

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة العليا للإعلام الآلي 80 ماي 5491 بسبدي بلعباس
École Supérieure en Informatique
-08 Mai 1945- Sidi Bel Abbès



Final Year Thesis

To obtain the diploma of Master
Field: **Computer Science**
Speciality: **Artificial Intelligence and Data Science**

Theme

Change Point Detection in Temporal Graphs

Presented by:
SEHILI CHAIMA

Submitted on : **October, 2025**, In front of the jury composed of:

Dr. MAHAMMED Nadir
Dr. Dr. BELMEKKI Ghizelane Amira
Dr. Belkacem KHALDI
Dr. Esteban BAUTISTA Ruiz
Dr. Matthieu PUIGT
Dr. Laurent BRISSON

President
Examiner
Supervisor
Supervisor
Co-Supervisor
Co-Supervisor

ABSTRACT

Temporal graphs provide a natural framework for modeling complex systems where relationships between entities evolve over time. Detecting the moments when these structures undergo significant changes referred to as *change points* is crucial for understanding regime shifts in domains such as social networks, communication systems, financial markets, and large scale online collaborations.

Traditional change detection techniques, developed mainly for time series, are not sufficient to capture the relational and dynamic nature of graphs. This has motivated the development of methods specifically tailored to temporal graphs, where changes correspond to structural modifications in the underlying network.

This thesis presents a *literature review* of representative approaches for change point detection in temporal graphs, focusing specifically on methods that operate on *graph snapshot series*. This study examines seven methods, spanning different methodological families such as spectral analysis, probabilistic modeling, similarity-based techniques, and neural representation learning.

By synthesizing these contributions, this work provides a structured overview of the field and highlights the challenges and perspectives for future research in change point detection for temporal graphs.

Keywords: Temporal Graphs, Change Point Detection, Dynamic Networks, Graph Snapshot Series, Machine Learning

RÉSUMÉ

Les graphes temporels offrent un cadre naturel pour modéliser des systèmes complexes où les relations entre entités évoluent au fil du temps. Détecter les moments où ces structures subissent des changements importants appelés *points de changement* est essentiel pour comprendre les transitions de régime dans des domaines tels que les réseaux sociaux, les systèmes de communication, les marchés financiers et les collaborations en ligne à grande échelle.

Les techniques classiques de détection de changements, développées principalement pour les séries temporelles, ne suffisent pas à capturer la nature relationnelle et dynamique des graphes. Cela a motivé le développement de méthodes spécifiquement adaptées aux graphes temporels, où les changements correspondent à des modifications structurelles du réseau sous jacent.

Ce mémoire présente une *revue de littérature* sur des approches représentatives de la détection de points de changement dans les graphes temporels, en se concentrant sur les méthodes qui fonctionnent à partir de *séries d'instantanés de graphes*. Cette étude examine sept méthodes, couvrant différentes familles méthodologiques telles que l'analyse spectrale, la modélisation probabiliste, les techniques basées sur la similarité et l'apprentissage de représentations neuronales.

En synthétisant ces contributions, ce travail propose une vue d'ensemble structurée du domaine et met en évidence les principaux défis ainsi que des perspectives pour les recherches futures en détection de points de changement dans les graphes temporels.

Mots-clés : Graphes temporels, Détection de points de changement, Réseaux dynamiques, Séries d'instantanés de graphes, Apprentissage automatique

الملخص

توفر الرسوم البيانية الزمنية إطارا طبيعيا لنمذجة الأنظمة المعقدة حيث تتطور العلاقات بين الكيانات مع مرور الوقت. إن اكتشاف اللحظات التي تشهد فيها هذه البنى تغييرات كبيرة، والمعروفة باسم نقاط التغيير، أمر ضروري لفهم تحولات النظام في مجالات مثل الشبكات الاجتماعية، وأنظمة الاتصال، والأسواق المالية، والتعاونات الواسعة النطاق عبر الإنترنت. التقنيات التقليدية لاكتشاف التغييرات، التي طورت أساسا من أجل السلاسل الزمنية، ليست كافية لالتقاط الطبيعة العلائقية والديناميكية للرسوم البيانية. وقد أدى ذلك إلى تطوير أساليب مخصصة للرسوم البيانية الزمنية، حيث تمثل التغييرات تعديلات هيكلية في الشبكة الأساسية.

يقدم هذا البحث مراجعة أدبية لمجموعة من المناهج التمثيلية الخاصة باكتشاف نقاط التغيير في الرسوم البيانية الزمنية، مع التركيز على الأساليب التي تعمل على أساس سلاسل اللقطات البيانية. تدرس هذه المراجعة سبع طرق، تغطي عائلات منهجية مختلفة مثل التحليل الطيفي، النماذج الاحتمالية، الأساليب القائمة على التشابه، وتعلم التمثيلات العصبية. من خلال تجميع هذه المساهمات، يوفر هذا العمل رؤية شاملة ومنظمة للمجال، ويسلط الضوء على التحديات الرئيسية وآفاق البحوث المستقبلية في اكتشاف نقاط التغيير في الرسوم البيانية الزمنية.

الكلمات المفتاحية: الرسوم البيانية الزمنية، اكتشاف نقاط التغيير، الشبكات الديناميكية، سلاسل اللقطات البيانية، التعلم الآلي