

Chapitre 2 : la croissance endogène

Jean-Olivier Hairault (PSE)

9 mars 2026

Introduction

- ▶ Comment analyser cette amélioration continue de l'efficacité du travail due au progrès technique ?
- ▶ Il est clair que la qualité des équipements et des techniques de production, ainsi que de l'organisation du travail, s'est considérablement améliorée depuis le début de la révolution industrielle.
- ▶ Il est ainsi nécessaire de distinguer l'accumulation du capital physique et l'amélioration de la qualité de ce dernier, même si, dans la réalité, ceci n'est pas toujours aisé car le progrès technique se manifeste souvent par la mise en place de nouveaux équipements.

Introduction

- ▶ On a longtemps considéré que le progrès technique ne se manifestait que dans le secteur industriel, celui des services, moins intensif en capital, ne pouvant profiter de l'amélioration des techniques.
- ▶ L'activité d'un coiffeur s'est-elle en effet radicalement modifiée depuis un siècle ? Certainement moins que celle dans l'industrie automobile.
- ▶ Cependant, l'avènement de nouveaux services basés sur le traitement et la transmission de l'information rend cette assertion difficilement généralisable à l'ensemble des services.
- ▶ La haute technologie est entrée dans les services, tandis que précédemment ce secteur avait progressé essentiellement sous le jeu d'innovations organisationnelles (les grands magasins par exemple).

Introduction

- ▶ La théorie de la croissance endogène, comme son nom l'indique, cherche à expliquer par des facteurs économiques l'existence du progrès technique.
- ▶ comme le résultat d'investissements spécifiques mis en oeuvre par des entrepreneurs à la recherche de profits importants.
- ▶ Dans la lignée de Schumpeter : explication de la croissance fondée sur l'innovation technologique et la recherche de rentes d'innovation.

Introduction

- ▶ Si l'innovation technique est au coeur de la croissance, quelle est alors la garantie qu'elle se poursuive dans le futur ? Le rythme de l'innovation ne risque-t-il pas de s'essouffler ?
- ▶ Le chantre de l'innovation technologique, Schumpeter lui-même, doutait de la capacité des économies modernes à soutenir leur rythme de progrès technique, prédisant finalement, comme les économistes Classiques, l'avènement de l'état stationnaire et partageant ainsi leur pessimisme quant à la pérennité de la croissance.

Introduction

- ▶ Les théoriciens de la croissance endogène insistent quant à eux sur le caractère cumulatif de la production de connaissances. Les connaissances déjà découvertes favorisent la génèse de nouvelles idées.
- ▶ L'idée fondamentale profite à toutes les entreprises dans leur activité de recherche, même si l'application, le nouveau bien intermédiaire chez ROMER/90 , est protégé par un brevet.

Introduction

Non-rivalité et coût marginal nul

- ▶ L'une des dimensions essentielles de la connaissance est de pouvoir être reproduite, dupliquée à un coût nul.
- ▶ Une deuxième caractéristique importante est liée au fait qu'elle est non rivale : son utilisation par un individu ou une entreprise n'empêche personne d'en faire de même.
- ▶ Comme le coût marginal de reproduction de ces connaissances est proche de 0, l'augmentation de l'échelle de la production de l'innovation dans laquelle se matérialise une idée (non-rivale) permet alors de baisser le coût unitaire de production : les rendements d'échelle sont croissants.

Introduction

Non-rivalité et coût marginal nul

- ▶ La connaissance se distingue ainsi de la plupart des autres biens. La conjonction de ces caractéristiques pose de façon cruciale la question du coût de la production des nouvelles idées.
- ▶ Si ce coût est important, qui acceptera de le payer si la connaissance est ensuite librement disponible à un prix nul ?
- ▶ Seul le culte du secret ou une protection légale peut empêcher l'utilisation de cette connaissance.
- ▶ En effet, la non-rivalité n'implique pas que l'usage ne puisse être rendu exclusif, ce qui distingue la connaissance ou en tout cas son application technologique/productive d'un bien public pur.

Introduction

Non-rivalité et coût marginal nul

- ▶ Une troisième caractéristique de la connaissance est de favoriser la découverte d'autres connaissances : il se produit des externalités positives de connaissances.
- ▶ Pour reprendre l'expression célèbre de Newton, "nous sommes des nains juchés sur les épaules de géants".
- ▶ L'ensemble de ces caractéristiques pose de façon cruciale la question de l'origine des connaissances. D'où viennent les nouvelles idées ? Exigent-elles des investissements spécifiques et coûteux ?

Introduction

Investissements spécifiques et rendements croissants

- ▶ Une partie de la connaissance peut provenir de l'activité productive elle-même parce que l'on apprend par la pratique (learning by doing). Le progrès technique résulterait de l'adaptation continue des hommes confrontés à des problèmes liés à la production.
- ▶ Ainsi, les entreprises n'engageraient-elles pas expressément des dépenses permettant de créer de nouvelles connaissances ;
- ▶ Le progrès technique ne serait que le sous-produit de l'activité productive elle-même. S'il en était ainsi, sa diffusion n'aurait aucune raison d'être entravée et les connaissances profiteraient à tous.

Introduction

Investissements spécifiques et rendements croissants

- ▶ A l'opposé de cette vision, s'est imposée la théorie selon laquelle les nouvelles idées résulteraient d'une activité de recherche spécifique.
- ▶ Schumpeter le premier a souligné le rôle des inventeurs et des innovateurs dans le processus de la croissance dont l'exemple emblématique est peut-être Thomas Edison qui a inventé la lampe à incandescence et fondé la General Electric, l'une des plus grandes entreprises mondiales.
- ▶ Les motivations à l'origine des inventions ne sont pas nécessairement monétaires, la recherche du prestige intellectuel jouant parfois un rôle déterminant : le progrès technique exogène, librement disponible pour les entreprises du fait de l'activité désintéressée des chercheurs.
- ▶ mais en général les inventeurs veulent être rémunérés !

le modèle de P. Romer

- ▶ Il a fallu attendre le début des années 1990 pour que la théorie économique (la théorie de la croissance endogène) rende compte explicitement du progrès technique à partir d'innovations technologiques résultant de dépenses en recherche-développement.
- ▶ En particulier, la généralisation de la concurrence imparfaite en macroéconomie permet d'expliquer l'existence de super-profits qui sont en fait la façon de penser la rémunération des rentes d'innovation.
- ▶ Paul Romer a proposé le premier en 1990 un modèle permettant dans le cadre de la théorie néoclassique de théoriser ainsi la croissance.

le modèle de P. Romer

- ▶ Certaines entreprises font de la recherche-développement afin de mettre au point une nouvelle variété de biens d'équipement grâce à une nouvelle connaissance.
- ▶ Cette connaissance est vendue sous forme d'un brevet d'utilisation exclusive au producteur unique (monopole) de ce bien d'équipement.
- ▶ La vente du bien d'équipement au secteur de production du bien final à un prix supérieur au coût de production permet de dégager des profits monopolistiques permettant de payer le prix du brevet.

