

ECO3022 : Macroéconomie III

Introduction au Cours

Steve Ambler et Alain Guay*

Département des sciences économiques

École des sciences de la gestion

Université du Québec à Montréal

© 2012 : Steve Ambler et Alain Guay

Hiver 2012

*Ces notes sont en cours de développement. J'ai besoin de vos commentaires et de vos suggestions pour les améliorer. Vous pouvez me faire part de vos commentaires en personne ou en envoyant un message à ambler.steven@uqam.ca.

Table des matières

1	Introduction	2
2	La théorie macroéconomique	2
2.1	Définition de la macro par sujet	2
2.2	Définition de la macro par méthodologie	2
2.3	L'Importance de l'agrégation	3
3	Tendances et cycles en macroéconomie	3
3.1	Décomposition de séries chronologiques en composantes tendan- tielles et cycliques	4
3.2	Méthodologies pour décomposer les séries chronologiques non stationnaires	5
3.2.1	Le filtre Hodrick-Prescott	6
3.3	Faits caractéristiques du cycle économique	11
3.3.1	Variabilités relatives	13
3.3.2	Persistance	14
3.3.3	Corrélations contemporaines	14
3.3.4	Corrélation décalées	15
4	Théorie macroéconomique des fluctuations cycliques	16
4.1	Importance des chocs exogènes	16
4.2	Importance des rigidités nominales	16
4.3	Importance des erreurs d'anticipation	16

4.4	Importance des frictions financières	17
5	Microfondements des rigidités nominales	17
6	Conclusion	18

1 Introduction

Objectifs du cours :

- Définir les objectifs du cours.
- Souligner la distinction entre composantes cycliques de séries comme le PIB et composantes cycliques.
- Regarder des méthodologies différentes pour calculer les composantes cycliques de séries macroéconomiques.

2 La théorie macroéconomique

2.1 Définition de la macro par sujet

- Croissance économique.
- Cycles économiques et fluctuations.

2.2 Définition de la macro par méthodologie

- Utilisation de modèles d'équilibre général (équilibre simultané sur tous les marchés à la fois — insistance sur l'interaction entre marchés).
- Accent sur le caractère **dynamique** des décisions des individus et des fluctuations économiques.
- À cause du caractère dynamique des décisions, la question des attentes des individus est au centre de l'analyse.
- Évaluation des modèles par leur capacité d'expliquer l'évolution (à court terme et/ou à long terme) des agrégats macroéconomiques (consommation, investissement, PIB, exportations nettes, emploi, chômage, taux d'intérêt, agrégats monétaires, etc.).

2.3 L'Importance de l'agrégation

- L'économie produit une grande variété de produits, utilisant une grande variété d'intrants.
- Typiquement, on agrège les outputs ensemble utilisant leurs valeurs.
- Il faut faire attention à cause de l'hétérogénéité sous-jacente.

3 Tendances et cycles en macroéconomie

- La plupart des agrégats macroéconomiques (le PIB et ses composantes, les prix, les salaires, les stocks monétaires) ont des taux de croissance positifs.

- À cause de cela, ils n'ont pas des moyennes constantes. Toute statistique calculée à partir de ce type de série chronologique souffre du problème potentiel de **corrélations fictives**.
- On peut montrer que le coefficient de corrélation entre deux séries non stationnaires peut être très élevé, même s'il n'y a aucun lien statistique entre les deux. Ceci est le soi-disant phénomène de **corrélations fictives**.
- Prenons l'exemple de deux séries qui sont des « marches aléatoires » avec dérive :¹

$$y_{1t} = \mu_1 + y_{1t-1} + \varepsilon_{1t}, \quad \mu_1 > 0,$$

$$y_{2t} = \mu_2 + y_{2t-1} + \varepsilon_{2t}, \quad \mu_2 > 0,$$

où par hypothèse $\text{Cov}(\varepsilon_{1t}, \varepsilon_{2t}) = 0$. En dépit de l'absence d'une relation statistique entre les deux séries (les innovations sont non corrélées par hypothèse), si les dérives (μ_1 et μ_2) sont assez fortes, le coefficient de corrélation entre les deux séries y_{1t} et y_{2t} va être très élevé pour n'importe quel échantillon de données.

