

ECN 4050 Macroéconomie honor

Cours 2: filtrer les données pour obtenir les cycles conjoncturels

Guillaume Sublet

Université de Montréal

Cours 2

Étape 1 de la méthodologie : Analyse des données

- Logarithme linéarise une croissance exponentielle

- « Filtrer » les cycles conjoncturels

- Statistiques descriptives des cycles conjoncturels

- Exercice 1

Cours 1 : rappel

Quelle méthodologie allons-nous adopter ?
(indication : il y a quatre étapes)

1.

2.

3.

4.

Cours 1 : rappel

Qu'est ce que la « critique de Lucas » ?

(indication : commençons par définir ce qui qualifie un modèle de structurel ?)

- ▶ Un modèle est structurel si ...

- ▶ « critique de Lucas » : si le modèle n'est pas structurel, ...

Étape 1 de la méthodologie : analyse des données

Les cycles conjoncturels d'après les données

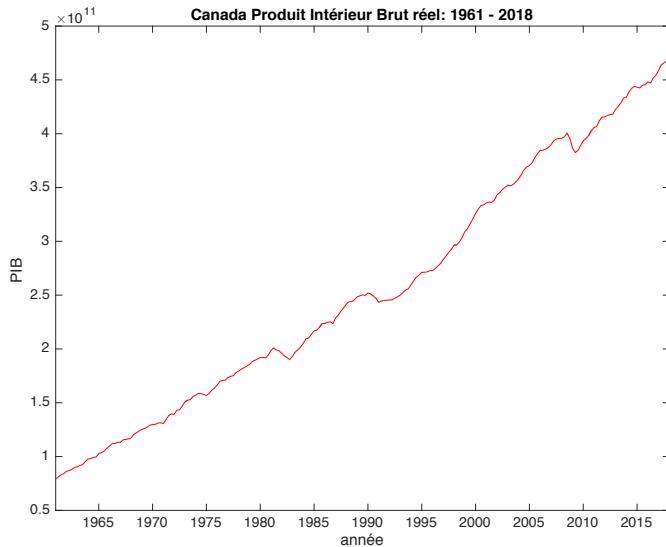
On va voir :

1. Logarithme linéarise une croissance exponentielle
2. Filtrer les données pour séparer la tendance des cycles conjoncturels
 - ▶ Tendance linéaire
 - ▶ Filtre de Hodrick et Prescott
3. Faits empiriques des cycles conjoncturels
 - ▶ Écart-type
 - ▶ Autocorrélation
 - ▶ Maximum, minimum

Données

- ▶ Produit Intérieur Brut réel du Canada
- ▶ Trimestrielles de 1961 - 2018
- ▶ Ajustement pour les effets de saisons : bien que calculé tous les trimestres, l'indicateur donne le PIB sur les 12 derniers mois
- ▶ Source : U.S. Bureau of Economic Analysis, Produit Intérieur Brut réel, extrait du site FRED, Federal Reserve Bank of St. Louis ; <https://fred.stlouisfed.org/>.

PIB du Canada



PIB du Canada

Tendance linéaire

- *Cycles conjoncturels* : déviation de la variable économique d'intérêt de sa tendance.

$$Y_t = Y_t^{tendance} + Y_t^{cycle}$$

On veut décomposer les données Y en deux séries temporelles : la tendance $Y^{tendance}$ et les cycles conjoncturels Y^{cycle}

- Il y a une infinité de façons de modéliser la tendance. Pour chaque tendance $Y^{tendance}$ on obtient les cycles associés comme suit :

$$Y_t^{cycle} = Y_t - Y_t^{tendance}$$

PIB du Canada

Tendance linéaire

- ▶ Données : PIB réel Y_t
- ▶ Tendance linéaire : $Y_t^{\text{linéaire}}$ est une fonction affine :

$$Y_t^{\text{linéaire}} = Y_0^{\text{linéaire}} + g \times t$$

où le taux de croissance g et l'ordonnée à l'origine $Y_0^{\text{linéaire}}$ sont à déterminer

- ▶ Régression linéaire : $Y_t = \alpha + \beta t + \epsilon_t$.
Estimateur des moindres carrés ordinaires

