

Statistique Mathématique

Nom : **HURLIN**

Prénom : **Christophe**

Année : **M1**

Semestre : **7**

Nature : **CM + TD**

Volume horaire : **30 + 15**

ECTS / Coef : **5**

Prérequis	- Cours de probabilité (probabilité, variables aléatoires, etc.) - Cours de statistique descriptive
Résumé	Le cours de statistique mathématique se structure autour de 6 grands chapitres : théorie de l'estimation, méthode du maximum de vraisemblance, théorie de l'inférence statistique, modèle de régression linéaire, hétéroscédasticité, endogénéité et méthodes de variables instrumentales. Ce cours constitue un prérequis indispensable à l'ensemble des autres cours du master (première année et deuxième année). Les slides du cours sont rédigés en anglais afin de faciliter l'acquisition du vocabulaire technique, mais le cours est dispensé en français. Les concepts théoriques seront illustrés par des applications réalisées sous Python et exécutées sous Google Colab.
Objectifs	➤ Maîtriser les concepts d'échantillon, d'estimateur, d'estimation. ➤ Maîtriser les différentes notions de convergence d'une suite de variables aléatoires ➤ Maîtriser les principaux théorèmes de la statistique mathématique (théorème central limite, loi faible des grands nombres, méthode delta, etc.) ➤ Savoir dériver les propriétés à distance finie et les propriétés asymptotiques d'un estimateur ➤ Maîtriser les principales notions associées aux tests statistiques (région critique, statistique de test, p-value, etc.) ➤ Maîtriser les tests de Student et de Fisher ➤ Maîtriser les tests LRT, Wald et LM ➤ Maîtriser la théorie du maximum de vraisemblance. ➤ Savoir manier les concepts de gradient, score, hessienne, matrice d'information de Fisher associée à l'échantillon, matrice d'information de Fisher moyenne, etc. ➤ Savoir dériver les propriétés asymptotiques de l'estimateur du maximum de vraisemblance ➤ Comprendre le principe des principales méthodes d'optimisation numérique ➤ Savoir implémenter ces méthodes sous Python ➤ Comprendre les implications de l'hétéroscédasticité et de l'endogénéité. ➤ Maîtriser les méthodes d'estimation de type GLS, FGLS et WLS et le principe de la correction de White ➤ Maîtriser les méthodes d'estimation de type variables instrumentales (IV) et 2SLS.
Bibliographie	• Amemiya T. (1985), Advanced Econometrics. Harvard University Press. • Greene W. (2007), Econometric Analysis, sixth edition, Pearson – Prentice Hil • Hurlin C. and Mignon V (2022), Statistique et Probabilités, Dunod, 2nd édition. • Ruud P., (2000) An introduction to Classical Econometric Theory, Oxford University Press.

PLAN

Chapter 1: Estimation theory

Section 1: Introduction

Section 2: What is an estimator?

Section 3: Finite sample properties

Section 4: Large sample (asymptotic) properties

Subsection 4.1: Almost sure convergence

Subsection 4.2: Convergence in probability

Subsection 4.3: Convergence in mean square

Subsection 4.4: Convergence in distribution

Subsection 4.5: Asymptotic distributions

Chapter 2: Maximum Likelihood Estimation (MLE)

Section 1: Introduction

Section 2: The principle of the maximum likelihood estimation

Section 3: The likelihood function

Section 4: Maximum likelihood estimator

Section 5: Score, Hessian and Fisher information

Section 6: Properties of maximum likelihood estimators

Chapter 3: The multiple linear regression model: the Ordinary Least Squares (OLS) estimator

Section 1: Introduction

Section 2: The multiple linear regression model

Section 3: The ordinary least squares estimator

Section 4: Statistical properties of the OLS estimator

Subsection 4.1: Finite sample properties

Subsection 4.2: Asymptotic properties

Chapter 4: Inference and statistical hypothesis testing

Section 1: Introduction

Section 2. Statistical hypothesis testing

Section 3. Tests in the multiple linear regression model

Subsection 3.1. The Student test

Subsection 3.2. The Fisher test

Section 4. MLE and Inference

Subsection 4.1. The Likelihood Ratio (LR) test

Subsection 4.2. The Wald test

Subsection 4.3. The Lagrange Multiplier (LM) test

Chapter 5: The Generalized Least Squares (GLS) estimator

Section 1: Introduction

Section 2. The generalized linear regression model

Section 3. Inefficiency of the Ordinary Least Squares

Section 4. Generalized Least Squares (GLS)

Section 5. Heteroscedasticity

Section 6. Testing for heteroscedasticity

Chapter 6: Endogeneity, error-in-variables and the Instrumental Variables (IV) estimator

Section 1: Introduction

Section 2. Endogeneity

Section 3. Instrumental Variables (IV) estimator

Section 4. Two-Stage Least Squares (2SLS)