¹Il s'agit de marches aléatoires puisque les coefficients sur les y_{it} retardés sont unitaires. Les « dérives » sont les termes μ_i . Même en l'absence de chocs ($\varepsilon_{it} = 0$), les y_{it} vont augmenter ou diminuer chaque période dépendant du signe des μ_i .

3.1 Décomposition de séries chronologiques en composantes tendancielles et cycliques

- Soit la série Y_t qui peut s'écrire

$$Y_t = Y_t^g Y_t^c, \quad (1)$$

où Y_t^g est la composante tendancielle et Y_t^c est la composante cyclique.

- Calculant en logs, nous avons

$$\log(Y_t) = \log(Y_t^g) + \log(Y_t^c),$$

que nous écrivons de la façon suivante :

$$\Rightarrow y_t = g_t + c_t, \quad (2)$$

où nous avons défini $g_t \equiv \log(Y_t^g)$ et $c_t \equiv \log(Y_t^c)$.

3.2 Méthodologies pour décomposer les séries chronologiques non stationnaires

Il y a plusieurs approches possibles à la décomposition de séries chronologiques en composantes cyclique et tendancielle.

1. Une approche simple (ou simpliste) serait de supposer un taux de

croissance constant pour la partie tendancielle, par exemple

$$g_t = g_0 + g \times t,$$

où g est le taux de croissance constant. Pour établir les valeurs de g_0 et g on pourrait régresser (par moindres carrés ordinaires) la série initiale sur une constante et une tendance linéaire déterministe.

2. Une autre approche simple, qui est fréquemment utilisée dans des articles publiés serait de supposer que la partie cyclique est tout simplement le taux de croissance de la série. On aurait par exemple

$$c_t = y_t - y_{t-1}.$$

Puisque la série en logs est la somme des composantes tendancielle et cyclique, on a

$$g_t = y_t - c_t = y_t - (y_t - y_{t-1}) = y_{t-1}.$$

La composante tendancielle est la série initiale en logs (mais retardée d'une période).

3. Une approche sophistiquée serait de dire qu'il faut élaborer un modèle qui explique simultanément les deux composantes. Autrement dit, un modèle de croissance combiné avec un modèle d'équilibre général du cycle. Il y a des études qui adoptent cette approche, mais elles sont plutôt rares à cause

de sa complexité. Il faut noter que la distinction en théorie macroéconomique (et dans les manuels de macroéconomie) entre théorie de la croissance et théorie des fluctuations cycliques est artificielle : c'est une simplification qui peut ne pas être justifiée.

4. Supposer une composante tendancielle qui peut varier, mais de façon plus lisse (moins abrupte) que la série elle-même. Une façon de faire ceci est d'utiliser le « filtre Hodrick-Prescott », un sujet qui fait l'objet de la sous-section suivante.

3.2.1 Le filtre Hodrick-Prescott

Il s'agit de la méthode la plus répandue pour décomposer les séries macroéconomiques en composantes tendancielle et cycliques. Il y a des chercheurs qui la critiquent, mais on peut faire des reproches à toute méthode mécanique qui décompose une série en composantes tendancielle et cyclique. On permet au taux de croissance de la composante tendancielle de varier, mais de façon relativement lisse. Soit la série chronologique y_t et un échantillon d'observations $t = 1 \dots T$. On calcule la composante tendancielle en résolvant le problème de minimisation sous contrainte suivante :

$$\min_{g_t(t=1\dots T)} \sum_{t=1}^T (y_t - g_t)^2 + \lambda ((g_{t+1} - g_t) - (g_t - g_{t-1}))^2.$$