le modèle de P. Romer

- ▶ Dans ce modèle, c'est le rythme de l'innovation qui détermine le taux de croissance de long terme.
- ▶ Ce dernier est alors influencé par le niveau des ressources en recherche-développement.
- ▶ Ces dernières dépendent du prix des brevets, et donc in fine des profits réalisés dans le secteur des biens d'équipement.

le modèle de P. Romer

- ▶ La pérennité de la croissance est assurée par des rendements constants dans les facteurs accumulables, capital physique et connaissances technologiques :
- ▶ l'exploitation de la connaissance, une fois qu'elle est créée, ne nécessite que du capital et du travail supplémentaire ; il s'agit uniquement de dupliquer : globalement on a des rendements croissants

le modèle de P. Romer

- ▶ Nous présentons une version simplifiée du modèle de ROMER/90, en particulier les choix des ménages ne reposent pas sur des arbitrages intertemporels.
- ▶ La dimension novatrice par rapport au modèle de Solow est en effet uniquement liée à la dimension productive.
- ▶ Il existe trois secteurs dans l'économie correspondant respectivement à la production d'un bien final, la production de biens intermédiaires (ou d'équipement) et l'activité de recherche.

le modèle de P. Romer

- ▶ Il existe un grand nombre d'entreprises en situation concurrentielle produisant un bien final grâce à la combinaison de travail et de biens d'équipement différenciés achetés aux entreprises du secteur intermédiaire.



$$Y_j = (L_{Yj})^{1-\alpha} \sum_{i=1}^A x_j(i)^\alpha$$

avec $0 < \alpha < 1$.

- ▶ L_Y représente le nombre de travailleurs employés dans le secteur du bien final.
- ▶ Il existe A types de biens intermédiaires dans l'économie à une période donnée. Ce nombre croît en fonction des innovations technologiques.

$A_j = A \forall j$: toutes les entreprises bénéficient de la connaissance qui est un bien non-rival, à la différence du montant investi dans chaque machine $x_j(i)$.

le modèle de P. Romer

- ▶ L'augmentation de A au cours du temps ne doit pas être confondue avec une accumulation de capital physique qui se traduit ici par une augmentation des quantités $x_j(i)$ à A donné.
- ▶ Il est différent de multiplier le nombre de machines d'un certain type ou le nombre de types de machines.
- ▶ Toutes les entreprises d'un nombre J sont identiques :
 $Y_j = Y/J, L_{Yj} = L_Y/J, x_j(i) = x(i)/J$;



$$Y = (L_Y)^{1-\alpha} \sum_{i=1}^A x(i)^\alpha$$

le modèle de P. Romer

- ▶ ROMER/90 privilégie l'idée qu'une innovation offre une nouvelle variété de biens d'équipement qui s'ajoute aux précédentes.
- ▶ AGHION/HOWITT/92 retiennent l'idée de destruction créatrice qui implique qu'une innovation tend à rendre obsolète les précédentes variétés : processus de création destructrice

le modèle de P. Romer

Le secteur du bien final

Chaque entreprise maximise son profit en optimisant ses demandes de facteur :

$$\max_{L_Y, x(i)} Y - wL_Y - \sum_i^A p(i)x(i)$$

d'où :

$$\frac{\partial Y}{\partial L_Y} = w$$

et

$$\frac{\partial Y}{\partial x(i)} = p(i) \quad \forall i$$

et

$$\frac{\partial Y}{\partial x(i)} = L_Y^{1-\alpha} \alpha x(i)^{\alpha-1}$$

le modèle de P. Romer

Le secteur du bien final

- D'où la demande inverse :

$$p(i) = \alpha L_Y^{1-\alpha} x(i)^{\alpha-1} \quad (1)$$

- En inversant (1), on obtient la demande directe :

$$x(i) = \left(\frac{\alpha L_Y^{1-\alpha}}{p(i)} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (2)$$

- La demande (2) est isoélastique et son élasticité-prix vaut :

$$\varepsilon = \frac{1}{1-\alpha} > 1.$$

Elle croît avec α . L'augmentation du coût du capital diminue la demande de capital, d'autant plus que α est fort (augmentation du degré de substitution entre les biens intermédiaires).

le modèle de P. Romer

Le secteur des biens intermédiaires

- ▶ Chaque bien intermédiaire est produit en situation de monopole car ils sont différenciés et leur demande n'est pas infiniment élastique au prix.
- ▶ Chacun incorpore une innovation technologique particulière dont le droit (brevet) d'exploitation a été acheté au secteur de la recherche. Le brevet donne la connaissance qui permet de transformer du capital brut K en machine sophistiquée selon une technologie (simplifiée!) $x = K$.
- ▶ L'existence de profits de monopole permet par l'achat d'un brevet la rémunération de l'activité d'innovation dans la sphère productive (au-delà du capital physique et du travail). C'est un des points clef du modèle de Romer, et des modèles de croissance endogène.

le modèle de P. Romer

Le secteur des biens intermédiaires

- Considérons la firme intermédiaire i , qui produit la variété i . Son profit est :

$$\pi(i) = p(i)x(i) - zK(i) = (p(i) - z)x(i)$$

- En remplaçant $p(i)$ par (1) (car situation de monopole), on obtient :

$$\begin{aligned}\pi(i) &= \left(\alpha L_Y^{1-\alpha} x(i)^{\alpha-1} - z \right) x(i) \\ &= \alpha L_Y^{1-\alpha} x(i)^{\alpha} - z x(i).\end{aligned}$$

- La condition du premier ordre en $x(i)$ est :

$$\frac{d\pi(i)}{dx(i)} = \alpha^2 L_Y^{1-\alpha} x(i)^{\alpha-1} - z = 0.$$

le modèle de P. Romer

Le secteur des biens intermédiaires

- ▶ Ainsi :

$$\alpha^2 L_Y^{1-\alpha} x(i)^{\alpha-1} = z. \quad (3)$$

- ▶ Or, d'après la demande inverse (1),

$$p(i) = \alpha L_Y^{1-\alpha} x(i)^{\alpha-1}.$$

- ▶ En combinant avec (3), on obtient immédiatement le prix optimal :

$$\boxed{p(i) = \frac{z}{\alpha}.} \quad (4)$$

- ▶ Le markup est :

$$\frac{p(i)}{z} = \frac{1}{\alpha}$$

Il est fort (et donc les profits unitaires) quand l'élasticité de la demande de $x(i)$ par rapport au prix $p(i)$ est faible (α faible).

le modèle de P. Romer

Le secteur des biens intermédiaires

- ▶ Le prix pratiqué par les différentes entreprises de biens intermédiaires est identique : $p(i) = p$,
- ▶ ce qui implique des quantités produites également identiques : $x(i) = x \quad \forall i$.



