

# Économétrie — TD 3

## Regressions MCO (EViews)

Pierre Beaucoral

2025-09-15

### Introduction

Ce document reprend le **contenu de TD 3** sous forme de **cours**. On revoit les éléments fondamentaux de la **régression linéaire**, la **décomposition ANOVA**, les indicateurs de **qualité d'ajustement** (  $R^2$ ,  $\bar{R}^2$  ), puis les **tests t** et **F**. Une section explique l'**importance économique** des variables et la lecture des **coefficients standardisés**. Les **questions / réponses** du TD sont fournies à la fin.

### Rappels sur la régression linéaire

La régression linéaire sert à **quantifier et tester la relation entre une variable expliquée (Y) et une ou plusieurs variables explicatives (X)**.

En pratique, elle permet de:

- **Décrire** : mesurer la force et le sens d'un lien (ex. hausse du revenu  $\rightarrow$  hausse de la consommation).
- **Prédire** : estimer la valeur attendue de Y pour de nouvelles valeurs de X.
- **Expliquer** : isoler l'effet propre de chaque facteur en contrôlant les autres.
- **Tester** : vérifier des hypothèses (par exemple  $H_0 : \beta_j = 0$  ) grâce aux tests t ou F.

En résumé, c'est un outil central pour **analyser et interpréter des données**, évaluer l'importance relative des déterminants d'un phénomène et faire des **prévisions fondées**.

## Modèle simple et interprétation de $\beta_0$ et $\beta_1$

On suppose :  $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i$ ,  $i = 1, \dots, N$ , où  $\varepsilon_i$  est centré et non corrélé aux régresseurs.

**Objectif MCO (OLS)** : minimiser  $\sum_i (Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_i)^2$ .

**Interprétation :**

- $\beta_0$  est l'**ordonnée à l'origine** (valeur de (Y) quand (X=0)).
- $\beta_1$  est la **pente** (variation moyenne de (Y) quand (X) augmente d'une unité).

## Illustration graphique

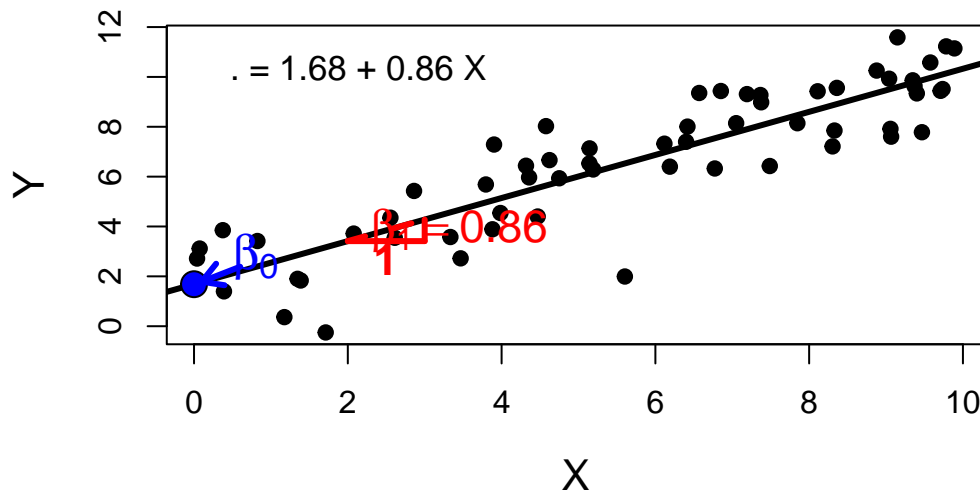


Figure 1: (interception) et pente illustrée par un triangle rectangle ( $\Delta x = 1$ ,  $\Delta y = 0.86$ ).

## Forme matricielle et estimateur OLS

En multiple :  $Y = X\beta + \varepsilon$  et  $\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'Y$ .

Les **valeurs ajustées** sont  $\hat{Y} = X\hat{\beta}$  et les **résidus**  $\hat{\varepsilon} = Y - \hat{Y}$ .

