Ecole Polytechnique, Eco-431 Macroéconomie
PC 6
Courbe de Phillips et dilemme inflation/chômage
Correction

1. Le modèle IS-LM se résume à deux relations décrivant l'équilibre des marchés de biens et de la monnaie :

$$\begin{array}{ll} (IS) & Y_t = C_t + I_t + G_t = cY_t + \bar{C} - ar_t + \bar{I} + \bar{G} \\ (LM) & \dfrac{M_t}{P_t} = hY_t - kr_t \end{array}$$

avec Y_t le produit, M_t/P_t le stock d'encaisses réelles et r_t le taux d'intérêt. La résolution de ce système donne le produit d'équilibre :

$$Y_t = \frac{a}{k(1-c)+ah}\frac{M_t}{P_t} + \frac{k}{k(1-c)+ah}(\bar{C} + \bar{I} + \bar{G})$$

La log-linéarisation de cette relation permet de retrouver l'équation (1) si le deuxième terme est nul (pour $\bar{C} + \bar{I} + \bar{G} = 0$ ou $k = 0$) et le coefficient associé au premier terme égal à 1. Par exemple, on retrouve (1) pour $k = 0$ et $h = 1$.

Pour une fonction de production de la forme $Y_t = A_t L_t$, on a le coût marginal de production : $Cm_t = W_t/A_t$ avec W_t le salaire d'équilibre et A_t la productivité des facteurs. L'équation (3) correspond donc à une situation où le prix fixé par les entreprises est le produit du coût marginal Cm_t et d'une constante, qui représente le taux de marge de l'entreprise : $P_t = Cm_t * V$.

2. Les variables endogènes de ce modèle sont $y_t, p_t, l_t, w_t, l_t^s$. On pose l'hypothèse classique d'équilibre du marché du travail : $l_t = l_t^s$. On trouve alors :

$$\begin{array}{rcl} y_t & = & a_t + \bar{l} \\ l_t & = & l_t^s = \bar{l} \\ w_t & = & m_t - \bar{l} + \nu \\ p_t & = & m_t - a_t - \bar{l} \end{array}$$

Le niveau du produit et l'emploi ne dépendent pas de l'offre de monnaie dans ce cadre. Celle-ci n'influence que les variables nominales (p_t et w_t). C'est la dichotomie classique.

3. La relation de Phillips modélise une corrélation négative entre le taux de variation des salaires (ou des prix) et le niveau du chômage. Elle a d'abord été mise en évidence empiriquement à partir de données britanniques sur la période 1861-1957. Elle traduit des rigidités d'ajustement du salaire et une pression à la baisse exercée par le niveau du chômage sur les ajustements de salaire nominal.

$$\Delta w_t = \lambda_0 + (1-\lambda_1)\Delta p_t + \lambda_1 \Delta p_{t-1} - \lambda_2 u_t + \lambda_3 \Delta a_t \qquad (1)$$

L'équation (1) illustre deux types de rigidités, des rigidités nominales et des rigidités réelles. Les rigidités nominales se traduisent par l'apparition de l'inflation et de l'inflation retardée dans le membre

de droite de l'équation. Le coefficient λ_1 mesure alors le degré de sensibilité du salaire à l'inflation passée tandis que $(1-\lambda_1)$ mesure l'élasticité du taux de croissance des salaires à l'inflation courante. Le fait que ces coefficients somment à un signifie qu'à long terme, il y a indexation parfaite des salaires sur les prix. En revanche, l'ajustement peut se faire avec retard. Plus λ_1 est élevé, plus les salaires sont sensibles à l'inflation passée, ce qui traduit des rigidités nominales importantes. Ces rigidités nominales peuvent s'expliquer économiquement par une illusion monétaire des agents économiques, des coûts de renégociation des contrats ou d'ajustement des prix, etc.
Les rigidités réelles se traduisent par une sensibilité imparfaite des ajustements du salaire réel au niveau du chômage :

$$\Delta(w_t - p_t) = \lambda_0 - \lambda_1(\Delta p_t - \Delta p_{t-1}) - \lambda_2 u_t + \lambda_3 \Delta a_t$$