$$\sum_{i=1}^A x(i) = Ax = K$$

- ▶ Chaque unité de bien intermédiaire produite représente donc une fraction A du capital total épargné par les ménages : $x = \frac{K}{A}$.
- ▶ La fonction de production du bien final peut donc se réécrire de la façon suivante :

$$Y = L_Y^{1-\alpha} Ax^\alpha = K^\alpha (AL_Y)^{1-\alpha} \quad (5)$$

le modèle de P. Romer

Le secteur des biens intermédiaires

- ▶ sachant que $\pi = (p - z)x = (1 - \alpha)px$ et que $p = \alpha L_Y^{1-\alpha} x^{\alpha-1}$, on en déduit que :

$$\pi = (1 - \alpha)\alpha L_Y^{1-\alpha} (K/A)^\alpha = (1 - \alpha)\alpha \frac{Y}{A} \quad (6)$$

- ▶ double influence de α : les profits totaux dépendent du profit unitaire (grand quand α faible) et de l'échelle de la production du bien intermédiaire qui est faible quand α faible (le bien intermédiaire devient peu productif et sa demande est faible).

le modèle de P. Romer

Le secteur de la recherche

- ▶ Les entreprises du secteur de la recherche trouvent des nouveaux procédés pour transformer du capital indifférencié en biens intermédiaires sophistiqués.
- ▶ Ils déposent un brevet qu'ils vendent aux entreprises du secteur de biens intermédiaires.

le modèle de P. Romer

Le secteur de la recherche

- L'accumulation de nouvelles connaissances dépend du nombre d'heures travaillées dans le secteur de la recherche, L_A , et de la productivité moyenne de ces heures $\bar{\mu}_t$:

$$A_{t+1} - A_t = \bar{\mu}_t L_{A,t}$$

- On suppose que la productivité moyenne des chercheurs dépend du stock de connaissances déjà découvertes :

$$\bar{\mu}_t = \mu A_t^\lambda \quad \mu > 0$$

- Ainsi, la production de nouvelles connaissances dépend du nombre de chercheurs que chaque firme décide d'employer, mais elle bénéficie également des découvertes faites par les autres (Externalités de connaissance).

le modèle de P. Romer

Le secteur de la recherche

- ▶ Si $\lambda < 0$, les externalités sont négatives : cela traduit le fait qu'un stock de connaissances plus grand rend plus difficile la découverte de nouvelles, comme si le stock de connaissances était limité.
- ▶ En revanche, $\lambda > 0$ implique que le stock de connaissances déjà découvertes rend plus facile la genèse de nouvelles idées. Ce dernier cas est généralement considéré comme le plus pertinent.

le modèle de P. Romer

Le secteur de la recherche

- ▶ modèle de Romer : $\lambda = 1$ cas de la croissance endogène.
- ▶ Le stock d'idées (nombre de variétés) A_t évolue selon :

$$A_{t+1} - A_t = \mu A_t L_{A,t} \quad (7)$$

- ▶ La productivité de A sur le flux de nouvelles connaissances ne dépend pas du niveau de A : productivité constante pour un niveau donné de L_A
- ▶ Le taux de croissance (en niveau) de A est :

$$g_t \equiv \frac{A_{t+1} - A_t}{A_t} = \mu L_{A,t}. \quad (8)$$

le modèle de P. Romer

Le secteur de la recherche

- ▶ La population totale est constante et le travail est mobile entre la production et la recherche :

$$N = L_Y + L_A, \quad (9)$$

où L_Y est le travail utilisé en production finale et L_A le travail (chercheurs) en R&D.

- ▶ Les chercheurs sont rémunérés au salaire d'équilibre w , identique dans les deux secteurs (mobilité parfaite).
- ▶ Les chercheurs sont employés dans des entreprises spécialisées en R et D qui produisent de nouvelles connaissances et se traduisent par l'invention de nouveaux biens intermédiaires : $\Delta A > 0$

le modèle de P. Romer

Le secteur de la recherche

- ▶ le secteur de la recherche peut payer des chercheurs en vendant le brevet associée à l'innovation.
- ▶ Quel est le prix q d'un brevet ? Ce que les producteurs de biens intermédiaires sont prêt à payer pour avoir accès à la rente de monopole...
- ▶ La mise en concurrence des entrants potentiels dans le secteur des biens intermédiaires implique que le secteur de la recherche va pouvoir vendre à un prix correspondant à la somme actualisée V de tous les profits futurs.

le modèle de P. Romer

Le secteur de la recherche

- ▶ Chaque nouvelle idée correspond à une nouvelle variété protégée par un brevet. Le détenteur d'un brevet reçoit un profit par période π_{t+k} . La valeur du brevet à la date t est :

$$q_t = RV_{t+1}, \quad R \equiv \frac{1}{1+r} \in]0, 1[, \quad (10)$$

où r est le taux d'intérêt (supposé constant pour simplifier).

- ▶ à une date t quelconque :

$$V_t = \sum_{k=0}^{\infty} R^k \pi_{t+k}$$

- ▶ Si $\pi_t = \pi$ est stationnaire, alors :

$$V = \sum_{k=0}^{\infty} R^k \pi = \frac{1}{1-R} \pi \quad (11)$$

le modèle de P. Romer

Le secteur de la recherche

- ▶ la mise en concurrence des producteurs (entrants) du secteur intermédiaire par les innovateurs permet d'extraire dans la vente du brevet à un prix q l'intégralité de la valeur V .



$$q = RV = \frac{\pi}{r}$$

le modèle de P. Romer

Le secteur de la recherche

- ▶ le profit dans le secteur de la recherche s'écrit :

$$\pi_R = q_t \Delta A - w_t L_{A,t} = q_t \mu A_t L_{A,t} - w_t L_{A,t}$$

- ▶ d'où la condition d'optimalité pour L_A :

$$q_t \mu A_t = w_t \quad (12)$$

la valeur marginale d'un chercheur est le membre de droite, son coût marginal le membre de gauche. Tant que le premier domine le second, on a une demande de chercheurs qui fait augmenter la croissance et le salaire.

le modèle de P. Romer

Le secteur de la recherche

- ▶ Quand L_A augmente, moins de production de bien final aujourd'hui, profits plus faibles par variété de bien intermédiaire (équation (6)), ce qui fait diminuer la valeur du brevet et donc l'incitation marginale à la Recherche diminue.
- ▶ la condition (12) détermine donc un niveau d'équilibre pour le nombre de travailleurs dans le secteur de la recherche, croissant avec les profits q et leur efficacité μ .