Il s'agit d'un problème de minimisation sous contrainte un peu en dehors de l'ordinaire. On minimise la somme des écarts carrés de la tendance par rapport à

la série originale, et on pénalise les retournements brusques de la tendance. Cette pénalité est captée par la contrainte, multipliée par le multiplicateur de Lagrange λ . Dans un problème de minimisation sous contrainte standard, le multiplicateur de Lagrange fait partie des variables de choix. Ici, λ est considéré comme une variable exogène. Il est clair que si la valeur de λ augmente, on pénalise davantage les retournements brusques de la tendance. Dans le cas extrême de $\lambda \rightarrow 0$, il n'y a aucune pénalité, et la façon de minimiser la fonction objectif est de choisir $g_t = y_t, \forall t$. Dans ce cas, il ne reste plus de composante cyclique. Dans l'autre cas extrême de $\lambda \rightarrow \infty$, tout ce qui compte c'est de lisser la tendance, et la façon de minimiser la fonction objectif est de choisir $(g_{t+1} - g_t) = (g_t - g_{t-1})$ pour chaque t , autrement dit de choisir une tendance qui est une ligne droite. Le choix habituel pour la valeur de λ pour des données trimestriels est $\lambda = 1600$. Les raisons pour ce choix sont un peu techniques. En « analyse spectrale » on décompose une série chronologique en oscillations sinusoïdales et cosinusoidales de fréquences différentes. On peut montrer que ce choix de valeur pour λ élimine les fluctuations d'une durée moins élevée que 32 trimestres, laissant les fluctuations de fréquences plus basses. Habituellement, on considère les fluctuations d'une durée moins longue comme des fluctuations cycliques, et les fluctuations d'une durée plus longue comme la partie tendancielle de la série. Il y a T variables de choix (il faut choisir la valeur de g_t pour $t = 1 \dots T$). Les conditions du premier ordre pour ce problème de minimisation sont les suivantes. À cause de la présence d'observations manquantes, les conditions pour g_1, g_2, g_{T-1} et g_T sont différentes. Les conditions pour $g_i, i = 3 \dots T - 2$ sont de la

même forme.

$$g_1 : -2(y_1 - g_1) + 2\lambda((g_3 - g_2) - (g_2 - g_1)) = 0;$$

$$g_2 : -2(y_2 - g_2) - 4\lambda((g_3 - g_2) - (g_2 - g_1))$$

$$+ 2\lambda((g_4 - g_3) - (g_3 - g_2)) = 0;$$

$$g_i \ (i = 3 \dots T - 2) : -2(y_i - g_i) + 2\lambda((g_i - g_{i-1}) - (g_{i-1} - g_{i-2}))$$

$$- 4\lambda((g_{i+1} - g_i) - (g_i - g_{i-1})) + 2\lambda((g_{i+2} - g_{i+1}) - (g_{i+1} - g_i)) = 0;$$

$$g_{T-1} : -2(y_{T-1} - g_{T-1}) + 2\lambda((g_{T-1} - g_{T-2}) - (g_{T-2} - g_{T-3}))$$

$$- 4\lambda((g_T - g_{T-1}) - (g_{T-1} - g_{T-2})) = 0;$$

$$g_T : -2(y_T - g_T) + 2\lambda((g_T - g_{T-1}) - (g_{T-1} - g_{T-2})).$$

Il s'agit d'un système de T équations linéaires en T inconnus, où les inconnus sont les g_t . Il y a plusieurs façons de résoudre le système. Une façon facile de le faire sur ordi est d'écrire le système sous forme matricielle. Nous pouvons écrire

$$y = [\lambda F + I_T] g$$

où y est le vecteur de dimensions $T \times 1$ donné par

$$[y_1, y_2, y_3, \dots, y_T]',$$

g est le vecteur de dimensions $T \times 1$ donné par

$$[g_1, g_2, g_3, \dots, g_T]',$$

I_T est la matrice d'identité de dimensions $T \times T$, et F est la matrice de dimensions $T \times T$ donnée par