Le degré de rigidité réelle est ici mesuré par $1/\lambda_2$. Plus ce coefficient est petit, moins les salaires nominaux s'ajustent aux déséquilibres de l'offre et de la demande de travail.
4. L'équation (3) implique : $\Delta p_t = \Delta w_t - \Delta a$. En remplaçant dans la relation de Phillips, on trouve :

$$\begin{aligned}
&\Delta p_t + \Delta a = \lambda_0 + (1-\lambda_1)\Delta p_t + \lambda_1 \Delta p_{t-1} - \lambda_2 u_t + \lambda_3 \Delta a \\
&\Leftrightarrow\ \lambda_1(\Delta p_t - \Delta p_{t-1}) = \lambda_0 - \lambda_2 u_t - (1-\lambda_3)\Delta a
\end{aligned}$$

Le NAIRU (Non Accelerating Inflation Rate of Unemployment) est le taux de chômage compatible avec une inflation stable ($\Delta p_t = \Delta p_{t-1}$). On l'obtient donc en annulant le terme de gauche de l'équation précédente :

$$\bar{u} = \frac{\lambda_0 - (1-\lambda_3)\Delta a}{\lambda_2}$$

On vérifie que le NAIRU est d'autant plus élevé que les rigidités réelles sont importantes. En outre, des gains de productivité ($\Delta a > 0$) réduisent le NAIRU.
En intégrant l'expression du NAIRU à la relation de Phillips transformée, on trouve :

$$\begin{aligned}
&\lambda_1(\Delta p_t - \Delta p_{t-1}) = \lambda_0 - \lambda_2 u_t + \lambda_2 \bar{u} - \lambda_0 \\
&\Leftrightarrow\ u_t = \bar{u} - \frac{\lambda_1}{\lambda_2}(\Delta p_t - \Delta p_{t-1})
\end{aligned}$$

Sans rigidités nominales ($\lambda_1 = 0$), le taux de chômage est donc égal au NAIRU. Avec des rigidités nominales, il peut passer sous le NAIRU à condition que l'inflation s'accélère. Il y a donc un arbitrage entre inflation et chômage.
5. D'après les équations (1) et (2), on a : $l_t = y_t - a_t = m_t - p_t - a_t$, *i.e.* $\Delta l_t = \Delta m - \Delta p_t - \Delta a$. En utilisant l'approximation $u_t = \bar{l} - l_t$, on en déduit :

$$\Delta p_t = \pi + u_t - u_{t-1} \text{ avec } \pi = \Delta m - \Delta a \tag{2}$$

On se retrouve donc avec un système de deux équations à deux inconnues $(u_t, \Delta p_t)$:

$$\begin{aligned}
(WS) \quad u_t &= \bar{u} - \frac{\lambda_1}{\lambda_2}(\Delta p_t - \Delta p_{t-1}) \\
(PS) \quad \Delta p_t &= \pi + u_t - u_{t-1}
\end{aligned}$$

A court terme, l'inflation passée et le taux de chômage de la période précédente sont données. On a donc l'équilibre de court terme :

$$\begin{aligned}
\Delta p_t &= \frac{\lambda_2}{\lambda_1+\lambda_2}(\pi+\bar{u}) + \frac{\lambda_1}{\lambda_1+\lambda_2}\Delta p_{-1} - \frac{\lambda_2}{\lambda_1+\lambda_2}u_{-1} && (3)\\
u_t &= \frac{\lambda_2}{\lambda_1+\lambda_2}\bar{u} - \frac{\lambda_1}{\lambda_1+\lambda_2}\pi + \frac{\lambda_1}{\lambda_1+\lambda_2}\Delta p_{-1} + \frac{\lambda_1}{\lambda_1+\lambda_2}u_{-1} && (4)
\end{aligned}$$

A long terme, le taux d'inflation et le taux de chômage sont stables :

$$\begin{aligned}
\Delta p^{LT} &= \pi\\
u^{LT} &= \bar{u}
\end{aligned}$$

et il n'y a donc plus de dilemme inflation/chômage. Ces résultats sont représentés graphiquement sur la figure **??**.