le modèle de P. Romer

Le secteur de la recherche

- La dynamique (8) implique :

$$g_t = \mu L_{A,t}$$

- Ainsi, à allocation $L_{A,t}$ constante (par exemple $L_{A,t} = L_A$), le taux de croissance de la technologie est constant :

$$\boxed{g = \mu L_A} \quad (13)$$

avec a la part de la population travaillant dans le secteur de la recherche.

le modèle de P. Romer

Le secteur de la recherche

- ▶ rôle central des profits de monopole dans la croissance
- ▶ Les profits des entreprises intermédiaires vont aux chercheurs sous forme de salaires et déterminent leur nombre.
- ▶ Si les profits attendus dans le secteur intermédiaire augmente alors le prix des brevets augmentent, le nombre de chercheurs augmente et donc le rythme de la croissance

le modèle de P. Romer

Les ménages

- ▶ La propension à épargner des ménages est exogène et égale à s . Cette épargne est prêtée sous forme de capital brut au secteur du bien intermédiaire.
- ▶ Comme dans le modèle de Solow, la parfaite flexibilité du taux d'intérêt réel permet à la demande de s'ajuster à une offre rigide sur le marché des fonds prêtables.
- ▶ La population totale est exogène égale à N .
- ▶ La population (de travailleurs) se répartit de façon endogène entre les deux secteurs, bien final ($L_Y = (1 - a)N$) et recherche ($L_A = aN$), de façon à égaliser les productivités marginales.

le modèle de P. Romer

Les conditions de la pérennité de l'accumulation des connaissances

- ▶ La fonction de production du bien final s'écrit de la façon suivante :

$$Y = K^{\alpha}(A(1 - a)N)^{1-\alpha} \quad (14)$$

- ▶ On retrouve une fonction de production (de bien final) à la *Solow*. Le stock de capital est déterminé par l'épargne des ménages, les heures travaillées par leur offre de travail.
- ▶ La fonction de production macroéconomique est à rendements croissants lorsque l'on considère le capital, le travail et les connaissances.

le modèle de P. Romer

Les conditions de la pérennité de l'accumulation des connaissances

- ▶ Une fois les connaissances découvertes, il suffit de doubler les autres facteurs pour obtenir le double de production en raison de la duplication des connaissances sans coût.
- ▶ A la différence de Solow, le progrès technique A n'est plus supposé croître de façon exogène à un taux g .

le modèle de P. Romer

Les conditions de la pérennité de l'accumulation des connaissances $\lambda = 1$

- ▶ Conformément à l'analyse conduite pour le modèle à croissance exogène de Solow, il existe un sentier de croissance régulier vers lequel l'économie converge si le facteur A croît un taux constant.
- ▶ A la différence du modèle de Solow, le progrès technique est lié au rythme endogène des découvertes dans le secteur de la recherche :

$$\frac{\Delta A}{A} = \mu aN \quad (15)$$

- ▶ Il ne peut y avoir de croissance de la population N sinon le taux de croissance serait lui-même croissant.
- ▶ L'importance des ressources allouées à la recherche aN détermine le taux de croissance de long terme.

le modèle de P. Romer

Les conditions de la pérennité de l'accumulation des connaissances $\lambda = 1$

- ▶ Il existerait un effet taille : un pays plus peuplé a plus de possibilité de croissance. Plus généralement, la part des ressources allouées à la recherche dans une économie déterminerait son potentiel de croissance.
- ▶ Une différence entre pays à ce niveau expliquerait ainsi les disparités de croissance observées. Il faut souligner qu'il se produit alors une divergence permanente dans les taux de croissance des économies.

le modèle de P. Romer

Etude du régime stationnaire

- ▶ En notant $k_t \equiv \frac{K_t}{A_t L_{Y,t}}$ et $y_t \equiv \frac{Y_t}{A_t L_{Y,t}}$, on obtient :

$$y_t = k_t^\alpha.$$

- ▶ Le capital évolue selon :

$$K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + sY_t.$$

- ▶ sur le régime stationnaire :

$$sy = k(g + \delta) \tag{16}$$

le modèle de P. Romer

Etude du régime stationnaire

- Le profit instantané par variété est :

$$\pi = \alpha(1 - \alpha) \frac{Y}{A} = \alpha(1 - \alpha) y L_Y.$$

- La valeur d'un brevet est :

$$q = \frac{\pi}{r},$$

le modèle de P. Romer

Etude du régime stationnaire

- ▶ le salaire dans le secteur de la recherche :

$$w = q\mu A$$

- ▶ Le salaire dans le secteur final est :

$$w = (1 - \alpha) \frac{Y}{L_Y} = (1 - \alpha)yA$$

- ▶ En combinant ces expressions :

$$(1 - \alpha)y = \mu q$$

- ▶ En substituant $q = \pi/r$:

$$L_Y = \frac{r}{\alpha\mu}$$

le modèle de P. Romer

Etude du régime stationnaire

- ▶ Le coût d'usage z du capital physique est solution de la demande inverse :

$$\frac{z}{\alpha} = \alpha L_Y^{1-\alpha} x^{\alpha-1}$$

d'où

$$z = \alpha \left(\alpha \frac{y}{k} \right)$$

à cause du pouvoir de marché des producteurs de biens intermédiaires, ces derniers captent $1 - \alpha$ de la productivité marginale du capital brut.

- ▶ Or, d'après (16) :

$$\frac{y}{k} = \frac{g + \delta}{s}.$$

- ▶ Donc :

$$z = \alpha^2 \frac{g + \delta}{s}, \quad r = z - \delta. \quad (17)$$

le modèle de P. Romer

Etude du régime stationnaire



$$g = \mu(N - L_Y).$$

- ▶ En combinant toutes les relations précédentes, on obtient une équation en g :

$$g = \frac{s \alpha \mu N + \delta (s - \alpha^2)}{\alpha (s + \alpha)}.$$

Dans le cas simple sans dépréciation ($\delta = 0$) :

$$g = \frac{s}{s + \alpha} \mu N$$

le modèle de P. Romer

Etude du régime stationnaire

- ▶ Le taux de croissance stationnaire est croissant en s :

$$\frac{\partial g}{\partial s} > 0.$$

Ainsi, contrairement au modèle de Solow, une hausse du taux d'épargne exogène a un effet permanent sur la croissance dans le modèle de Romer.

- ▶ la hausse de s diminue le taux d'intérêt (équation 17), ce qui augmente la valeur actuelle des profits et donc la valeur du brevet (effet de valorisation/capitalisation des actifs),
- ▶ ce qui augmente les travailleurs dans le secteur de la recherche, et donc le taux de croissance.

le modèle de P. Romer

Etude du régime stationnaire

- ▶ la valeur des profits est affectée par deux effets antagonistes :

$$\pi = \alpha(1 - \alpha)L_Y k^\alpha$$

la hausse de s agit directement sur k . La baisse de L_Y vient modérer la hausse des profits.