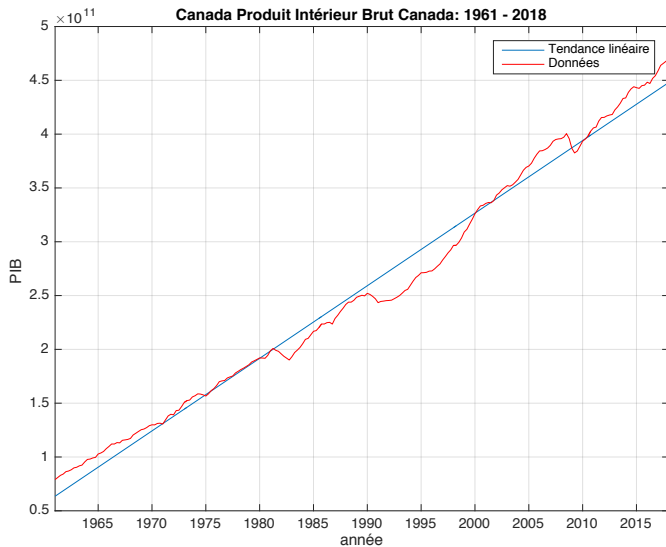
$$g = \hat{\beta}_{MCO}$$
$$Y_0^{\text{linéaire}} = \hat{\alpha}_{MCO}$$

Tendance linéaire :

$$Y_t^{\text{linéaire}} = \hat{\alpha}_{MCO} + \hat{\beta}_{MCO} \times t$$

PIB du Canada

Tendance linéaire



Cycles conjoncturels du Canada

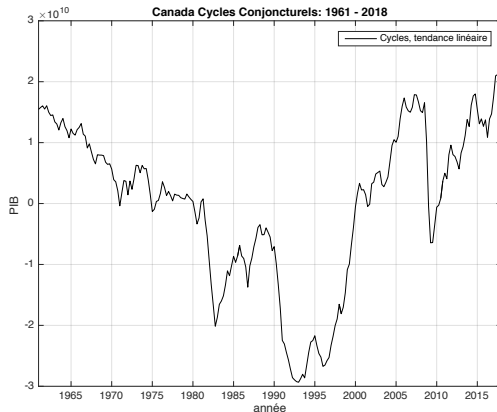
Tendance linéaire

- ▶ Données : PIB réel Y_t
- ▶ Tendance linéaire : $Y_t^{\text{linéaire}}$
- ▶ Les cycles conjoncturels d'après la tendance linéaire sont :

$$Y_t^{\text{cycle lin.}} = Y_t - Y_t^{\text{linéaire}}$$

Cycles conjoncturels du Canada

$\text{Cycle}_{\text{linéaire}} = \text{PIB} - \text{Tendance linéaire}$



Problèmes :

1. ces cycles conjoncturels durent bien plus de dix ans.
2. expansion en début et fin de période d'analyse : la croissance du PIB réel serait-elle exponentielle et non linéaire ?

1) Logarithme linéarise une croissance exponentielle

- ▶ Notation :

- ▶ Y_t dénote le PIB réel

- ▶ $y_t = \ln(Y_t)$ dénote le logarithme du PIB réel

- ▶ Supposons que le PIB ait une croissance exponentielle de 3% chaque année :

$$\begin{aligned}Y_t &= Y_{t-1} \times (1 + g) \\&= Y_{t-2} \times (1 + g) \times (1 + g) = Y_{t-2} \times (1 + g)^2 \\&= Y_0 \times (1 + g)^t\end{aligned}$$

- ▶ Il ne serait alors pas surprenant qu'une tendance linéaire donne une période d'expansion en début et fin de période.
- ▶ La solution est d'étudier le logarithme du PIB réel afin de linéariser la tendance exponentielle si il y en a une.