$$\begin{bmatrix} 1 & -2 & 1 & 0 & \dots & & & & & \dots & 0 \\ -2 & 5 & -4 & 1 & 0 & \dots & & & & \dots & 0 \\ 1 & -4 & 6 & -4 & 1 & 0 & \dots & & & \dots & 0 \\ 0 & 1 & -4 & 6 & -4 & 1 & 0 & \dots & & & \vdots \\ \vdots & \ddots & & & & & \ddots & & & & \\ & & & & & & \ddots & & & \ddots & \vdots \\ & & & & & \dots & 0 & 1 & -4 & 6 & -4 & 1 & 0 \\ & 0 & \dots & & & \dots & 0 & 1 & -4 & 6 & -4 & 1 \\ & 0 & \dots & & & & \dots & 0 & 1 & -4 & 5 & -2 \\ & 0 & \dots & & & & & \dots & 0 & 1 & -2 & 1 \end{bmatrix}.$$

Essayez de comprendre comment on passe des conditions du premier ordre à ce système d'équations sous forme matricielle.

La solution pour les g_t est

$$g = [\lambda F + I_T]^{-1} y.$$

La composante cyclique est donnée par

$$c = y - g,$$

où c est le vecteur de dimensions $T \times 1$ donné par

$$[c_1, c_2, c_3, \dots, c_T]'$$

Il est relativement facile de programmer cette solution dans un langage matriciel comme *GAUSS* ou *MATLAB*. Une fois qu'on établit la valeur de λ et la longueur de l'échantillon de données T , il s'agit d'écrire une boucle pour définir les éléments de la matrice F .

Il y a aussi des routines disponibles dans ces langages, en *FORTRAN* et en *Excel*. Plusieurs logiciels d'économétrie comme *STATA*, *Eviews*, *GRET*, *Dynare*, *RATS*, etc. peuvent calculer les composantes tendancielle et cyclique de séries quelconques. Il y a même un site interactif à l'adresse

<http://dge.repec.org/cgi-bin/hpfilter.cgi>.

Notez qu'à cause de l'inversion de la matrice $[\lambda F + I_T]$, si on ajoute de nouvelles observations à la fin de l'échantillon, elles affecteront la solution pour la composante tendancielle de la série sur **tout** l'échantillon. Pour cette raison, l'ajout de nouvelles observations peut affecter le calcul de la composante cyclique de la série, et peut donc affecter la composante cyclique sur tout l'échantillon.

3.3 Faits caractéristiques du cycle économique

Les faits caractéristiques sont établis à partir du calcul de variances, covariances (corrélations) et autocovariances (autocorrélations) des composantes cycliques de séries macroéconomiques. Pour être digne du nom « fait caractéristique » il faut que le fait soit significatif au sens statistique (nous n'allons pas nous pencher sur la question de comment faire ce genre de test d'hypothèse dans ce cours-ci) et il faut que le fait soit présent dans les fluctuations cycliques de la plupart des pays industrialisés.

Définition d'une moyenne échantillonnale d'une variable x_t :

$$\bar{x} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T x_t.$$

Définition de la variance échantillonnale d'une variable x_t :

$$s_x^2 = \frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (x_t - \bar{x})^2.$$

Définition de l'écart type échantillonnale d'une variable x_t :

$$s_x = \sqrt{s_x^2}.$$

Définition de la corrélation échantillonnale entre deux variables x_t et c_t :

$$\rho(x_t, c_t) = \frac{s_{x,c}}{s_x s_c} = \frac{\frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (x_t - \bar{x})(c_t - \bar{c})}{\sqrt{\frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (x_t - \bar{x})^2} \sqrt{\frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (c_t - \bar{c})^2}}$$

$$= \frac{\sum_{t=1}^T (x_t - \bar{x})(c_t - \bar{c})}{\sqrt{\sum_{t=1}^T (x_t - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{t=1}^T (c_t - \bar{c})^2}}.$$