- ▶ l'effet capitalisation domine, mais il est progressivement amorti par l'effet de réallocation du travail

le modèle de P. Romer

Etude du régime stationnaire



$$\frac{\partial g}{\partial \alpha} < 0$$

- ▶ le taux de marge diminue donc le profit unitaire diminue ; l'actualisation r augmente ce qui diminue la valeur présente des profits et donc le prix du brevet. Dans les deux cas il y a une baisse du nombre de chercheurs a .

le modèle de P. Romer

Etude du régime stationnaire

- ▶ il existe un effet contradictoire de a sur le niveau du PIB par habitant



$$y = k^{\alpha}$$

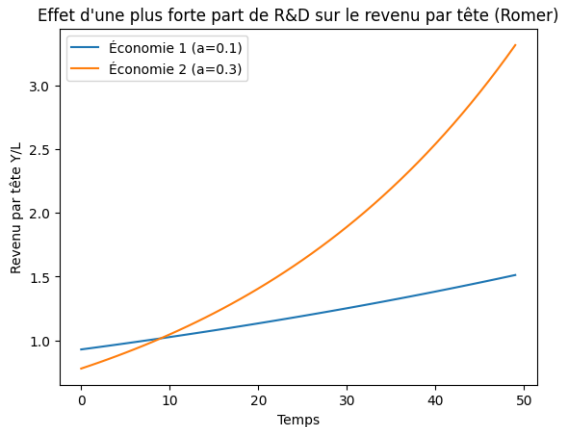
donc :

$$\mathcal{Y}_t = k^{\alpha}(1 - a)A_t$$

avec $A_t = A_0(1 + \mu a N)^t$

- ▶ l'effet croissance domine l'effet niveau.

effet de a sur le PIB par habitant



le modèle de P. Romer

Les conditions de la pérennité de l'accumulation des connaissances $\lambda = 1$

- ▶ Ainsi, pour les théoriciens de la croissance endogène, la productivité du stock de connaissances est constante dans la production de nouvelles connaissances :

$$\frac{\partial \Delta A}{\partial A} = \mu L_a$$

- ▶ L'existence d'un régime de croissance permanent implique une situation très particulière : $\lambda = 1$.
- ▶ On peut parler d'une croissance endogène sur le fil du rasoir : la productivité du stock de connaissances dans la production de nouvelles idées doit être constante, ce qui permet de maintenir le rythme du progrès technique.
- ▶ On retrouve ici, comme chez Solow, l'importance de l'évolution de la productivité du facteur accumulable essentiel pour la pérennité de la croissance.

le modèle de P. Romer

Les conditions de la pérennité de l'accumulation des connaissances $\lambda = 1$

- ▶ Le taux de croissance des connaissances est dans ce cas constant à LT et dépend du niveau des ressources consacrées à la recherche.
- ▶ Le modèle de ROMER/90 prédit donc que la hausse des dépenses en recherche-développement doit augmenter le taux de croissance moyen.
- ▶ Or, la hausse observée des premières au cours de ce siècle, et plus encore sur les dernières décennie, n'a pas entraîné l'augmentation de ce dernier, ce qui tend à remettre en cause cette vision très particulière de la croissance.

le modèle de Romer-Jones

Les conditions de la pérennité de l'accumulation des connaissances $\lambda < 1$

- ▶ Faut-il remettre en cause l'ensemble de cette approche ?
Evidemment non, le progrès technique semble bien être le facteur explicatif de la croissance de long terme.
- ▶ Considérons le cas plus général $\lambda < 1$, et, pour faciliter les calculs, le cas $\lambda = 0$. Le taux de croissance des connaissances s'écrit alors :

$$\frac{A_{t+1} - A_t}{A_t} = \frac{\mu a N_t}{A_t}$$

- ▶ Le taux de croissance dépend négativement du stock de connaissances, ce qui traduit que sa productivité dans la genèse de nouvelles idées tend à décroître au fur et à mesure de son accumulation.
- ▶ Le flux de nouvelles idées tend à devenir infiniment petit par rapport au stock déjà accumulé : autrement dit, le taux de croissance du stock de connaissances s'annule et le progrès technique disparaît.

le modèle de Romer-Jones

Les conditions de la pérennité de l'accumulation des connaissances $\lambda < 1$

- ▶ Dans ce cas, l'accumulation des connaissances ne peut être soutenue que par la croissance du nombre de chercheurs.
- ▶ De façon générale, le taux de croissance dans le secteur des innovations varie en fonction du rythme démographique et du taux de croissance des connaissances :

$$\frac{\Delta g}{g} = n - g$$

- ▶ Il existe un taux de croissance des connaissances constant qui est donc uniquement déterminé par le taux de croissance démographique : $g = n$

le modèle de Romer-Jones

Les conditions de la pérennité de l'accumulation des connaissances $\lambda < 1$

- ▶ La croissance de long terme de la production par tête est uniquement assurée par la croissance régulière de la population.
- ▶ C'est pourquoi JONES parle de croissance semi-endogène pour souligner le fait que le taux de croissance de long terme est dépendant de la croissance démographique exogène et ne peut plus être manipulé par des décisions de nature économique.
- ▶ Cependant, à la différence du modèle de Solow, la croissance démographique permet de soutenir l'effort de recherche et assure une croissance de la production par tête.
- ▶ Ceci est une conséquence de la non-rivalité des connaissances ; plus il y a d'entreprises engagées dans la recherche, plus les effets de la duplication des connaissances sont intenses.

le modèle de Romer-Jones

Les conditions de la pérennité de l'accumulation des connaissances $\lambda < 1$

- ▶ L'augmentation continue des connaissances est assurée par le taux de croissance, et non par le niveau, des ressources consacrées à la recherche.
- ▶ Dans ce cas, la croissance de la recherche-développement au cours du temps n'est plus contradictoire avec les implications du modèle de croissance endogène ;
- ▶ au contraire, elle constitue une condition nécessaire à la pérennité de la croissance.

le modèle de Romer-Jones

Les conditions de la pérennité de l'accumulation des connaissances $\lambda < 1$

- ▶ Une augmentation du niveau de la population active engagée dans la recherche-développement n'a plus qu'une conséquence transitoire sur le taux de croissance de l'économie,
- ▶ à l'instar par exemple du taux d'épargne dans le modèle de Solow, tandis qu'elle avait une influence permanente dans le modèle de ROMER.
- ▶ Ainsi, certaines accélérations transitoires de la croissance dans les pays développés peuvent-elles avoir pour origine la montée de la part de la recherche dans les économies.
- ▶ On tient ici une possibilité d'explication des disparités de revenus par tête dans le monde.

le modèle de Romer-Jones

Les conditions de la pérennité de l'accumulation des connaissances $\lambda < 1$

- La production en termes de travail intensif ($y = \frac{Y}{A(1-a)N}$) s'écrit sur le sentier de croissance régulier :

$$y = \left(\frac{s}{n + g + \delta} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}$$

- On en déduit le revenu par tête ($\mathcal{Y} = \frac{Y}{N}$) :

$$\mathcal{Y}_t = \left(\frac{s}{n + g + \delta} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} (1 - a)A_t$$

le modèle de Romer-Jones

Les conditions de la pérennité de l'accumulation des connaissances $\lambda < 1$

- Sachant que A_t sur le sentier de croissance régulier est égal à $\frac{\mu a N_t}{g}$, on peut exprimer le revenu par tête de la façon suivante :

$$y_t = \left(\frac{s}{n + g + \delta} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} (1 - a) \frac{\mu a N_t}{g}$$

a joue un rôle négatif par l'effet d'éviction de la recherche sur l'activité de production, mais positif en augmentant le niveau technologique.

