

PC3 : Destruction créatrice

Isabelle Méjean

`isabelle.mejean@polytechnique.edu`

`http://mejean.isabelle.googlepages.com/`

Ecole Polytechnique, Eco-553 Macroéconomie avancée

10 octobre 2008

Exercice 2:

Un modèle de destruction créatrice avec activité de recherche intra-firme, le modèle de Barro et Sala-i-Martin (1995)

Hypothèses du modèle

- Croissance induite par la création de nouveaux produits qui se substituent à des produits existants
- Innovations fruit de découvertes aléatoires issues d'une activité de recherche gouvernée par la perspective de profits \Rightarrow Processus de Poisson de taux $n\lambda$ avec n le nombre de chercheurs et $\lambda > 0$ l'efficacité de la recherche. Chaque innovation accroît la productivité A d'un facteur multiplicatif γ . **Innovation intra-firme**
- Economie peuplée d'un continuum d'individus de mesure L , \Rightarrow Préférences intertemporelles:

$$u(y) = \int_0^{\infty} y(\tau) e^{-r\tau} d\tau,$$

avec $r > 0$ le taux de préférence pour le présent, égal au taux d'intérêt.

Hypothèses du modèle (2)

- Bien de consommation (numéraire) produit en quantité y à partir d'un bien intermédiaire, utilisé en quantité x , avec la technologie

$$y = \frac{A}{\alpha} x^\alpha, 0 < \alpha < 1, A > 0.$$

- Bien intermédiaire produit à partir de travail (une unité de travail dans le secteur manufacturier produit une unité de bien intermédiaire)
- Chaque individu dispose d'une unité de travail par unité de temps, utilisée dans la production ou le secteur de la recherche-développement:

$$L = n + x$$

avec n l'emploi de chercheurs et x l'emploi dans le secteur manufacturier

- Marché du travail concurrentiel \Rightarrow Salaire unique, w_t , dans les secteurs de la recherche et manufacturier.

Impact de l'innovation

- Rente de monopole pour l'entreprise innovatrice, jusqu'à l'arrivée d'une nouvelle innovation \Rightarrow Trois externalités:
 - i) Rente de monopole qu'obtient l'innovateur moindre que le surplus total induit par l'innovation,
 - ii) L'invention augmente A et accroît par voie de conséquence la productivité de la recherche future.
 - iii) L'innovation rend obsolète le bien intermédiaire précédent (externalité négative).

Impact de l'innovation

- Rente de monopole pour l'entreprise innovatrice, jusqu'à l'arrivée d'une nouvelle innovation \Rightarrow Trois externalités:
 - i) Rente de monopole qu'obtient l'innovateur moindre que le surplus total induit par l'innovation,
 - ii) L'invention augmente A et accroît par voie de conséquence la productivité de la recherche future.
 - iii) L'innovation rend obsolète le bien intermédiaire précédent (externalité négative).
- Par rapport au modèle de base, on a ici internalisation par la firme des externalités liées au processus de destruction-créatrice :
 - Dans le modèle de Aghion-Howitt, la technologie t profite immédiatement à tous les chercheurs outsiders. Pour eux, la valeur de l'innovation suivante est V_{t+1} . Pour l'innovateur qui exploite l'innovation t , la valeur de l'innovation $t + 1$ est $V_{t+1} - V_t$. Par conséquent, l'insider n'a pas intérêt à continuer à chercher
 - Dans l'exercice, seul le monopole peut faire de la recherche donc il a intérêt à continuer à chercher dès lors que $V_{t+1} - V_t > 0$ (toujours le cas). Son choix d'investissement dans la recherche tient compte cependant de l'externalité négative d'obsolescence

Programme du monopole

- Allocation des travailleurs entre la production de biens intermédiaires t et la recherche sur l'innovation $t + 1$
- Choix d'investissement dans la RD: Maximisation du profit de la recherche:

$$\max_{n_t} [\lambda n_t V_{t+1} - w_t n_t]$$

CPO: $w_t = \lambda V_{t+1}$ (produit marginal = coût marginal)

- Choix de production de biens intermédiaires: Maximisation du profit lié aux ventes:

$$\max_x [p_t(x)x - w_t x]$$

sous contrainte de demande émanant du producteur de bien final

Programme du monopole (2)

- Valeur de l'innovation:

$$rV_t = \pi_t - \pi_{t-1} + \lambda n_t (V_{t+1} - V_t)$$

⇒ Equation de prix d'actif égalisant le flux de valeur associé à une innovation t au flux de profit supplémentaire lié à la vente de ce bien intermédiaire augmenté de l'espérance de gain supplémentaire net lié à l'arrivée d'une nouvelle innovation.

