

Ecole Doctorale

*Mathématiques et Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication*

*Laboratoire de Mathématiques de Bretagne Atlantique*

**AVIS DE SOUTENANCE DE THESE**

**Le mercredi 16 juin 2021 à 14h**

à l'UFR Sciences et Techniques, Brest.

**Monsieur ABGRALL DOMINIQUE**

soutiendra une thèse de doctorat sur le sujet suivant :

" Studies of change detection : on-line scheme for discrete Poisson models and off-line test for parametric mixtures. Application to insurance problems ".

**Le jury sera ainsi composé :**

- **M. AILLIOT PIERRE, Maître de conférences**

Univ. de Bretagne Occidentale - BREST

- **M. BERTAIL PATRICE, Professeur des universités**

Université Paris Nanterre - NANTERRE

- **M. DOUKHAN PAUL, Professeur des universités**

Université Cergy Pontoise - PONTOISE

- **M. FRANKE BRICE, Professeur des universités**

Univ. de Bretagne Occidentale - BREST

- **MME HABART MARINE, Docteure**

AXA GIE - PARIS 08EME

- **M. LOPEZ OLIVIER, Professeur des universités**

Sorbonne Université - PARIS 05EME

- **MME RAINER CATHERINE, Maître de conférences**

Univ. de Bretagne Occidentale - BREST

- **M. VERMET FRANCK, Maître de conférences**

Univ. de Bretagne Occidentale - BREST

**invité(e) :**

- **M. FARDOUN ALI, Maître de conférences**

Univ. de Bretagne Occidentale - BREST

- **M. LOEWE MATTHIAS, Professeur**

Westfälische Wilhelmsuniversität - D-48149 MUNSTER - ALLEMAGNE

A BREST, le 25 mai 2021

Le Président de l'Université de  
Bretagne Occidentale,



A handwritten signature in black ink, appearing to read "J. Gallo".

**M. GALLOU**

**Titre :** Études de détection de rupture : procédure en ligne pour des modèles discrets de Poisson et test hors ligne pour des mélanges paramétriques. Application à des problèmes issus de l'assurance.

**Mots-clés :** Détection de rupture, mélange paramétrique, théorèmes limites faibles de séquences dépendantes, test de ratio de vraisemblance pondérée, estimateur séquentiel convergent, procédure de Shiryaev-Roberts, mortalité nationale française, application à des données d'assurance.

**Résumé :** Cette thèse traite de deux études distinctes de techniques de détection de rupture.

Le premier problème concerne l'estimation séquentielle du paramètre post-changement dans le cas d'une séquence discrète de variables aléatoires de Poisson. Nous introduisons un estimateur alternatif qui est basé sur la statistique de la procédure de Shiryaev-Roberts. Nous montrons qu'il s'agit d'un estimateur convergent. Les applications numériques indiquent que, juste après le changement, il a un biais et une variance significativement plus faibles que ceux de l'estimateur du maximum de vraisemblance, avec des propriétés asymptotiques similaires. Des applications à des données réelles d'assurance sont présentées, pour des cas où le changement est évident ou non.

Dans la seconde étude, nous introduisons deux tests d'hypothèse qui permettent de détecter une

rupture dans la première composante d'un mélange fini de lois paramétriques, pour un échantillon où au plus un changement se produit. Chaque test repose sur un ratio de vraisemblance pondérée qui est calculable à l'aide d'algorithmes d'estimation standards. Avec une technique issue de Davis et al. (1995), nous obtenons sous l'hypothèse nulle les lois limites des statistiques de test comme des formes quadratiques d'un mouvement Brownien, à l'aide d'un théorème limite fonctionnel dédié. Nous montrons que les conditions de validité du résultat limite sont valides pour le cas Gaussien dans le cadre donné par Hathaway (1985). Des applications numériques sur des données simulées illustrent les avantages des tests alternatifs comparés à un test standard de référence. Une application illustrative sur des données réelles d'assurance non-vie est donnée pour les tests alternatifs.

**Title:** Studies of change-point detection: on-line scheme for discrete Poisson models and off-line test for parametric mixtures. Application to insurance problems.

**Keywords:** Change-point detection, parametric mixture, weak limit theorems for dependent sequences, weighted likelihood quotient test, consistent sequential estimator, Shiryaev-Roberts scheme, French mortality, applications to insurance data.

**Abstract:** This thesis concerns two distinct studies of change-point detection techniques.

The first problem deals with the sequential estimation of the post-change distribution when observing an on-line sequence of Poisson random variables. We introduce an alternative estimator based on the detection statistic of the Shiryaev-Roberts procedure. We show that it is a consistent estimator for the true post-change parameter. Numerical simulations indicate that, compared to the usual Maximum Likelihood Estimator, it has significantly reduced bias and variance just after the change, with identical asymptotic properties. Applications on real data from the insurance industry are provided, in a context where the change is obvious or not.

In the second study, we introduce two alternative hypothesis tests that aim to detect a change-

point in the first component of a finite parametric mixture, for a closed sample where at most one change occurs. They are based on weighted likelihood ratios that can be computed with standard inference algorithms. With a technique from Davis et al. (1995), we derive the limit distribution of their statistics under the null hypothesis in the form of quadratic forms of multidimensional Brownian motions, with the help of a dedicated functional limit theorem. We show that validity conditions of the main result hold for univariate finite Gaussian mixtures within the framework of Hathaway (1985). Numerical applications on simulated data illustrate the advantage of the alternative tests compared to a standard benchmark test. An application to Property and Casualty insurance real data is provided for the alternative tests.