1) Logarithme linéarise une croissance exponentielle

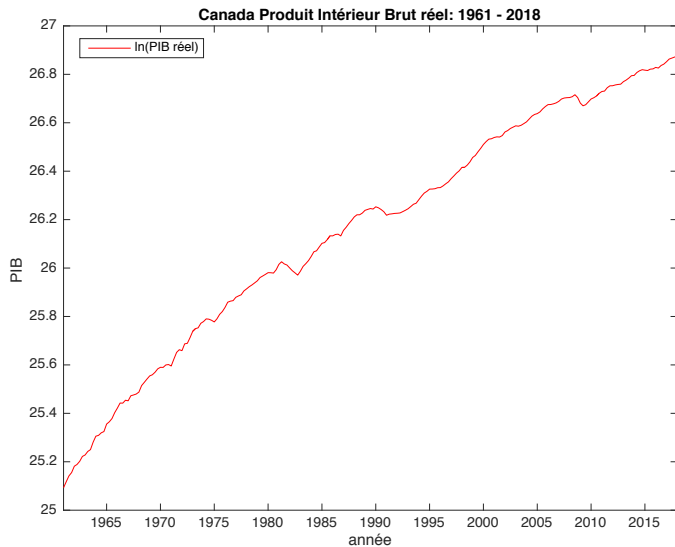
- ▶ Si un indicateur croît de manière exponentielle, le logarithme de cet indicateur croît de façon linéaire. Formellement, si $Y_t = Y_0 \times (1 + g)^t$, alors

$$\begin{aligned}y_t &= y_0 + t \times \ln(1 + g) \\ &\approx y_0 + t \times g\end{aligned}$$

(une expansion de Taylor montre que pour g petit, $\ln(1 + g) \approx g$)

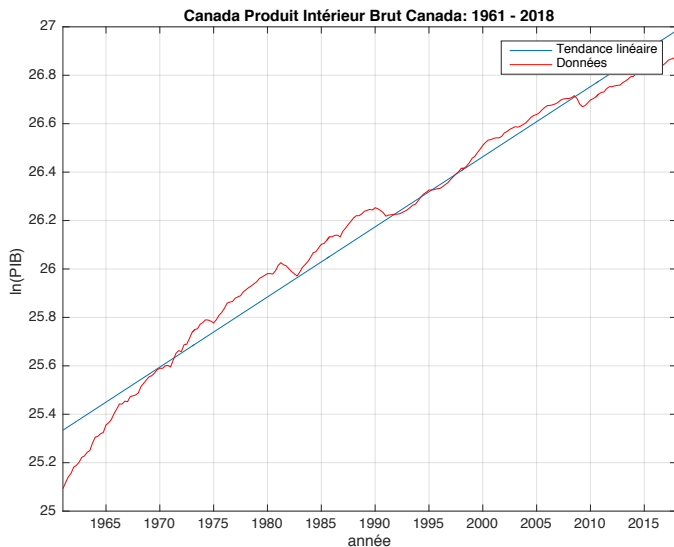
- ▶ Refaisons l'analyse à partir d'une tendance linéaire, mais en utilisant le logarithme du PIB réel y_t au lieu du PIB réel Y_t .

Logarithme du PIB du Canada



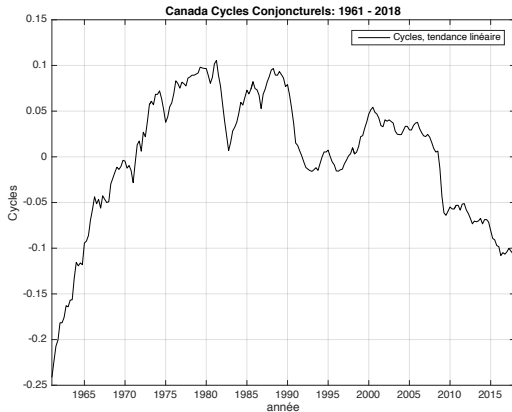
Logarithme du PIB du Canada

Tendance linéaire



Cycles conjoncturels du Canada

$\text{Cycle}_{\text{linéaire}} = \ln(\text{PIB}) - \text{Tendance linéaire}$



Problèmes :

1. ces cycles conjoncturels durent bien plus de dix ans.
2. contraction en début et fin de période d'analyse : on a le problème inverse !