- Une partie des disparités de revenu par tête peuvent être expliquées par des efforts de recherche différents qui se traduisent par des efficacités technologiques divergentes, même si les taux de croissance peuvent être similaires.

La diffusion du progrès technique

- ▶ Des pays consacrant une part plus importante de leur revenu à des investissements en recherche-développement enregistreraient des taux de croissance plus élevés de façon permanente ou au moins transitoire.
- ▶ Si ces pays sont certainement à l'origine du progrès technique, les autres pays ne profitent-ils pas d'une diffusion du progrès technique soit par imitation soit par transfert direct grâce à l'implantation d'entreprises étrangères innovantes ?

La diffusion du progrès technique

- ▶ Les taux de croissance ne devraient alors pas différer d'un pays à l'autre, malgré des différences notables de ressources consacrées à la recherche.
- ▶ Ces dernières expliquent alors le taux de croissance commun à ces pays, certains étant à l'origine du progrès technique, les autres profitant de sa diffusion.
- ▶ L'existence d'un secteur Recherche-Développement important ne serait donc pas une condition nécessaire à une croissance plus rapide ; elle permettrait cependant de posséder une avance technologique.

La diffusion du progrès technique

Innovation technologique dans le “Nord”

- ▶ On considère une économie dite économie du “Nord” dont la croissance est endogène et correspond au modèle de ROMER décrit dans la section précédente.
- ▶ La population, notée N^N , est constante et le taux d'épargne, noté s^N , est exogène et constant.
- ▶ La fonction de production donnée par l'équation (14) s'écrit alors :

$$Y_t^N = (K_t^N)^\alpha \left(A_t^N (1 - a^N) N^N \right)^{1-\alpha} \quad (18)$$

$(1 - a^N)$, avec $0 \leq a^N \leq 1$, est la fraction supposée exogène et constante au cours du temps de la population occupée à l'activité de recherche ; ainsi, $(1 - a^N) N^N$ n'est autre que l'emploi productif dans le “Nord”.

La diffusion du progrès technique

Innovation technologique dans le “Nord”

L'activité de recherche permet d'augmenter le niveau technologique de façon analogue à l'expression donnée par l'équation (15) :

$$\frac{A_{t+1}^N - A_t^N}{A_t^N} = \mu^N a^N N^N \quad (19)$$

Ainsi, le taux de croissance régulier de cette économie est :

$$g^N = \mu^N a^N N^N.$$

La diffusion du progrès technique

Diffusion technologique dans le "Sud"

- ▶ On suppose qu'il n'y a pas d'activités de recherche ni d'apprentissage dans le Sud, mais que les connaissances mises au point dans le Nord se diffusent librement dans l'économie du Sud, mais avec un retard de T périodes. On a ainsi :

$$A_t^S = A_{t-T}^N \quad (20)$$

- ▶ Toute la population du Sud peut être employée dans l'activité productive, et la fonction de production de l'économie du Sud s'écrit :

$$Y_t^S = (K_t^S)^\alpha \left(A_t^S N^S \right)^{1-\alpha} \quad (21)$$

La diffusion du progrès technique

Un taux de croissance commun

- Le taux de croissance de long terme de l'économie du Sud est, sous ces hypothèses :

$$g^S = \frac{A_{t+1}^S - A_t^S}{A_t^S} = \frac{A_{t+1-T}^N - A_{t-T}^N}{A_{t-T}^N} = \mu^N a^N N^N = g^N$$

- Il est identique au taux de croissance de long terme de l'économie du Nord, puisque le taux de croissance du stock de connaissances est le même dans les deux régions.

La diffusion du progrès technique

- ▶ Si le Sud profite du progrès technique du Nord pour atteindre un taux de croissance commun, le différentiel de niveaux technologiques a cependant des implications en termes de disparités de revenus par tête.
- ▶ Soit $k_t^N = \frac{K_t^N}{A_t^N(1-a^N)N^N}$ et $y_t^N = \frac{Y_t^N}{A_t^N(1-a^N)N^N}$. En unités de travail efficace, on a simplement

$$y_t^N = k_t^{N\alpha}$$



$$k_{t+1}^N - k_t^N = s^N k_t^{N\alpha} - g^N k_t^N$$

La diffusion du progrès technique

- La solution stationnaire de l'équation de récurrence en k^N existe et est unique :

$$\bar{k}^N = \left(\frac{s^N}{g^N} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}}$$

- $\bar{k}^N$ est d'autant plus grand que le taux d'épargne est élevé et que le nombre de chercheurs est faible. Les effets du taux d'épargne et du taux du progrès technique sont habituels : davantage d'épargne signifie davantage d'investissement et donc d'accumulation du capital ; davantage de chercheurs et donc un taux du progrès technique plus élevé signifie un travail plus efficace qu'il faut doter en capital et donc un $\bar{k}^N$ d'équilibre plus faible à épargne donnée.

La diffusion du progrès technique

- ▶ Par analogie avec l'économie du Nord, on a à long terme

$$\bar{k}^S = \left(\frac{s^S}{g^N} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}}$$

et

$$\bar{y}^S = \bar{k}^{S\alpha}$$

- ▶ Il y a donc convergence entre les deux régions, du point de vue de la production en unités de travail efficace, si le Nord et le Sud ont le même taux d'épargne. Ceci ne garantit cependant pas la convergence des productions par tête.