La **forme matricielle** de la régression linéaire :  $Y = X\beta + \varepsilon$  n'est pas juste un "raccourci d'écriture", elle a plusieurs implications importantes :

## Écriture compacte et générale

- Elle **englobe en une seule équation** le modèle avec plusieurs variables explicatives et plusieurs observations.
- Que l'on ait 2 ou 200 régresseurs, la notation reste la même.

- Le vecteur  $Y$  contient toutes les observations de la variable dépendante, la matrice  $X$  toutes les observations de toutes les variables explicatives (y compris une colonne de 1 pour l'intercept).

### Estimation par l'algèbre linéaire

- L'estimateur OLS  $\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'Y$  se déduit **directement** des règles de dérivation matricielle (minimisation de la somme des carrés).
- Cette formule montre les **conditions d'existence** : la matrice  $X'X$  doit être **inversible** → donc les colonnes de  $X$  (les variables explicatives) doivent être **linéairement indépendantes** (pas de multicolinéarité parfaite).

### Propriétés géométriques

- Le vecteur des valeurs ajustées  $\hat{Y} = X\hat{\beta}$  est la **projection orthogonale** de  $Y$  sur l'espace engendré par les colonnes de  $X$ .
- Les résidus  $\hat{\varepsilon} = Y - \hat{Y}$  sont **orthogonaux** à cet espace :
  - $X'\hat{\varepsilon} = 0$ .
  - → Les variables explicatives ne sont pas corrélées aux résidus.

---

### Extension à d'autres modèles

- Cette écriture facilite les **généralisations** : régression multiple, modèles de panel, régressions pondérées, moindres carrés généralisés, etc.
- Elle permet d'utiliser directement les outils de l'algèbre linéaire (décomposition en valeurs propres, moindres carrés ordinaires ou généralisés).

## Décomposition ANOVA et qualité d'ajustement

L'**ANOVA** (pour *ANalysis Of VAriance*, ou **analyse de la variance**) est une méthode statistique qui décompose la variabilité totale d'une variable en plusieurs composantes, afin de comparer et de tester les effets de différents facteurs.

Dans le cadre de la **régression linéaire**, l'ANOVA sert à expliquer d'où vient la variance observée de la variable dépendante  $Y$  :

## ANOVA : $SCT = SCE + SCR$

La somme des carrés **totale** (SCT) se décompose en somme des carrés **expliquée** (SCE) et somme des carrés des **résidus** (SCR) :  $\sum_i (Y_i - \bar{Y})^2 = \sum_i (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 + \sum_i (Y_i - \hat{Y}_i)^2$ .

### Schéma visuel

#### Décomposition visuelle

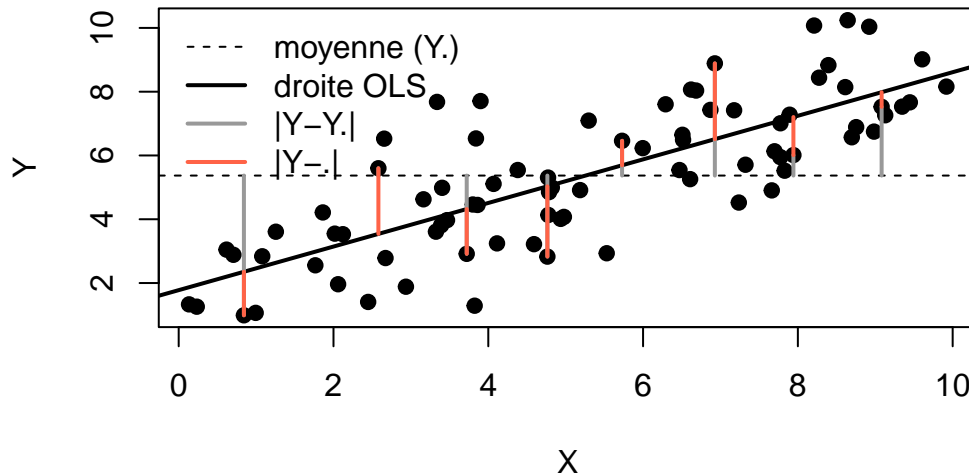


Figure 2: Décomposition ANOVA :  $SCT = SCE + SCR$ .

