



**Laboratoire de Mathématiques et Informatique pour la Complexité et les  
Systèmes  
MICS**

**Présente**

## **L'AVIS DE SOUTENANCE**

**De Monsieur Mohammed Salek**

Laboratoire MICS, CentraleSupélec, Université Paris Saclay, soutiendra  
publiquement ses travaux de thèse de doctorat intitulés :

***“Statistical analysis and modeling of opening and closing auctions  
in financial markets.”***

Sous la Direction de Monsieur Damien Challet et Monsieur Ioane Muni Toke.

**Le 4 juin 2024 à 14h00**

À l'école CentraleSupélec, dans la **salle E.068** - Bâtiment Bouygues.

### **Membres du jury :**

Fabrizio LILLO, Rapporteur & Examineur, University of Bologna

Huyên PHAM, Rapporteur & Examineur, Université Paris Cité

Sophie MOINAS, Examinatrice, Université Toulouse Capitole

Eduardo ABI JABER, Examineur, Ecole Polytechnique

### **Résumé :**

Cette thèse est dédiée à l'étude des enchères d'ouverture et de clôture sur les marchés européens d'actions, plus particulièrement celles de la bourse de Paris. Les enchères sont un mécanisme essentiel permettant d'ouvrir et clôturer les journées de négociation de manière ordonnée. En particulier, les prix de clôture sont d'une importance cruciale pour les investisseurs et les régulateurs. Contrairement à la littérature abondante sur la phase de négociation continue, les travaux sur les enchères sont rares, en partie à cause de la difficulté

d'acquérir des données de haute qualité. Cette thèse est basée sur un ensemble de données de haute qualité qui nous permet de fournir un aperçu nouveau sur les phases d'enchères, de reconstruire leur dynamique événement par événement et de proposer des modèles précis des phénomènes observés.

Premièrement, nous examinons l'impact des ordres sur les prix dans les enchères. Nous fournissons un cadre mathématique pour les enchères, calculons la forme moyenne du carnet d'ordres au moment de l'enchère et sa répartition en fonction de la latence des agents et du compte utilisé. Nous étudions l'impact au moment de l'enchère ainsi que l'effet d'un temps de compensation aléatoire.

Deuxièmement, nous adaptons un modèle continu en prix et en temps aux spécificités des enchères d'actions. Nous montrons que des solutions générales peuvent être obtenues en formules fermées. Nous résolvons numériquement les équations du modèle et nous le calibrons à la dynamique complète du carnet d'ordres moyen à la clôture. Nous concluons en étudiant les causes de la sous-diffusivité des prix indicatifs.

### **Abstract :**

This thesis is devoted to the study of opening and closing auctions in European markets with a specific emphasis on the Paris stock exchange. Auctions serve as an essential mechanism to open and close trading days in an orderly way. In particular, closing prices are of crucial importance for both investors and regulators. In contrast to the abundant literature on the continuous trading phase, work on auctions is scarce, partly due to the difficulty in acquiring high-quality data. This thesis is based on a high-quality dataset allowing us to provide novel insights into auction phases, reconstruct their tick-by-tick dynamics, and propose accurate models of the observed phenomena.

First, we examine price impact in auctions. We provide a mathematical framework for auctions, compute the average shape of the limit order book at auction time, and its breakdown by agents' latency and account type. We investigate price impact at auction time and address the effect of random clearing times.

Second, we adapt a continuous price-time model to the specifics of equity auctions. We show that time-dependent solutions can be obtained in closed-form formulas. We numerically solve the full equations and fit the average dynamics of the limit order book in closing auctions. We conclude by investigating the causes behind the indicative price sub-diffusivity.