Si on veut calculer une corrélation décalée il faut tenir compte de l'introduction d'observations manquantes. Par exemple, si on veut calculer la corrélation entre c_t et x_{t+i} où $i > 0$, on aurait

$$\rho(x_{t+i}, c_t) = \frac{\frac{1}{T-i-1} \sum_{t=1}^{T-i} (x_{t+i} - \bar{x})(c_t - \bar{c})}{\sqrt{\frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (x_t - \bar{x})^2} \sqrt{\frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (c_t - \bar{c})^2}}.$$

Si l'échantillon est assez grand (T assez grand), il ne devrait pas y avoir beaucoup de différence entre un calcul de la variance de x_t qui utilise tout l'échantillon et un calcul de la variance de x_{t+i} qui omet les i dernières observations.

Si on voulait calculer la corrélation entre c_t et x_{t-i} où $i > 0$, on aurait

$$\rho(x_{t-i}, c_t) = \frac{\frac{1}{T-i-1} \sum_{t=i+1}^T (x_{t-i} - \bar{x})(c_t - \bar{c})}{\sqrt{\frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (x_t - \bar{x})^2} \sqrt{\frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (c_t - \bar{c})^2}}.$$

3.3.1 Variabilités relatives

La variabilité relative est mesurée par le rapport entre la variance d'une série (ou de son écart type) et la variance du PIB (ou son écart type).

- La consommation est moins variable que le PIB.
- L'investissement est plus variable que le PIB.
- Les exportations et les importations sont plus variables que le PIB.

3.3.2 Persistance

La persistance est mesurée par l'autocorrélation d'une série macroéconomique.

Nous pouvons calculer l'autocorrélation d'ordre i qui est définie comme

$$\text{Corr}(y_t, y_{t-i}) = \rho(y_t, y_{t-i})$$

pour une série quelconque y_t . Souvent lorsque l'autocorrélation du premier ordre est élevée, les autocorrélations d'ordre supérieur à un le sont aussi, mais elles déclinent vers zéro lorsque i augmente. Si les autocorrélations restent élevées pour des ordres élevés, c'est probablement un signe que nous sommes en présence d'une variable de laquelle nous n'avons pas enlevé la composante tendancielle.

- Le PIB lui-même est persistant.
- La consommation est persistant, autant que le PIB.
- L'emploi et le chômage sont plus persistants que le PIB.

3.3.3 Corrélations contemporaines

La plupart du temps, nous allons regarder la corrélation entre une série autre que le PIB et le PIB lui-même. Nous allons dire qu'une série est pro cyclique si sa corrélation avec le PIB est significativement supérieure à zéro. Nous allons dire qu'une série est contra cyclique si sa corrélation avec le PIB est significativement inférieure à zéro.

- La consommation, l'investissement et les importations sont fortement pro

cycliques.

- L'emploi est pro cyclique, le chômage est contra cyclique, et les deux variables sont plus fortement corrélées avec le PIB que le salaire réel et la productivité de la main-d'œuvre.
- Dans la plupart des pays, l'inflation est pro cyclique, mais pas très fortement.

3.3.4 Corrélation décalées

Il peut arriver qu'en valeur absolue la corrélation contemporaine entre deux variables, définie comme

$$\text{Corr}(x_t, y_t)$$

pour des variables quelconques x_t et y_t , soit moins élevée qu'une corrélation décalée, définie comme

$$\text{Corr}(x_{t+i}, y_t), \quad i \neq 0.$$

Si tel est le cas, et si y_t représente le PIB, nous allons dire qu'une série x_t **suit** le cycle si la corrélation décalée maximale a lieu lorsque $i > 0$. Nous allons dire qu'une série **mène** le cycle lorsque la corrélation décalée maximale a lieu lorsque $i < 0$.

