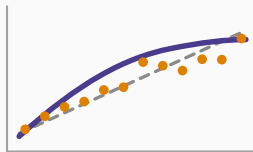


Économétrie avancée

Chapitre 10 : Introduction aux séries temporelles



Jaouad Madkour

Faculté d'Économie et de Gestion de Tanger · 27 août 2026

Avant de commencer

La nature des données de séries temporelles

Deux familles de modèles

Propriétés des MCO en séries temporelles

Forme fonctionnelle, indicatrices et nombres indices

Tendance et saisonnalité

Synthèse

Avant de commencer

Pourquoi ce chapitre ?

Tous les chapitres précédents supposaient un échantillonnage aléatoire — des observations interchangeables, sans ordre privilégié. Une série temporelle a un **ordre chronologique** intrinsèque : le passé peut influencer le futur, jamais l'inverse. Ce chapitre adapte le cadre des MCO à cette structure, prépare le terrain du cours d'économétrie financière (séries temporelles, GARCH, cointégration) déjà largement mobilisé dans les chapitres 4 et 8 de ce cours.

La nature des données de séries temporelles

Processus stochastique

Une série temporelle est une **réalisation unique** d'un processus stochastique — une suite de variables aléatoires indexées par le temps. Contrairement à une coupe transversale, on ne peut pas “retirer un nouvel échantillon” : l'histoire ne se rejoue pas. L'ensemble de toutes les réalisations possibles joue le rôle de population.

Deux familles de modèles

Modèles statiques et modèles à retards échelonnés

Modèle statique

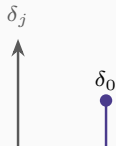
$$y_t = \beta_0 + \beta_1 z_t + u_t$$

suppose un effet **contemporain immédiat** de z sur y — pertinent quand on s'intéresse à un arbitrage instantané (courbe de Phillips statique : $inf_t = \beta_0 + \beta_1 unem_t + u_t$).

Modèle à retards échelonnés finis (FDL)

$$y_t = \alpha_0 + \delta_0 z_t + \delta_1 z_{t-1} + \dots + \delta_q z_{t-q} + u_t$$

laisse z affecter y avec retard. δ_0 est la **propension d'impact** (effet immédiat d'un choc temporaire); la somme $\delta_0 + \delta_1 + \dots + \delta_q$ est la **propension de long terme (PLT)** — l'effet cumulé d'un changement **permanent** de z .



Propriétés des MCO en séries temporelles

Exogénéité stricte (TS.2)

$$E(u_t | X) = 0, \quad t = 1, \dots, n$$

exige que u_t soit non corrélée avec les régresseurs de **toutes** les périodes, pas seulement la période t — une hypothèse bien plus forte que MLR.3. Elle exclut en particulier toute **rétroaction** de y sur les valeurs futures de z (par exemple, une ville qui ajuste ses effectifs de police en fonction du taux de criminalité passé).

Exogénéité contemporaine vs stricte

De nombreuses variables de politique publique (dépenses, réglementation) réagissent à l'historique de y : elles sont **contemporainement** exogènes (non corrélées à u_t) sans être **strictement** exogènes. Cette distinction, sans équivalent en coupe transversale, devient cruciale au chapitre suivant pour établir la seule convergence (plutôt que le non-biais) des MCO.

Absence d'autocorrélation (TS.5)

$$\text{Corr}(u_t, u_s \mid X) = 0, \quad t \neq s.$$

Sous échantillonnage aléatoire (coupe transversale), cette propriété est automatique; en série temporelle, elle doit être **supposée** explicitement — et elle est souvent violée en pratique (chocs qui se propagent d'une période à l'autre).

Le résultat central : MCG-BLUE sous TS.1–TS.5

Sous TS.1 à TS.5 — linéarité, exogénéité stricte, absence de colinéarité parfaite, homoscedasticité, absence d'autocorrélation —, les MCO restent **BLUE**, exactement comme sous Gauss-Markov en coupe transversale (théorème 10.4, analogue au théorème 3.4). En ajoutant la normalité (TS.6), les statistiques t et F usuelles redeviennent exactes. Le prix à payer : ces six hypothèses sont **plus restrictives** en pratique qu'en coupe transversale, notamment l'exogénéité stricte et l'absence d'autocorrélation.

Taux d'intérêt, inflation et déficit

$\widehat{i3}_t = 1.25 + .613 inf_t + .700 def_t$ ($n = 49$) : sous CLM, chaque hausse d'un point d'inflation relève le taux des bons du Trésor à 3 mois de .613 point, effet très significatif — une lecture valide seulement si TS.1-TS.6 tiennent, ce que le chapitre 12 (autocorrélation) viendra nuancer.

Forme fonctionnelle, indicatrices et nombres indices

Les mêmes outils, un nouveau terrain

Logarithmes (élasticités constantes), quadratiques et indicatrices (chapitres 6–7) s'utilisent sans modification en série temporelle. Les indicatrices y prennent un sens particulier : marquer des **périodes** (guerre, changement de régime, réglementation) plutôt que des groupes d'individus.