Tendance linéaire

- ▶ La tendance linéaire ne filtre que les variations qui ont un effet permanent sur le taux de croissance
- ▶ On cherche une méthode plus flexible
- ▶ Trois autres méthodes souvent utilisées en pratique :
 - ▶ analyse par les taux de croissance : filtre toutes les variations qui durent plus d'un trimestre pour des données trimestrielles
 - ▶ Filtre de Hodrick et Prescott
 - ▶ Filtre passe-bande
- ▶ Dans ce cours, on va utiliser la méthode de Hodrick et Prescott

2) Les cycles conjoncturels dans les données

Filtre de Hodrick et Prescott

- Cycle et la tendance sont le résultat de ce problème de minimization

$$\min_{\{y_t^{cHP}, y_t^{tHP}\}} \sum_{t=1}^T (y_t^{cHP})^2 + \lambda \sum_{t=1}^T [(y_{t+1}^{tHP} - y_t^{tHP}) - (y_t^{tHP} - y_{t-1}^{tHP})]^2$$

sujet à la contrainte : $y_t^{cHP} + y_t^{tHP} = y_t$

- λ est un paramètre de lissage de la tendance (choix de l'analyste)

Les cycles conjoncturels dans les données

Filtre de Hodrick et Prescott

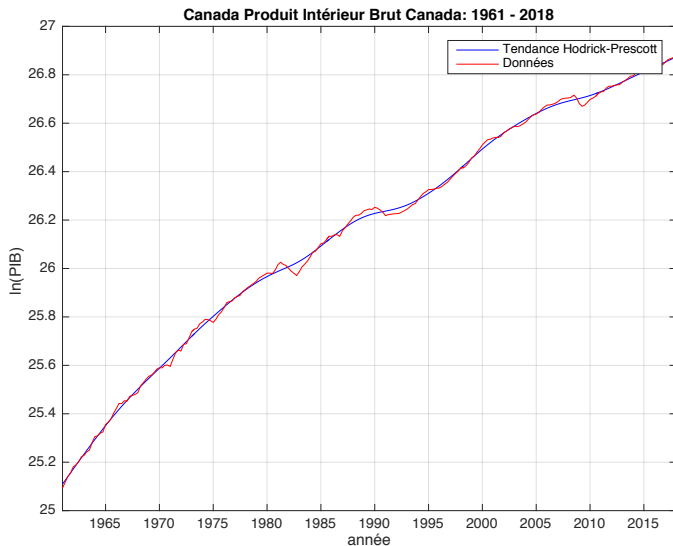
$$\min_{\{y_t^{cHP}, y_t^{tHP}\}} \sum_{t=1}^T (y_t^{cHP})^2 + \lambda \sum_{t=1}^T [(y_{t+1}^{tHP} - y_t^{tHP}) - (y_t^{tHP} - y_{t-1}^{tHP})]^2$$

sujet à la contrainte : $y_t^{cHP} + y_t^{tHP} = y_t$

- ▶ Si $\lambda \rightarrow \infty$ la tendance de Hodrick-Prescott tend vers une tendance linéaire
- ▶ Si $\lambda = 0$ la tendance de Hodrick-Prescott...
- ▶ Recommandation pour une variable trimestrielle : $\lambda = 1600$
dans ce cas, le filtre HP purge les cycles d'une durée de 8 ans et plus.

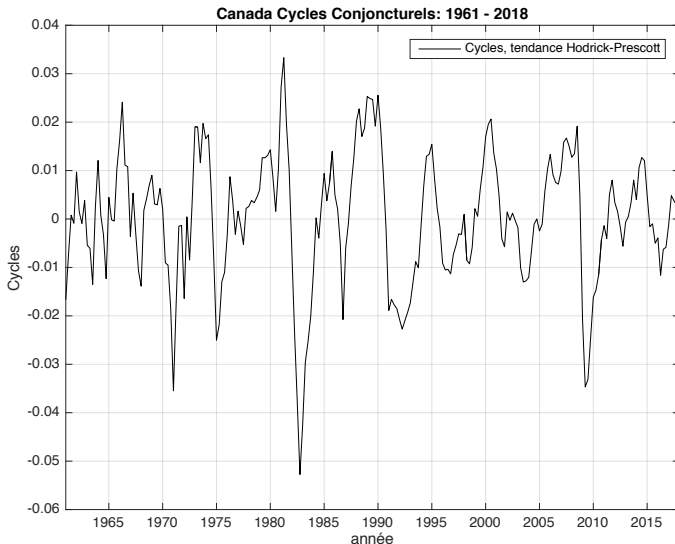
PIB du Canada

Tendance Hodrick-Prescott



Cycles conjoncturels du Canada

$\text{Cycle}_{\text{Hodrick-Prescott}} = \ln(PIB) - \text{Tendance Hodrick-Prescott}$