6. Le diagramme de phases est obtenu en calculant les lieux de stationnarité de (3) et (4):

$$\begin{aligned}
\Delta p_t &= \pi+\bar{u}-u_t && (5)\\
u_t &= \bar{u} - \frac{\lambda_1}{\lambda_2}\pi + \frac{\lambda_1}{\lambda_2}\Delta p_t && (6)
\end{aligned}$$

Le point stationnaire correspond à la situation $(\bar{u},\pi)$. En-dessous de (5), l'inflation augmente tandis qu'au-dessus de (6), le chômage augmente. La dynamique du système est donc oscillatoire. On vérifie qu'elle converge vers le point stationnaire en calculant les racines caractéristiques du systme d'équations différentielles:

$$\begin{bmatrix}\Delta p_t\\ u_t\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}a(\pi+\bar{u})\\ a\bar{u}-(1-a)\pi\end{bmatrix} + \begin{bmatrix}1-a & -a\\ 1-a & 1-a\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\Delta p_{t-1}\\ u_{t-1}\end{bmatrix}$$

où $a \equiv \lambda_2/(\lambda_1+\lambda_2)$.

Les solutions de l'équation homogène sont données par les racines de l'équation:

$$\omega^2 - 2(1-a)\omega + (1-a)$$

Il y a deux racines complexes conjuguées: $\omega_1 = (1-a) - i\sqrt{a(1-a)}$ et $\omega_2 = (1-a) + i\sqrt{a(1-a)}$. Le module de ces racines vaut $\sqrt{1-a}$. Il est compris entre 0 et 1 ce qui implique que la dynamique du système est bien convergente.

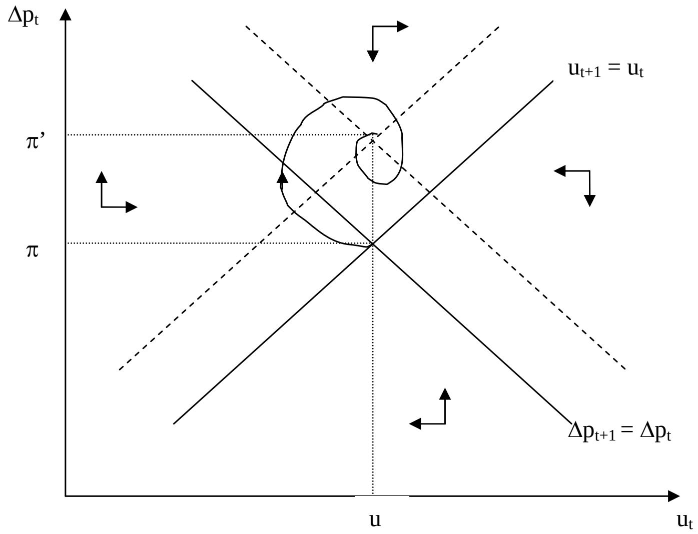
Le diagramme des phases se construit à partir des isoclines $\Delta p_{t+1} = \Delta p_t$ et $u_{t+1} = u_t$. Le premier donne:

$$\begin{aligned}
\Delta p_{t+1} &\gtreqqless \Delta p_t \Leftrightarrow a(\pi+\bar{u}) + (1-a)\,\Delta p_t - au_t \gtreqqless \Delta p_t\\
&\Leftrightarrow -a\,(\Delta p_t - \pi) - a\,(u_t - \bar{u}) \gtreqqless 0\\
&\Leftrightarrow \Delta p_t \lesseqqgtr \pi + \bar{u} - u_t
\end{aligned}$$

Ainsi, les points $(u_t, \Delta p_t)$ qui sont en dessous de l'isocline $\Delta p_t = \pi + \bar{u} - u_t$ sont associés à une hausse de Δp_t. Le second isocline est:

$$\begin{aligned} u_{t+1} &\gtreqqless u_t \Leftrightarrow a\bar{u} - (1-a)\pi + (1-a)\,\Delta p_t + (1-a)\,u_t \gtreqqless u_t \\ &\Leftrightarrow (1-a)\,(\Delta p_t - \pi) - a\,(u_t - \bar{u}) \gtreqqless 0 \\ &\Leftrightarrow \Delta p_t \gtreqqless \pi + \frac{a}{1-a}\,(u_t - \bar{u}) \\ &\Leftrightarrow \Delta p_t \gtreqqless \pi + \frac{\lambda_2}{\lambda_1}\,(u_t - \bar{u}) \end{aligned}$$

Ainsi, les points $(u_t, \Delta p_t)$ qui sont en dessus de l'isocline $\Delta p_t = \pi + \frac{\lambda_2}{\lambda_1}\,(u_t - \bar{u})$ sont associés à une hausse de u_t. La convergence est en effet cyclique. L'économie se trouve initialement à l'état stationnaire $(\bar{u}, \pi)$. L'expansion monétaire a pour effet de déplacer les deux isoclines vers le haut, avec une nouvelle intersection $(\bar{u}, \pi')$, $\pi' > \pi$. A l'impact, le chômage baisse et l'inflation augmente. Cependant, à partir d'un certain niveau d'inflation, le chômage recommence à augmenter tandis que l'inflation continue à croître. L'économie oscille pour atteindre son nouvel équilibre de long terme $(\bar{u}, \pi')$ L'efficacité de la relance monétaire n'est donc que transitoire. A long terme, le chômage revient à son niveau initial mais pour une inflation plus élevée.