La diffusion du progrès technique

- On note ρ le rapport de la production par tête dans le Sud à la production par tête dans le Nord :

$$\rho_t = \frac{Y_t^S / N^S}{Y_t^N / N^N} = \frac{y_t^S A_t^S}{y_t^N A_t^N (1 - a^N)} = \frac{y_t^S A_{t-T}^N}{y_t^N A_t^N (1 - a^N)}$$

- Quand les deux régions ont convergé vers leur sentier de croissance équilibrée, ce rapport vaut :

$$\begin{aligned}\bar{\rho} &= \frac{\bar{y}^S A_0^N (1 + g^N)^{(t-T)}}{\bar{y}^N A_0^N (1 + g^N)^t (1 - a^N)} \\ &= \left(\frac{\bar{k}^S}{\bar{k}^N} \right)^\alpha \frac{(1 + g^N)^{(-T)}}{1 - a^N} \\ &= \left(\frac{s^S}{s^N} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \frac{(1 + \mu^N a^N N^N)^{(-T)}}{1 - a^N}\end{aligned}$$

La diffusion du progrès technique

- Supposons maintenant que les taux d'épargne sont identiques dans les deux régions ($s^N = s^S$). Lorsque les deux régions ont convergé vers leur sentier de croissance régulier, on obtient :

$$\bar{\rho} = \frac{(1 + \mu^N a^N N^N)^{(-T)}}{1 - a^N}$$

- Il n'est donc pas certain que le PIB par tête soit plus faible au Sud qu'au Nord : cela dépend, à efficacité de la recherche dans le Nord et population du Nord données, de la part de la population du Nord consacrée à la recherche et de la valeur du retard T de diffusion de la technologie dans le Sud.

La diffusion du progrès technique

- ▶ Il est naturel que plus la diffusion du progrès technique est lente, plus le produit par tête est faible au Sud par rapport au Nord : on vérifie aisément que $\frac{\partial \bar{p}}{\partial T} < 0$.
- ▶ La relation avec a^N est moins évidente. On remarque facilement que :

$$\bar{\rho}(0) = 1, \quad \lim_{a^N \rightarrow 1} \bar{\rho}(a^N) = +\infty$$

- ▶ Quand il n'y a pas d'activité de recherche au Nord ($a^N = 0$), les deux régions sont identiques et il n'y a pas de croissance.
- ▶ Quand au contraire toute la population du Nord se consacre à la recherche, il n'y a pas de production au Nord et le Sud, qui bénéficie des avancées de connaissances mises au point au Nord, prend une avance considérable.

La diffusion du progrès technique

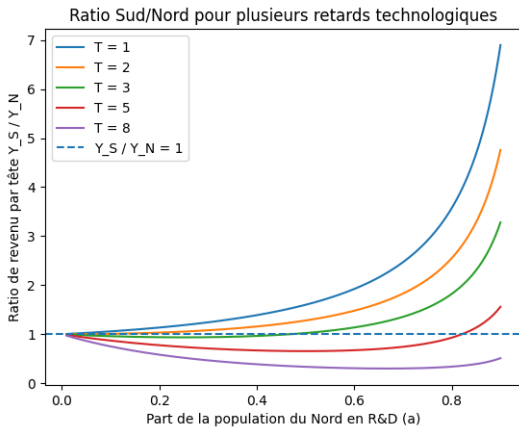
- De façon générale, on a :

$$\frac{\partial \bar{\rho}(a^N)}{\partial a^N} = \bar{\rho} \left[\frac{1}{1 - a^N} - \frac{\mu^N N^N T}{1 + \mu^N N^N a^N} \right] = 0$$

$$\Leftrightarrow a^N = \frac{T}{T + 1} \left(1 - \frac{1}{\mu^N N^N T} \right)$$

- Entre ces deux extrêmes, quand a^N augmente à partir de 0, le Nord prend de l'avance en terme de produit par tête. Mais il existe une valeur limite de a^N au-delà de laquelle le Nord consacre trop de ressources à la recherche par rapport à la production ; le Sud, qui bénéficie gratuitement de la recherche du Nord, le rattrape alors.

$\mu_N = 0.5$ et $A_N = 1$



La diffusion du progrès technique

- ▶ Une spécialisation dans l'activité productive de biens répondant à des besoins et désirs des consommateurs permet un niveau de bien-être plus important.
- ▶ Cependant, cela suppose que la diffusion du progrès technique ne soit pas entravée par aucune barrière légale.
- ▶ Or, pourquoi un pays paierait le prix d'une recherche importante, en termes de bien finals, si le progrès technique se diffuse facilement et rapidement ?
- ▶ On voit l'intérêt qu'il y a à mettre en place un système de protection afin de préserver l'activité de recherche. Ceci vient naturellement retarder la diffusion et donc diminuer le niveau technologique de la plupart des pays dans le monde.

La diffusion du progrès technique

- ▶ Cette situation peut cependant paraître par trop optimiste, dans la mesure où le progrès technique est supposé se diffuser rapidement en l'absence de contraintes légales.
- ▶ L'absence de rattrapage entre les pays peut être considéré comme étant en décalage avec cette vision d'une diffusion de la technologie.
- ▶ Si les connaissances fondamentales circulent, elles doivent se traduire en termes de projets industriels qui supposent des investissements en capital physique, voire en capital humain.
- ▶ Si le progrès technique est décisif pour la croissance, il ne faudrait pas oublier le rôle décisif de ces investissements comme le chapitre précédent l'a démontré. Le modèle de diffusion libre de la technologie informe que les pays capables de réaliser de tels investissements sont susceptibles de profiter de cette manne qui "tombe du ciel" comme dans le modèle de Solow.

La croissance à la Aghion-Howitt : création-destruction

Le secteur de la recherche

- ▶ Une innovation survient avec une probabilité λ :

$$A_{t+1} = \begin{cases} \gamma A_t & \text{avec probabilité } \lambda_t, \\ A_t & \text{avec probabilité } 1 - \lambda_t, \end{cases} \quad \gamma > 1. \quad (22)$$

- ▶ Lorsqu'une innovation survient, le nouveau détenteur du brevet remplace l'ancien monopoleur (destruction créatrice).
- ▶ le modèle d'innovation horizontale de Romer (1990) versus le modèle schumpétérien d'innovation verticale d'Aghion-Howitt.

La croissance à la Aghion-Howitt : création-destruction

Le secteur de la recherche

- ▶ Cher Romer les idées sont non rivales, cumulatives, et chaque nouvelle idée s'appuie sur toutes les idées existantes. Plus le stock A est élevé, plus il est facile d'innover, plus la productivité de la recherche augmente.
- ▶ Chez Aghion-Howitt, l'innovation est verticale (amélioration de qualité). La technologie progresse par sauts dont la probabilité d'apparition ne dépend pas du niveau de A . Chaque innovation remplace la précédente (destruction créatrice) et ne résulte pas de l'exploitation cumulative de toutes les idées passées.

La croissance à la Aghion-Howitt : création-destruction

Le secteur du bien final

- La technologie du bien final est :

$$Y_t = A_t x_t^\alpha L_{Y,t}^{1-\alpha}, \quad 0 < \alpha < 1, \quad (23)$$

où x_t est la quantité du bien intermédiaire et A_t le niveau technologique courant.