### $R^2$ et $\bar{R}^2$

$$R^2 = \frac{SCE}{SCT} = 1 - \frac{SCR}{SCT}, \quad \bar{R}^2 = 1 - (1 - R^2) \frac{N-1}{N-p}.$$

- $R^2$  mesure la part de variance expliquée.
- $\bar{R}^2$  pénalise l'ajout de régresseurs superflus.
- **Attention** : on ne cherche pas à **maximiser**  $R^2$  en ajoutant des variables sans justification.

## Tests d'hypothèses

### Utiliser un test d'hypothèse avec une table de valeurs critiques

Pour utiliser un **test d'hypothèse** avec une **table de valeurs critiques** (table t de Student, table F, table du Khi-deux...), on suit toujours la même logique en 4 étapes :

---

#### Formuler les hypothèses

- **Hypothèse nulle**  $H_0$  : ce qu'on veut tester (ex.  $\beta = 0$ , « les moyennes sont égales »).
- **Hypothèse alternative**  $H_1$  : ce qu'on conclut si  $H_0$  est rejetée (ex.  $\beta \neq 0$ ).

Préciser si le test est :

- **bilatéral** : on rejette si la statistique est trop grande en valeur absolue.
  - **unilatéral** : on rejette seulement dans une queue.
- 

#### Choisir le niveau de risque

Fixer le **niveau de signification**  $\alpha$ , par exemple 5 % 0,05.

Cela correspond au **risque d'erreur de type I** (rejeter  $H_0$  alors qu'elle est vraie).

---

#### Calculer la statistique de test

À partir de vos données :

- pour un **test t** :  $t = \frac{\hat{\beta} - \beta_0}{\widehat{se}(\hat{\beta})}$
- pour un **test F** :  $F = \frac{(SCE/q)}{(SCR/(N-p))}$

... ou la statistique adaptée au test choisi.

---

## Comparer à la table

1. Chercher dans la **table de la loi correspondante** (t, F, ...) la valeur critique :

- connaître les **degrés de liberté** (ex.  $N - p$  pour  $t$ ,  $q$  et  $N - p$  pour  $F$ ) ;
- choisir la colonne de  $\alpha$  (ou  $\alpha/2$  pour un test bilatéral).

2. **Décision** :

- **bilatéral** : rejeter  $H_0$  si  $|\text{statistique}| > t_{\alpha/2}^*$ .
- **unilatéral à droite** : rejeter  $H_0$  si  $\text{statistique} > t_{\alpha}^*$  ou  $(F > F_{\alpha}^*)$ .

## Test t (significativité individuelle)

On teste typiquement  $H_0 : \beta_j = 0$  vs  $H_1 : \beta_j \neq 0$ .

Statistique :  $t = \hat{\beta}_j / \widehat{se}(\hat{\beta}_j)$  .