3) Faits empiriques des cycles conjoncturels

Statistiques descriptives de la série temporelle y_t^{cycles}

- ▶ Écart-type
- ▶ Minimum, Maximum
- ▶ Persistance dans le temps :

$$A(j) = correlation(y_t^{cycles}, y_{t-j}^{cycles})$$

3) Faits empiriques des cycles conjoncturels

Tableau : Cycles conjoncturels réels du PIB

	Canada 1961-2018	États-Unis 1947 - 2004
Écart-type	1.3%	1.7%
Min	-5.3%	-3.1%
Max	3.3%	3.8%
A(1)	0.84	0.84
A(2)	0.61	0.60
A(3)	0.39	0.32
A(4)	0.18	0.08
A(5)	0.00	-0.10
$\%(\geq 0)$	53.3%	53.9%

3) Faits empiriques des cycles conjoncturels

1. PIB réel a une volatilité d'environ 1.5% autour de la tendance (voir tableau ci-dessus)
2. Les cycles conjoncturels persistent pendant environ trois trimestres (voir tableau ci-dessus)
- 3 Les cycles conjoncturels sont plus souvent au dessus de la tendance qu'en dessous. Ceci est dû à des périodes d'expansions modérées et persistantes et de courtes mais sévères périodes de contractions. (voir tableau ci-dessus)

3) Faits empiriques des cycles conjoncturels, suite

- 4 La majeure partie des contractions consiste en un ralentissement de la croissance et non une recul du PIB (ce fait ne peut être déduit du tableau ci-dessus, il faudrait calculer le taux de croissance pour chaque année :

$$\begin{aligned}y_t - y_{t-1} &= \ln \left(\frac{Y_t}{Y_{t-1}} \right) = \ln \left(1 + \frac{Y_t - Y_{t-1}}{Y_{t-1}} \right) \\ &\approx \frac{Y_t - Y_{t-1}}{Y_{t-1}} = g_t\end{aligned}$$

et constater que ceux-ci sont rarement négatifs.

Lien : <https://fred.stlouisfed.org/>

- ▶ Chercher « real GDP Canada »
- ▶ Ensuite « Edit Graph »
- ▶ Menu déroulant : « Units : percent change from year ago »

Perspective internationale sur les cycles conjoncturels réels

Les corrélations entre les variables de la macroéconomie de différents pays tendent à être positives mais relativement peu élevées.

Les cycles réels internationaux sont un sujet de recherche actif car le modèle de macroéconomie internationale de base peine à reproduire les faits empiriques des corrélations des cycles conjoncturels entre pays. Le modèle génère une corrélation négative entre les PIB des différents pays alors que la corrélation est positive dans les données (voir la troisième étape de la méthodologie que l'on adopte).

Lecture facultative :

Ambler S., E. Cardia et C. Zimmermann, (2004) "International Business Cycles : What are the facts ?" Journal of Monetary Economics.

Exercice 1.A : cycle conjoncturels

Partie A de l'exercice :

Utilisez la série temporelle du PIB réel des États-Unis depuis le site FRED, disponible à l'adresse suivante <https://fred.stlouisfed.org/series/GDPC1> afin de mettre les statistiques des cycles conjoncturels des États-Unis à jour dans le tableau ci-dessus. Utilisez le filtre de Hodrick-Prescott avec une valeur de 1600 pour λ .

Commentez brièvement les résultats que vous obtenez (environ 5 lignes).

Sur StudiUM, vous trouverez un document dans lequel je détaille les étapes à suivre pour utiliser le filtre de Hodrick-Prescott ainsi que la routine Matlab associée. [Lien pour Matlab](#)

Exercice 1.B : cycle conjoncturels

Partie B de l'exercice :

Analysez, à l'aide du filtre de Hodrick et Prescott, le PIB réel et une autre variable macroéconomique (e.g. consommation, investissement, chômage, heures travaillées, etc) de votre choix pour un pays de votre choix.

1. Pour chacune des variables analysées, représentez graphiquement la variable et sa tendance selon le filtre de Hodrick et Prescott.
2. Pour chacune des variables analysées, représentez graphiquement son cycle selon le filtre de Hodrick et Prescott.
3. Pour chacune des variables analysées, présentez un résumé des propriétés statistiques des cycles conjoncturels.