- Comparaison avec AH: $rV_t = \pi_t - \lambda n_t V_t$ Ici, le monopole profite seul des ouvertures que les avancées technologiques induisent. Si la découverte d'un nouveau bien intermédiaire annule la rente de monopole dont il disposait, elle lui procure également un nouveau monopole. La différence des gains sur chaque bien intermédiaire détermine son intérêt à innover. A l'équilibre, la valeur de l'innovation t est croissante de la valeur de l'innovation $t + 1$.

Programme du monopole (3)

- Demande de biens intermédiaires déterminée à l'optimum du producteur de bien final:

$$\max_x \left[\frac{A_t}{\alpha} x^\alpha - p_t x \right]$$

$$\Rightarrow \text{CPO: } p_t(x) = A_t x^{\alpha-1}$$

- \Rightarrow Production de biens intermédiaires maximisant le profit du monopole:

$$x_t = \left(\frac{\alpha}{\omega_t} \right)^{1/(1-\alpha)}, \omega_t \equiv w_t/A_t$$

$$\Rightarrow \pi_t = A_t (1 - \alpha) \left(\frac{\omega_t}{\alpha} \right)^{\alpha/(\alpha-1)} = \frac{1 - \alpha}{\alpha} w_t x_t$$

Le profit et la quantité produite diminuent avec le salaire rapporté à la productivité.

L'équilibre stationnaire (1)

- Dans un équilibre stationnaire, le salaire rapporté à la productivité et le volume de travail dans la recherche et dans le secteur manufacturier sont constants au cours du temps : $\omega_t = \omega$, $n_t = n$.
- $\omega_{t-1} = \omega_t \Rightarrow V_{t+1} = \gamma V_t$

$$\begin{aligned}
 & [r + \lambda n_{t+1}(1 - \gamma)]V_{t+1} = \pi_{t+1} - \pi_t \\
 \Leftrightarrow & [r + \lambda n_{t+1}(1 - \gamma)]\frac{A_t \omega_t}{\lambda} = (1 - \alpha) \left[\left(\frac{\omega_{t+1}}{\alpha}\right)^{\frac{\alpha}{\alpha-1}} A_{t+1} - \left(\frac{\omega_t}{\alpha}\right)^{\frac{\alpha}{\alpha-1}} A_t \right] \\
 \Leftrightarrow & \omega_t = \frac{\lambda(1 - \alpha)}{r + \lambda n_{t+1}(1 - \gamma)} \left[\left(\frac{\omega_{t+1}}{\alpha}\right)^{\frac{\alpha}{\alpha-1}} \gamma - \left(\frac{\omega_t}{\alpha}\right)^{\frac{\alpha}{\alpha-1}} \right] \quad (A)
 \end{aligned}$$

D'où à l'équilibre stationnaire:

$$\left(\frac{\omega}{\alpha}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}} = \frac{\lambda(1 - \alpha)(\gamma - 1)}{\alpha[r + \lambda n(1 - \gamma)]}$$

L'équilibre stationnaire (2)

- Le nombre de chercheurs à l'équilibre stationnaire est déterminé par l'équilibre du marché du travail:

$$L = n + x = n + \left(\frac{\alpha}{\omega}\right)^{1/(1-\alpha)}$$
$$\Rightarrow L - n = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{r + \lambda n(1-\gamma)}{\lambda(\gamma-1)}$$

⇒ En général, n est une fonction :

- croissante de la "taille" γ des innovations (hausse de $\gamma \rightarrow$ Hausse de l'accroissement des profits liés à une innovation \rightarrow incitation à investir dans la RD)
- croissante de la population active L (Hausse de $L \rightarrow$ hausse du bénéfice marginal de la recherche et baisse du salaire donc du coût de la recherche \rightarrow hausse de n),
- croissante de la productivité λ de la recherche (hausse de $\lambda \rightarrow$ baisse du bénéfice marginal d'une innovation mais baisse de son coût marginal. Analytiquement, le second effet domine)
- décroissante du taux d'intérêt (baisse de $r \rightarrow$ hausse du bénéfice marginal de la recherche grâce à une augmentation de la valeur de l'innovation \rightarrow hausse de n)

