

Algorithmes de détection de ruptures pour des processus de Poisson Marqués et application pour la détection automatisée des chaleurs chez les petits ruminants

Contextes et objectifs du stage

La détection de ruptures vise à identifier les moments où la distribution de probabilité d'un processus stochastique ou d'une série chronologique change. En général, le problème consiste à détecter si un changement s'est produit ou non, ou si plusieurs changements ont pu se produire, et à identifier les moments où ces changements se sont produits. L'**objectif de ce stage** est de proposer, étudier et appliquer un nouvel algorithme de détection de ruptures dans le cas de multiples observations de processus de Poisson marqués.

L'**application de ce travail de stage** s'inscrit dans le cadre du projet SynchroBio¹ (2025-2026) qui propose d'explorer des scénarios d'adaptation de la conduite de la reproduction dans les systèmes d'élevage de petits ruminants (ovins et caprins), dans le contexte du cahier des charges de l'Agriculture Biologique (AB). Un des objectifs de ce projet, mobilisant un consortium interdisciplinaire, est d'automatiser la détection des chaleurs pour les ovins et les caprins grâce à des outils numériques (algorithme de prédiction, système d'alerte) en développement à INRAE, afin de mettre à la reproduction les femelles après synchronisation sans hormones par effet mâle.

Mots clés

Processus de Poisson marqués ; détection de ruptures ; modèles à variables latentes ; optimisation

Compétences souhaitées

Nous recherchons une personne possédant des compétences en probabilités ou statistiques mathématiques, avec un goût pour les applications et le numérique. Des compétences en programmation (comme R) sont également nécessaires. Des connaissances en agronomie ne sont pas nécessaires.

À propos de l'unité d'accueil

Le stage sera basé à Montpellier dans l'[UMR MISTEA](#) (Mathématiques Informatique et Statistiques pour l'Environnement et l'Agronomie), sur le campus de la Gaillarde de l'Institut Agro. Il sera supervisé par [Bertrand Cloez](#) et [Nicolas Verzelen](#), deux chercheurs d'INRAE (Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement) travaillant sur les algorithmes statistiques et stochastiques. Le stage sera mené en collaboration avec Nathalie Debus (INRAE Montpellier, UMR SELMET « Systèmes d'élevage méditerranéens et tropicaux »), Jean-Baptiste Menassol (L'Institut Agro Montpellier/UMR SELMET), Sandrine Fréret (INRAE Tours, UMR PRC « Physiologie de la Reproduction et des Comportements ») et Isabelle Sanchez (UMR MISTEA). **Un financement de thèse est possible à l'issue du stage, sur la mise en place et l'étude mathématique d'algorithmes de détections de ruptures pour des processus stochastiques avec des applications en élevage pastoral.**

Informations générales

Durée : 6 mois

Lieu : Montpellier

Fin de candidature : Février 2025

Contact

Bertrand Cloez

Bertrand.Cloez@inrae.fr

Références

- Dion-Blanc, C., Hawat, D., Lebarbier, E., & Robin, S.S. (2023). Multiple change-point detection for some point processes. <https://arxiv.org/abs/2302.09103>, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.09103>
- F. Picard, E. Lebarbier, M. Hoebeke, G. Rigai, B. Thiam, and S. Robin. (2011). Joint segmentation, calling, and normalization of multiple cgh profiles. *Biostatistics*, 12(3):413–28.
- Alhamada, M., Debus, N., Lurette, A., & Bocquier, F. (2016). Validation of automated electronic oestrus detection in sheep as an alternative to visual observation. *Small Ruminant Research*, 134, 97-104.
- Pellicer-Rubio, M. T., Fréret, S., &... & Goudet, G. (2024). Gestion de la reproduction sans hormones chez les mammifères d'élevage en AB en France. *INRAE Productions Animales*, 37(2), 7445-7445.