**Décision bilatérale** au seuil  $\alpha$  : rejeter ( $H_0$ ) si  $|t| > t_{\alpha/2, \nu}^*$ .

## Visualisation du test t (bilatéral)

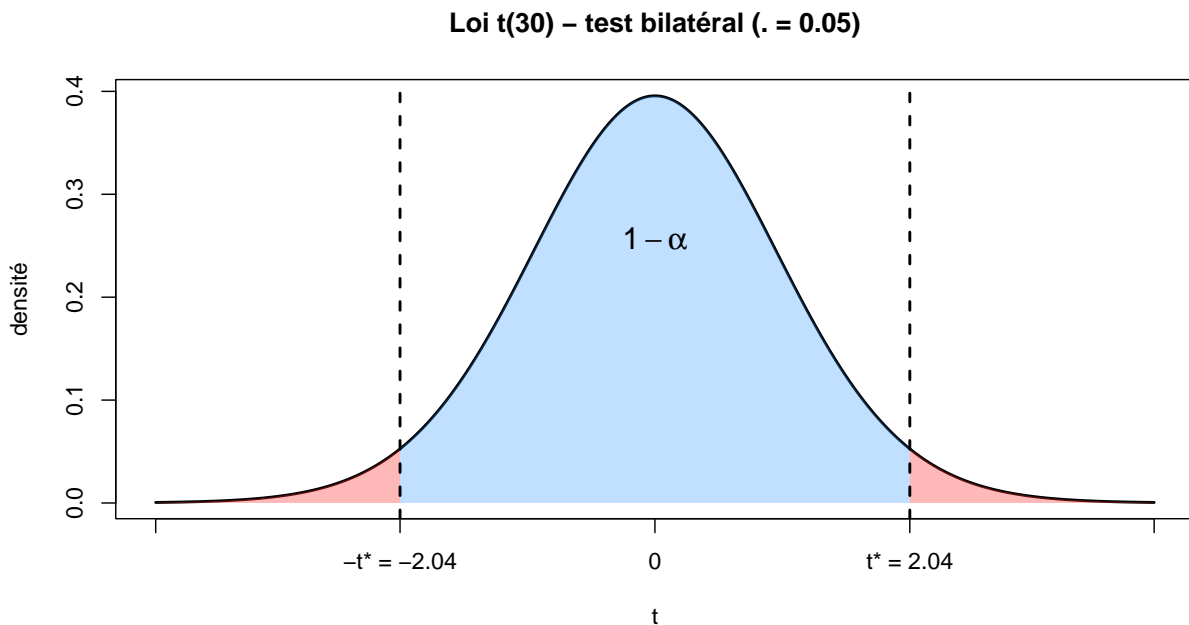


Figure 3: Test bilatéral :  $\alpha/2$  décalés vers l'extérieur,  $-t^*$  et  $t^*$  en graduations de l'axe X.

## Test F (significativité conjointe)

On teste  $H_0$  : **un ensemble** de coefficients (= 0) (excluant la constante).  
Sous  $H_0$ ,  $F \sim F(q, N - p)$  (queue **droite**).

### Visualisation du test F

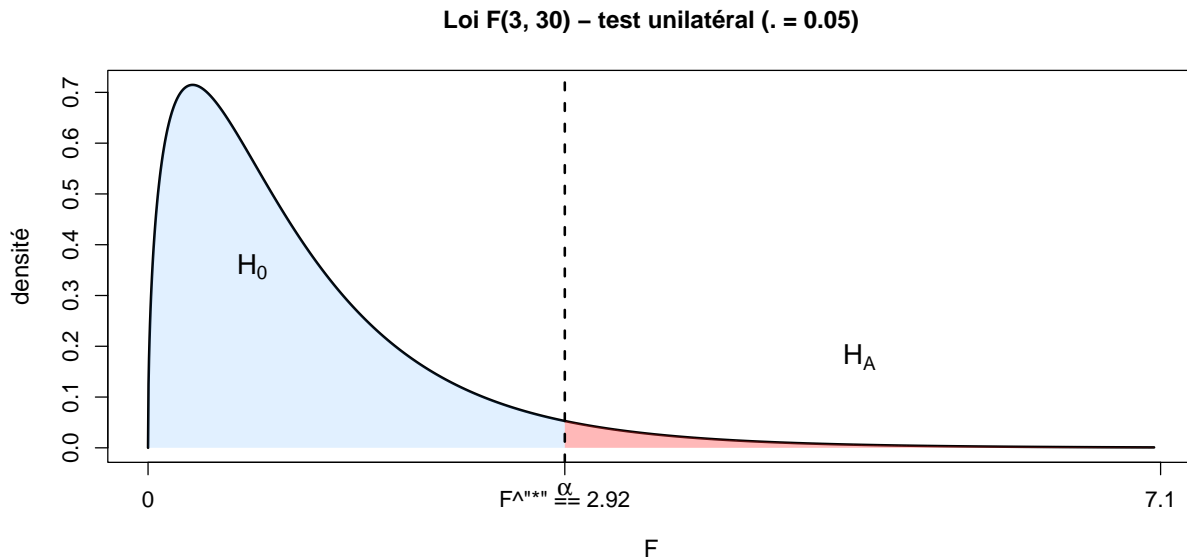


Figure 4: Loi F(3,30) — test unilatéral (queue droite).

