de Toulouse, 118 rte de Narbonne, Toulouse, France

Subject

IMPACT OF ANTHROPOGENIC LIGHT POLLUTION ON ENTOMOFAUNA

Presentation of the topic:

A 'smart and sustainable' lighting system must be designed to create emotionally stimulating environments and attractive atmospheres for the city. Although public lighting has allowed us to increase the duration and diversity of our work and leisure activities, which would otherwise have been limited by the darkness of night, it has radically altered the nocturnal environment for many animal and plant species by disrupting natural daily and seasonal light cycles. In particular, there is growing concern about the impact this may have on the vital behaviours of nocturnal animals, including feeding, migration and dispersal, predator avoidance and reproduction, with potentially cascading effects on biodiversity and the biotopes they inhabit. The major challenges for future research are: (1) how do these various effects of artificial light on individuals extend to impacts at the population and community levels? (2) how can light pollution and its impacts on wildlife be quantified and mapped? This subject is entirely interdisciplinary, with a physics component on light supervised by Georges ZISSIS and Pascal DUPUIS (LAPLACE UT Laboratory) and a functional ecology/biodiversity conservation component supervised by Luc LEGAL (CRBE UT Laboratory). This project is a continuation of a first doctoral thesis (Marie-Pia MARCHANT) funded by the GEETS doctoral school, which focused on physical photometry and its mathematical formalism, the construction of specific light traps and the establishment of a collaboration with a laboratory at the University of Ljubljana 2 in Slovenia. This project focuses directly on the impact of light signals linked to anthropogenic light pollution on living organisms. The first specific objective of this project is to configure our digital tool (previous thesis) based on a new metric for the attractiveness of stray light derived from 'photometry adapted' to the vision of nocturnal species. The second specific objective will be to develop and implement an experimental method for validating the metric. We now know that anthropogenic light pollution and the associated light halo mask, among other things, the cycles of moonlight. They thus disrupt natural daily and monthly cycles and, on a larger scale, the perception of annual changes in photoperiod. Furthermore, the spectrum of artificial light is different from that of natural sources, which serve as a reference for the species that inhabit the biotope. Given that animals' perception of light is fundamentally different from that of humans (for example, most insects are quadri-chromatic), it is impossible to quantify the attractiveness of anthropogenic light by transposing metrics based on photometric quantities established on the knowledge of the human visual system to nocturnal animals. For decades, several scientific studies have been dedicated to the study of the visual systems of different species of nocturnal animals, as the way in which an animal "sees" its environment is closely linked to the evolution of the species. Unfortunately, the results of these studies have very rarely been combined with the photometric formalism that has been developed exclusively for human vision. This leads us to an oxymoronic situation in which photometric quantities (illuminance in lux, luminance in cd/m², etc.) are incorrectly used to quantify light pollution on wildlife, whose visual system is fundamentally different from that of humans. Based on these observations, we have developed the beginnings of a methodology that combines the visual responses of insects with the mathematical formalism of classical photometry/radiometry. Another determining parameter that makes a source more 'visible', and therefore more attractive, is of course the similarity of its spectrum to the visual response of the insect and/or the similarity between the spectrum of artificial light and that of natural light normally perceived by the animal. To refine and validate our approach, the PhD student will work on developing an experimental method for validating the results obtained by calculation. Finally, once validated in the field, the metric developed will then be used to map the impacts on the biotope.

Candidate's Profile sought:

The candidate must have a proven scientific background (rigor, curiosity, autonomy, etc.) coupled with the ability to work in the field on nocturnal fauna (knowledge of heterocera lepidoptera would be an advantage) with a specialization in the fields of life sciences and ecological engineering. An open mind and sensitivity to environmental responsibility will enable them to tackle this multidisciplinary issue (knowledge of numerical calculation methods and the use of programming platforms such as R and/or Python are additional assets). As this thesis is part of a process of exploring possible applications in collaboration with local stakeholders, skills in facilitating and disseminating complex scientific results to the general public will be an advantage for the candidate.

Academic or Industrial Collaborations within the framework of the thesis:

Creation of a database of visual responses in insects using electroretinography, in collaboration with Dr. Gregor BELUSIC, Biotechnical Faculty, University of Ljubljana 2, Slovenia

Doctoral student's environment

During their thesis, in addition to supervision by their co-supervisors and legal benefits (paid leave, teleworking, etc.), doctoral students will benefit from:

- a workstation in the L&M group's doctoral students' common room and at the CRBE
- a laptop with all the software necessary for their work
- coverage of expenses for participation in international or national conferences to present their work
- coverage of travel expenses related to training activities and/or collaborations

The doctoral student will be authorized to apply for a DCCE amendment.

Professional prospects for the doctoral student:

The doctoral student trained through this thesis will have the ability to manage a multidisciplinary study integrating field biology and insect physiology with theoretical and practical approaches to the physics of light.

This experience will bring them to a very high level in the field of sustainable development, particularly in the optimization of complex physical systems and the interactions of organisms with their ecosystems. With their expertise, they will be able to work either in industry or in academia, and in either case, they will be able to participate in the implementation of new urbanization strategies that will be used to establish public policy.

Presentation of the Research Groups

The doctoral student will be integrated into two structures in parallel:

- The Centre for Research on Biodiversity and the Environment (CRBE), a joint unit between the CNRS, the University of Toulouse, the National Polytechnic Institute of Toulouse and the Institute for Research and Development.
- The LAPLACE Light and Matter (L&M) research group, which is a joint research unit (UMR 5213) between the CNRS, the University of Toulouse and the National Polytechnic Institute of Toulouse.

The CRBE studies the influence of environmental changes and their interactions on the living earth, and the feedback from socio-ecological systems on these changes. Research on biodiversity and ecosystem functioning combines concepts from ecology, evolutionary biology and environmental sciences.

The Light & Matter research group of LAPLACE comprises around twenty researchers working on the production and uses of light. Their research topics focus on the science and technology of light sources and lighting systems, as well as the study of the uses of light and its interactions with the environment and society.