Optimalité

- Equilibre décentralisé avec monopole:

$$1 = \frac{1 - \alpha}{\alpha} \frac{\lambda(\gamma - 1)(L - n)}{r + \lambda n(1 - \gamma)}$$

- Laissez-faire sans monopole dans la RD:

$$1 = \frac{1 - \alpha}{\alpha} \frac{\lambda\gamma(L - n)}{r + \lambda n}$$

- Plannificateur social:

$$1 = \frac{1}{\alpha} \frac{\lambda(\gamma - 1)(L - n)}{r - \lambda n(\gamma - 1)}$$

Optimalité (2)

- Par rapport aux agents privés de l'équilibre décentralisé, le monopole internalise lors de sa décision d'investissement dans la RD, l'impact des innovations potentielles sur la productivité future (externalité intertemporelle) \rightarrow baisse du taux d'actualisation du monopole ($r - \lambda n(\gamma - 1)$).
- Le monopole internalise également l'effet de destruction, en valorisant la hausse du profit lié à la nouvelle innovation (et pas seulement le niveau du profit comme dans l'équilibre décentralisé) \rightarrow $\gamma - 1$ se substitue à γ au numérateur \rightarrow L'emploi dans la RD est plus élevé lorsque le monopole a aussi un monopole sur les innovations, puisqu'il tient compte du caractère "créateur" du processus de destruction-créatrice (effet négatif sur les rentes présentes compensé par un effet positif sur les rentes futures).
- L'emploi choisi par le monopole est plus faible que celui choisi par le planificateur social car le monopole s'approprie une partie seulement du surplus social et valorise donc moins l'innovation que le planificateur. Cette différence est liée à un effet d'appropriabilité.

Concurrence dans la recherche

- Rendement espéré de la recherche pour un concurrent : λV_{t+1}
- Rendement espéré de la recherche pour le monopole:
$$\lambda_1(V_{t+1} - V_t) = \lambda_1 \left(1 - \frac{1}{\gamma}\right) V_{t+1}$$
- Sachant que le coût de la recherche est le même dans les deux cas (w_t), le monopole n'investit dans la recherche que si:

$$\lambda_1 \left(1 - \frac{1}{\gamma}\right) V_{t+1} > w_t = \lambda V_{t+1}$$
$$\Rightarrow \lambda_1 > \frac{\gamma}{\gamma - 1} V_t$$

Exercice 1:

Destruction créatrice et β -convergence

Hypothèses du modèle

- Economie ouverte
- Reste du monde croît au taux exogène g : $A_t^* = e^{gt}$
- Pays domestique connaît un processus de destruction créatrice:

$$A_{t+1} = F(A_t, e^{g\tau})$$

avec F une fonction croissante en ses deux arguments,

$$F(A, A) = \gamma A, \quad \gamma > 1$$

- $\Rightarrow F$ croissante en $A_t \rightarrow$ externalités positives liées à l'activité de recherche-développement: la $(t + 1)$ ème entreprise innovante profite de l'accumulation de connaissances résultant de l'activité de recherche des autres chercheurs.
- $\Rightarrow F$ croissante du niveau de la productivité du reste du monde \rightarrow externalités internationales liées à l'activité de recherche-développement : les entreprises de l'économie domestique profitent des innovations faites par le reste du monde.
- $\Rightarrow F(A, A) = \gamma A \rightarrow$ un pays dont l'état de connaissances est égal à la moyenne mondiale ne profite d'aucune externalités internationales. Sa productivité croît alors, comme dans le reste du monde, au taux g .

β -convergence

- Croissance conditionnelle: les pays les plus en retard ont tendance à croître plus vite que les pays avancés.
- Si l'économie domestique est "en retard", ie $A_t < A_\tau^*$ alors $F(A_t, A_\tau^*) > F(A_t, A_t) \rightarrow$ bénéfique en termes de productivité d'une nouvelle innovation:

$$\frac{A_{t+1}}{A_t} = \frac{F(A_t, A_\tau^*)}{A_t} > \gamma$$

ie l'économie croît plus vite que la moyenne mondiale.

- Si l'économie domestique est relativement "en avance", ie $A_t > A_\tau^*$ alors, $F(A_t, A_\tau^*) < F(A_t, A_t)$ et

$$\frac{A_{t+1}}{A_t} = \frac{F(A_t, A_\tau^*)}{A_t} < \gamma$$

\Rightarrow Il y a donc bien convergence conditionnelle ie un rattrapage des pays les plus en avance par les pays les plus en retard.