## Importance économique et coefficients standardisés

Une variable peut être **statistiquement significative** mais **économiquement peu pertinente**. Pour évaluer l'importance économique :

1. **Comparer les coefficients standardisés** (EViews : View → Coefficient diagnostics → Scaled coefficient).  
→ effet en **écarts-types** (comparaison **relative** entre variables).
2. **Interpréter l'ordre de grandeur selon la forme fonctionnelle** :
  - **Log–lin** (Y en log, X en niveau) : 1 unité de (X) → % de variation de (Y).
  - **Log–log** : élasticité (1 % de (X) → ( ) % de (Y)).
  - **Lin–log** : 1 % de (X) → variation absolue de (Y).

**Exemple du TD :** la variable **intercontinentale** a le plus grand **coef. standardisé** ( $\sim 0,42$ ). Comme (Y) est en log et (X) en niveau, devenir **intercontinental** est associé à **+10,5 %** de passagers (ceteris paribus).

## Questions – Réponses (TD3)

Les questions sont celles de `module2.docx` (Module 2). Les réponses décrivent la **procédure EViews** et l'interprétation.

---

**Question :** Importez la base de données sur les compagnies aériennes.

Afficher la réponse

Menu **File** → **Open** → **Foreign Data as Workfile** puis sélectionner le fichier.

---

**Question :** Créez le logarithme du nombre de passagers (`passagers`). Quelle est l'utilité de cette transformation ?

Afficher la réponse

Commande :

```
genr logpassagers = log(passagers)
```

**Utilités :** stabiliser les variances, réduire l'influence des valeurs extrêmes, faciliter une **lecture en %** et souvent **linéariser** la relation.

---



**Question : Estimez l'équation suivante par les MCO. Dans quelle mesure cette équation peut-elle être considérée comme linéaire ?**

Afficher la réponse

**Object** → **New Object** → **Equation** → **LS (Least Squares)**.

Une équation est **linéaire en paramètres** si les coefficients sont à la **puissance 1** et s'additionnent (les logs n'empêchent pas la linéarité en paramètres).

---

**Question : Distinguez les variables dépendantes, indépendantes, d'intérêt et de contrôle.**

Afficher la réponse

- **Dépendante** : logpassagers.
  - **Indépendantes** (ex.) : ratio, public, low\_cost, age, intercontinental, croissance trafic **destination** (2010–2013), croissance trafic **pays d'origine** (2010–2013).
  - **D'intérêt** : ratio (ou sa déclinaison en mortels / non mortels).
  - **Contrôle** : les autres explicatives listées.
- 

**Question : D'après le  $R^2$  de l'estimation, l'équation a-t-elle un pouvoir explicatif correct ?**

Afficher la réponse

Lire **R-squared** et **Adjusted R-squared**. Par ex., un  $R^2 = 0,39$  indique un **pouvoir explicatif modéré** ;  $\bar{R}^2$  pénalise les variables superflues.

---

**Question : Le nombre d'accidents par passagers est-il significativement différent de zéro ?**

Afficher la réponse

Regarder **t-Statistic** et **Prob.** (p-value). En bilatéral, si  $p < ( )$  (ou  $|t| > t^*$ ), on **rejette** ( $H_0: =0$ ). (Ex. : ( $|t| 3,22 > 1\{, \}658$ )).

---

**Question : Distinguer accidents mortels et non mortels et réestimer l'équation.**

Afficher la réponse

Créer deux variables (ou utiliser celles existantes) et réestimer en remplaçant **ratio** par **mortels** et **non mortels** par passager.

---

**Question : Ces variables sont-elles individuellement et conjointement significatives ?**

Afficher la réponse

- **Individuellement** : lire **t-Statistic / Prob.**.
  - **Conjointement** : **View** → **Coefficient Diagnostics** → **Wald test** (ou **test F** entre modèles emboîtés) pour tester que **les deux coefficients = 0**.
- 

**Question : Quelle variable semble la plus importante d'un point de vue économique ?  
Comment interpréter le coefficient obtenu ?**

Afficher la réponse

Procédure : **View** → **Coefficient diagnostics** → **Scaled coefficient**.

Résultat : **intercontinental** a le **plus grand coef. standardisé** ( $\sim 0,42$ ).

Interprétation (log–lin) : devenir intercontinental est associé à **+10,5 %** de passagers, toutes choses égales par ailleurs.