Étude d'événement : plainte antidumping et importations

$\log(\widehat{chnimp}) = \dots + .060 befile6 - .032 affile6 - .566 afddec6$: les importations chinoises de chlorure de baryum chutent d'environ $100[\exp(-.566) - 1] \approx -43,2\%$ dans les six mois suivant la décision favorable à l'industrie américaine — un exemple typique d'**étude d'événement**, la même logique que celle utilisée pour évaluer l'impact d'une annonce sur un rendement boursier.

Nombre indice et changement de base

Un nombre indice (indice des prix, de production industrielle) n'a de sens qu'en **comparaison** entre deux dates; il se change de base par $newindex_t = 100(oldindex_t / oldindex_{nouvelle\ base})$. Un salaire ou un prix “réel” s'obtient en divisant la valeur nominale par un indice de prix (ramené à 1 pour l'année de base) — distinction indispensable dès qu'on manipule des séries monétaires sur plusieurs années.

Tendance et saisonnalité

Tendance linéaire vs exponentielle

$y_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + e_t$ capture une tendance **linéaire** (α_1 = variation moyenne par période);
 $\log(y_t) = \beta_0 + \beta_1 t + e_t$ capture une tendance **exponentielle**, où β_1 s'interprète comme le **taux de croissance moyen par période** — la forme la plus courante pour les agrégats macroéconomiques (PIB, production industrielle).

Le danger de la régression fallacieuse

Deux séries qui tendent toutes deux à la hausse (ou à la baisse) peuvent apparaître fortement corrélées **sans lien causal réel** — chacune évolue simplement avec le temps pour des raisons propres. C'est la **régression fallacieuse (spurious regression)**. La parade : inclure une tendance temporelle t comme régresseur, ce qui revient à ne conserver que la corrélation entre les écarts de chaque série à sa **propre** tendance.

Investissement immobilier et prix : un lien qui disparaît

Sans tendance, l'élasticité de l'investissement au prix immobilier est **1.24**, très significative. Avec une tendance temporelle ajoutée, elle tombe à **— .38** et devient non significative — la relation initiale était **fallacieuse**, portée par le fait que les deux séries croissent dans le temps pour des raisons indépendantes. Le R^2 “détrendé” (0,8 %) confirme qu'il ne reste presque rien à expliquer une fois la tendance retirée.

R^2 trompeur avec une variable dépendante tendancielle

Un R^2 élevé en série temporelle peut simplement refléter le fait que y_t suit sa tendance — non que le modèle explique quoi que ce soit d'intéressant. La solution : calculer un R^2 sur les séries **détendancées** (régresser d'abord chaque variable sur t , conserver les résidus, puis régresser les résidus entre eux), qui mesure la part de variation **autour** de la tendance réellement expliquée.

Indicatrices saisonnières

Pour des données mensuelles ou trimestrielles, un jeu d'indicatrices ($feb_t, \dots, dec_t$ pour des données mensuelles, mois de référence : janvier) capture les écarts systématiques de moyenne d'un mois à l'autre. Comme pour la tendance, inclure ces indicatrices équivaut à **désaisonnaliser** y_t et chaque régresseur avant de les mettre en relation.

Données déjà désaisonnalisées : vérifier avant d'agir

La plupart des séries macroéconomiques publiées (PIB trimestriel, production industrielle) sont **déjà** désaisonnalisées par l'organisme producteur — ajouter des indicatrices saisonnières serait alors redondant. Toujours vérifier la source avant de décider si une correction saisonnière manuelle est nécessaire.

Synthèse

L'essentiel du chapitre 10

- Modèles statiques (effet contemporain) et à retards échelonnés (propension d'impact, propension de long terme) couvrent l'essentiel des relations dynamiques simples.
- Les hypothèses TS.1–TS.6 remplacent Gauss-Markov : l'exogénéité stricte et l'absence d'autocorrélation, sans équivalent automatique en coupe transversale, doivent être posées explicitement.
- Logarithmes, indicatrices et nombres indices s'utilisent comme en coupe transversale, avec des applications spécifiques (études d'événement, séries réelles vs nominales).
- Une tendance commune à deux séries peut produire une régression fallacieuse; l'inclusion d'un terme de tendance (et, si besoin, d'indicatrices saisonnières) neutralise ce risque et corrige le R^2 .

Vers la suite du programme

Ce chapitre pose les bases exactes (à échantillon fini) de la régression en série temporelle. Les chapitres suivants du cours — variables instrumentales, données de panel — et les modèles déjà rencontrés en économétrie financière (GARCH, cointégration, tests de racine unitaire) prolongent directement ce cadre vers des situations où l'exogénéité stricte ou l'absence d'autocorrélation ne tiennent plus.