- La firme finale choisit x_t et $L_{Y,t}$ en prenant comme donnés le prix p_t du bien intermédiaire et le salaire w_t :

$$\max_{x_t, L_{Y,t}} A_t x_t^\alpha L_{Y,t}^{1-\alpha} - p_t x_t - w_t L_{Y,t}.$$

Les conditions du premier ordre donnent :

$$p_t = \alpha A_t x_t^{\alpha-1} L_{Y,t}^{1-\alpha}, \quad (24)$$

$$w_t = (1 - \alpha) A_t x_t^\alpha L_{Y,t}^{-\alpha}. \quad (25)$$

La croissance à la Aghion-Howitt : création-destruction

Le secteur des biens intermédiaires

- ▶ Le producteur intermédiaire détenteur du brevet produit x_t uniquement à partir du capital physique avec une technologie linéaire :

$$x_t = K_t. \quad (26)$$

- ▶ En utilisant la demande (24), on en déduit un comportement de prix avec un markup constant :

$$p_t = \frac{z_t}{\alpha} \quad (27)$$

La croissance à la Aghion-Howitt : création-destruction

La fonction de production agrégée

- En agrégeant, (23) devient :

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_{Y,t}^{1-\alpha}. \quad (28)$$

- Définissons le taux de croissance en niveau :

$$g_t \equiv \frac{A_{t+1} - A_t}{A_t}.$$

D'après (22) :

$$g_t = \begin{cases} \gamma - 1 & \text{avec probabilité } \lambda_t, \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases}$$

Donc le taux de croissance moyen est :

$$E(g_t) = \lambda_t(\gamma - 1) \quad (29)$$

La croissance à la Aghion-Howitt : création-destruction

Le secteur de la recherche

- ▶ La R&D utilise du travail $L_{A,t}$ et génère une probabilité d'innovation :

$$\lambda_t = \eta L_{A,t}, \quad \eta > 0, \quad \lambda_t \in [0, 1]. \quad (30)$$

- ▶ le profit dans le secteur de la recherche s'écrit :

$$\pi_R = \lambda_t q_t - w_t L_{A,t} = \eta L_{A,t} q_t - w_t L_{A,t}$$

- ▶ d'où la condition d'optimalité pour L_A :

$$w_t = \eta q_t \quad (31)$$

- ▶ Une unité additionnelle de travail en R&D (coût w_t) augmente la probabilité de succès de η et dans ce cas rapporte la vente d'un brevet de valeur q_t .

La croissance à la Aghion-Howitt : création-destruction

Le secteur de la recherche

- ▶ la valeur d'un brevet correspond à la valeur des profits générés à la période suivante :

$$q_t = RV_{t+1}$$

- ▶ Soit V_t la valeur à la date t du monopole courant.

$$V_t = \pi_t + R(1 - \lambda_t) V_{t+1}, \quad (32)$$

Le facteur $(1 - \lambda_t)$ traduit le risque sur la valeur du monopole d'être remplacé à la période suivante.

La croissance à la Aghion-Howitt : création-destruction

Le taux de croissance endogène

- ▶ Si $\lambda_t = \lambda$ est constant et si $V_{t+1} = V$, $\pi_t = \pi$, alors :

$$V = \frac{(1+r)\pi}{r+\lambda} \quad (33)$$

- ▶ (31) donne :

$$w = \eta \frac{V}{1+r}$$

- ▶ En combinant avec (33) :

$$w = \eta \frac{\pi}{r+\lambda}.$$

La croissance à la Aghion-Howitt : création-destruction

Le taux de croissance endogène

- ▶ une valeur élevée des profits ou de η fait augmenter le nombre des chercheurs, ce qui diminue en retour le niveau des profits comme chez Romer, mais en plus en augmentant λ fait diminuer la durée de la rente de monopole et donc la valeur des brevets. L'impact est donc moins élevé sur la croissance.
- ▶ croissance où création-destruction sont intimement liées.
- ▶ La constance du taux de croissance vient donc de la constance de la taille du secteur R et D, pas d'une constance de productivité de A .
- ▶ L'effet total du nombre de chercheurs combine : un effet direct négatif sur la valeur des monopoles (destruction créatrice), un effet indirect positif via l'accélération de la croissance technologique. L'effet destruction ne renverse pas l'effet croissance. Il agit comme un mécanisme de modération.

La croissance à la Aghion-Howitt : création-destruction

Le taux de croissance endogène

- ▶ Quand la concurrence devient très forte, les rentes de monopole futures diminuent, la valeur d'une innovation baisse, l'incitation à investir en R et D diminue.
- ▶ Quand la concurrence augmente modérément, les profits courants diminuent, les firmes proches de la frontière technologique ont plus à perdre, elles innovent pour échapper à la concurrence.
- ▶ Cela concerne les firmes neck-and-neck (au même niveau technologique).
- ▶ La concurrence stimule les leaders (effet escape), décourage les retardataires (effet rente) : la moyenne agrégée produit la forme en U inversé des données entre concurrence et croissance.

Conclusion

- ▶ Ce chapitre a mis l'innovation technologique, poussée par la recherche de rentes monopolistiques, au coeur de la croissance. Le modèle de croissance endogène affirme que la productivité dans le secteur de la recherche est suffisante et constante pour assurer une croissance régulière.
- ▶ Cette condition apparaît difficilement justifiable et il est certainement préférable de penser que c'est la croissance des ressources consacrées à la recherche, par exemple celle du nombre de chercheurs, qui permet d'obtenir une croissance pérenne. De toute façon, les pays doivent favoriser le développement des activités de recherche.

Conclusion

- ▶ La diffusion du progrès technique, lorsqu'elle est ralentit par une insuffisance de l'accumulation du capital physique et du capital humain et/ou par des contraintes légales, ne permet pas d'assurer la convergence des revenus par tête. En revanche, elle peut permettre à certains pays de se concentrer sur des activités productives, augmentant le bien-être de leur population. Ceci pose de façon cruciale le problème du degré optimal de diffusion.
- ▶ Fondamentalement il existe deux façons d'expliquer les différences de revenus par tête de par le monde.

Conclusion

- ▶ D'une part on peut considérer que des disparités en termes de recherche-développement entraînent des taux de croissance réguliers divergents. Dans ce cas, il n'existe pas de diffusion du progrès technique et seuls les pays innovant connaissent la croissance.
- ▶ D'autre part, il est possible de penser que la diffusion technologique conduit à un rythme de croissance similaire, mais que des différences dans le degré d'équipement et dans le degré de formation déterminent alors les écarts de revenus par tête entre pays.

Conclusion

- ▶ De façon complémentaire, des écarts de niveau technologique imputable à des taux d'investissement en recherche-développement différents sont également susceptibles d'expliquer les disparités de niveaux de revenus par tête.
- ▶ Les différences de taux de croissance constatées dans le temps et dans l'espace doivent alors se comprendre comme le signe que les économies ne sont pas toujours sur leur sentier de croissance régulier et empruntent une dynamique transitoire marquée par le phénomène de la convergence conditionnelle.