Dans le cas d'une variable qui suit le cycle, la corrélation entre le PIB et la variable i périodes plus tard est la plus élevée (en valeur absolue). Dans le cas d'une variable qui mène le cycle, la corrélation entre le PIB et la variable i périodes plus tôt est la plus élevée (en valeur absolue).

- L'emploi, l'inflation et les taux d'intérêt suivent le cycle.

4 Théorie macroéconomique des fluctuations cycliques

4.1 Importance des chocs exogènes

- Parfois on introduit un type de choc exogène dans un modèle macroéconomique parce qu’il reflète notre incapacité d’endogénéiser un phénomène macroéconomique.
- Par exemple, dans la 2e édition du manuel, on introduit un écart exogène et stochastique entre le taux d’intérêt de court terme sans risque et le taux de rendement de court terme sur le capital afin de représenter une crise provenant du secteur financier. Ceci permet d’analyser l’impact macroéconomique de la crise financière de 2007-2008, mais non de l’expliquer ou de prédire sous quelles circonstances des crises futures pourraient se manifester.

4.2 Importance des rigidités nominales

Nous allons reporter cette question à la fin du chapitre sur les modèles de cycles réels. En bref, nous allons voir que, sans rigidités nominales, les modèles du cycle ne peuvent pas très bien expliquer les faits caractéristiques.

4.3 Importance des erreurs d’anticipation

Encore une fois, nous allons reporter cette question à la fin du chapitre sur les modèles de cycles réels.

4.4 Importance des frictions financières

Il n'y avait même pas mention des frictions financières dans la 1ère édition du livre. On en parle dans la 2e édition, mais quasiment en arrière-pensée.

La crise de 2008 a ramener les crises financières au centre de l'analyse macroéconomique. Nous allons nous pencher dessus vers la fin du cours, mais nous allons devoir sortir un peu du cadre d'analyse du manuel pour le faire.

5 Microfondements des rigidités nominales

Pour justifier l'existence de rigidités nominales, il faut analyser les incitations économiques des agents qui fixent les prix et les salaires (les firmes, les travailleurs représentés jusqu'à un certain point par les syndicats). Afin de le faire, il faut laisser tomber l'hypothèse de la concurrence parfaite. Rappelez-vous que, en concurrence parfaite, chaque participant à un marché prend comme **donné** le prix du marché, et agit comme s'il (elle) pouvait acheter ou vendre n'importe quelle quantité du bien transigé sur le marché sans affecter le prix d'équilibre sur le marché. Bien sûr, lorsqu'on fait l'analyse de l'équilibre sur le marché, le prix d'équilibre est endogène, déterminé par l'interaction entre l'offre et la demande sur le marché. Il ne faut jamais oublier qu'en concurrence parfaite aucun individu ne choisit son prix : on introduit la fiction du crieur walrasien pour parler d'ajustement du prix du marché en situation de déséquilibre. C'est seulement en introduisant la concurrence imparfaite qu'il est possible d'analyser le choix optimal de prix par les individus (firmes, syndicats).

Je crois que d'un point de vue pédagogique, il est mieux de commencer le cours avec un modèle d'équilibre général où il y a concurrence parfaite. Il est plus facile de transmettre l'idée de base de l'équilibre général sans la complication du choix optimal des prix par les individus. Cela justifie pourquoi nous allons tout de suite passer à une analyse des modèles de cycles réels. Cela va aussi nous permettre de mieux justifier l'importance de rigidités nominales. Nous allons voir qu'un modèle avec concurrence parfaite sur le marché du travail, où tous les travailleurs travaillent un nombre d'heures compatible avec leur offre de travail en concurrence parfaite ne peut expliquer la variabilité observée de l'emploi.

6 Conclusion

Après ces remarques préliminaires, nous sommes prêts à étudier les approches principales à la modélisation des cycles économiques. Nous allons commencer avec le modèle de cycles réels, pour les raisons invoquées dans la section précédente.

Dernière modification : **15/06/2012**