¹ **Projet SynchroBio (2025-2026).** Détection automatisée des chaleurs et pratique de l'insémination animale après synchronisation sans hormones par effet mâle chez les petits ruminants. Coordination : S. Fréret (INRAE, UMR PRC) & A. Lurette (INRAE, UMR SELMET).

<https://metabio.hub.inrae.fr/rubriques-verticales/nos-actions/projets-exploratoires/synchrobio-parcours-avec-projet-exploratoire-2025-2026>

Change-point detection algorithms for marked Poisson processes and application for automated heat detection in small ruminants

Internship contexts and objectives

Change-point detection aims to identify moments when the probability distribution of a stochastic process or time series changes. In general, the problem consists of detecting whether or not a change has occurred, or whether several changes may have occurred, and identifying the moments when these changes occurred. The objective of this internship is to propose, study, and apply a new break detection algorithm in the case of multiple observations of marked Poisson processes. The application of this internship work is part of the SynchroBio¹ project (2025-2026), which proposes to explore scenarios for adapting reproduction management in small ruminant (sheep and goat) farming systems, in the context of organic farming specifications. One of the objectives of this project, involving an interdisciplinary consortium, is to automate heat detection for sheep and goats using digital tools (prediction algorithm, alert system) currently being developed at INRAE, in order to breed females after synchronization without hormones through the male effect.

Keywords

Marked Poisson processes; break detection; latent variable models; optimization

Required skills

We are looking for someone with skills in probability or mathematical statistics, with an interest in applications and digital technology. Programming skills (such as R) are also required. Knowledge of agronomy is not necessary.

About the unit

The internship will be based in Montpellier at the MISTEA (Mathematics, Computer Science, and Statistics for the Environment and Agronomy) joint research unit on the Gaillarde campus of the Institut Agro. It will be supervised by Bertrand Cloez and Nicolas Verzellen, two researchers from INRAE (National Research Institute for Agriculture, Food, and the Environment) working on statistical and stochastic algorithms. The internship will be conducted in collaboration with Nathalie Debus (INRAE Montpellier, UMR SELMET "Mediterranean and Tropical Livestock Systems"), Jean-Baptiste Menassol (Institut Agro Montpellier/UMR SELMET), Sandrine Fréret (INRAE Tours, UMR PRC "Physiology of Reproduction and Behavior") and Isabelle Sanchez (UMR MISTEA). **Thesis funding may be available at the end of the internship for the implementation and mathematical study of break detection algorithms for stochastic processes with applications in pastoral farming.**

General information

Duration : 6 months

Location : Montpellier

Application deadline: February 2026

Contact

Bertrand Cloez

Bertrand.Cloez@inrae.fr

References

- Dion-Blanc, C., Hawat, D., Lebarbier, E., & Robin, S.S. (2023). Multiple change-point detection for some point processes. <https://arxiv.org/abs/2302.09103>, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.09103>
- F. Picard, E. Lebarbier, M. Hoebeke, G. Rigai, B. Thiam, and S. Robin. (2011). Joint segmentation, calling, and normalization of multiple cgh profiles. *Biostatistics*, 12(3):413–28.
- Alhamada, M., Debus, N., Lurette, A., & Bocquier, F. (2016). Validation of automated electronic oestrus detection in sheep as an alternative to visual observation. *Small Ruminant Research*, 134, 97-104.
- Pellicer-Rubio, M. T., Fréret, S., &... & Goudet, G. (2024). Gestion de la reproduction sans hormones chez les mammifères d'élevage en AB en France. *INRAE Productions Animales*, 37(2), 7445-7445.

¹ **SynchroBio (2025-2026) project.** Automated heat detection and animal insemination practice after hormone-free synchronization using the male effect in small ruminants. Coordination : S. Fréret (INRAE, UMR PRC) & A. Lurette (INRAE, UMR SELMET).

<https://metabio.hub.inrae.fr/rubriques-verticales/nos-actions/projets-exploratoires/synchro-bio-parcours-avec-projet-exploratoire-2025-2026>