7. Lorsque le coefficient d'indexation à long terme du salaire sur les prix est inférieur à l'unité, le NAIRU dépend du taux d'inflation de long terme :

$$\begin{aligned} &\Delta w_t = \lambda_0 + \lambda_1 \Delta p_t + \lambda_2 \Delta p_{t-1} - \lambda_3 u_t + \lambda_4 \Delta a_t \\ &\Rightarrow \bar{u} = \frac{\lambda_0 - (1-\lambda_4)\Delta a - (1-\lambda_1-\lambda_2)\pi}{\lambda_3} \end{aligned}$$

On obtient la dynamique suivante :

$$\begin{aligned}
\Delta p_t &= \pi + \Delta u_t \\
u_t &= \bar{u} + \frac{1-\lambda_1-\lambda_2}{\lambda_3}\pi - \frac{1-\lambda_1}{\lambda_3}\Delta p_t + \frac{\lambda_2}{\lambda_3}\Delta p_{t-1}
\end{aligned}$$

La dynamique du chômage dépend alors de l'inflation courante et passée mais aussi de l'inflation de long terme.

8. Le tableau suggère que le degré de rigidités réelles ($1/\lambda_2$) est comparable en France et aux Etats-Unis. En revanche, les rigidités nominales semblent plus fortes aux Etats-Unis où les salaires sont également plus sensibles aux chocs de productivité.

9. Le salaire réel dépend ici de deux composantes, le salaire de réservation des travailleurs et la variation du taux d'inflation (une augmentation du taux d'inflation réduisant le salaire réel). Le salaire de réservation dépend quant-à-lui du salaire réel passé (sur lequel est calculé l'indemnisation chômage), du taux de chômage (qui réduit la probabilité de retrouver un emploi en cas de perte d'emploi) et de la productivité (qui exerce une pression à la hausse sur le salaire d'équilibre).
En intégrant (9) à (8), on trouve :

$$\begin{aligned}
&w_t - p_t = \lambda_0 + \lambda_3 a_t + u_{t-1} - p_{t-1} - \lambda_3(w_{t-1} - p_{t-1}) - \lambda_2 u_t - \lambda_1(\Delta p_t - \Delta p_{t-1}) \\
\Leftrightarrow\ &\Delta w_t = \lambda_0 + (1-\lambda_1)\Delta p_t + \lambda_1 \Delta p_{t-1} - \lambda_2 u_t + \lambda_3 \Delta a_t - \lambda_3(w_{t-1} - p_{t-1} - a_{t-1})
\end{aligned}$$

On retrouve une courbe de Phillips augmentée d'un terme relatif au salaire réel passé, corrigé de la productivité. En effet, la négociation salariale introduit une corrélation entre le salaire réel négocié et le salaire réel passé.

10. Le tableau montre que la forme de la courbe de Phillips n'est pas la même dans tous les pays. Les rigidités nominales sont particulièrement fortes en France et, surtout, aux Etats-Unis tandis que le coefficient associé à la variable mesurant l'accélération de l'inflation est non significatif dans les autres pays. Les rigidités réelles sont spécialement marquées au Japon, où l'impact du chômage sur la croissance du salaire réel est plus que proportionnel. Elles sont moins fortes dans les autres pays et même non significatives au Royaume-Uni. L'amélioration de la productivité n'est transmise au salaire réel qu'aux Etats-Unis tandis que l'effet est négatif au Japon. Le salaire réel passé, qui traduit l'impact de l'indexation des salaires au salaire passé dans le processus de négociations salariales, a un impact significatif sur la croissance des salaires uniquement en Europe, où le fonctionnement du marché du travail est plus rigide. Enfin, en Italie, non seulement le chômage en niveau mais aussi le taux de croissance du chômage influencent négativement la croissance des salaires.