Sur-éducation dans un modèle de chômage d'appariement*

Bruno Decreuse

Pierre Granier

*GREQAM, Université de la Méditerranée***

1 Introduction

L'analyse des relations entre l'éducation et les performances économiques, tant individuelles que collectives, en présence d'imperfections concurrentielles sur le marché du travail, demeure aujourd'hui un thème assez peu abordé par la littérature théorique. Il s'agit pourtant d'une question essentielle alors que le chômage touche en priorité les travailleurs les moins diplômés et que la durée des études s'allonge dans de nombreux pays, cause ou conséquence d'un effort financier accru des pouvoirs publics en faveur du système éducatif. Cet effort est légitimé par deux principales raisons : l'éducation serait la seule réponse efficace à moyenne échéance à la progression des inégalités sur le marché du travail résultant d'une demande croissante de travail qualifié; elle serait également la source d'une croissance plus soutenue à long-terme.

La majorité des travaux théoriques réalisés autour de cette question fournissent des arguments allant dans ce sens. Pour la plupart, ces travaux s'inscrivent dans le paradigme de la théorie du capital humain. L'investissement éducatif permet l'acquisition de compétences qui peuvent ensuite être valorisées lors de l'activité productive. Plus l'effort de formation est important, plus la productivité du travailleur est élevée. Tout agent compare alors le coût marginal de l'éducation, un coût en ressources ou un

* Nous remercions deux rapporteurs anonymes de cette revue pour leurs commentaires qui ont contribué à l'amélioration de ce travail. Nous demeurons seuls responsables d'une éventuelle erreur.

** GREQAM – 2, rue de la charité, 13002 Marseille, France.

Email : decreuse@ehess.cnrs-mrs.fr et granier@ehess.cnrs-mrs.fr

coût d'opportunité, à son rendement marginal privé, des flux de revenus futurs plus importants. Il en résulte que l'intensité de l'effort de formation individuel est une fonction croissante de l'ensemble des paramètres qui améliorent le rendement marginal de l'éducation, en particulier le taux de sortie du chômage.

Par ailleurs, cet effort est généralement soumis à des rendements croissants : une main-d'oeuvre plus productive permet la réalisation de bénéfices plus élevés, ce qui attire un plus grand nombre de firmes et augmente le taux de sortie du chômage. Ce phénomène renvoie à l'existence de complémentarité stratégique dans la décision individuelle de formation. L'externalité qui en est responsable est de signe positif : le bien-être individuel est une fonction croissante de l'effort agrégé. En raison de cette externalité, le marché ne fournit pas les incitations adéquates à l'investissement en éducation et les pouvoirs publics doivent alors subventionner l'acquisition de compétences.

Ce schéma général renvoie à deux catégories de travaux. La première est la plus proche des arguments de Becker (1975). Des individus identiques choisissent le montant de capital humain dont ils diposent, comparant le coût de son acquisition au bénéfice futur qu'il permettra de réaliser. Cet arbitrage tient compte de la structure non-concurrentielle du marché du travail, susceptible de déboucher sur un rationnement endogène de l'offre de travail. Laing *et al.* (1995) considèrent ainsi que l'effort éducatif permet l'assimilation d'une fraction des connaissances existantes, ainsi que l'obtention d'une capacité à bénéficier des phénomènes d'apprentissage durant l'emploi. Cette contribution propose un lien entre les théories de la croisance et celles du chômage. Postel-Vinay (1997) généralise l'exercice à la prise en compte d'une qualité aléatoire des rencontres réalisées. La durée de formation permet alors au travailleur de jouer sur la probabilité d'embauche individuelle : un montant de capital humain élevé permet de compenser un appariement défaillant, de sorte que la probabilité de voir sa candidature rejetée par une firme est réduite.

La seconde catégorie de travaux, dont les contributions de Saint-Paul (1994, 1996) sont assez représentatives, assimile compétence et choix de qualification dans les modèles duaux du marché du travail. Lorsque les agents sont hétérogènes et lorsque la production exige l'achat d'une ressource rare, une augmentation relative du nombre de qualifiés accroît l'opportunité de l'embauche d'un travailleur qualifié, ce qui réduit leur risque de chômage et augmente le rendement marginal de l'éducation. La décision de formation, ramenée à la décision binaire « je me qualifie-je ne me qualifie pas » a donc des rendements croissants, responsables d'une part d'un accroissement des inégalités de chômage entre travailleurs qualifiés et non-qualifiés, et d'autre part de l'éventuelle existence d'équilibres multiples. Dans un tel cadre, les politiques de soutien à l'éducation peuvent exercer des effets pervers sur le chômage des moins qualifiés, voire le chômage global, dès lors que le fonctionnement institutionnel du marché du travail génère des irréversibilités dans les décisions d'embauche des firmes, qui ont davantage intérêt à consacrer leurs ressources à l'embauche de travailleurs qualifiés plus rapidement recrutés car plus nombreux.

En dépit de la richesse des résultats obtenus, ce cadre analytique se heurte à des limites. La validité empirique de la théorie du capital humain reste tout d'abord contestée sur données macroéconomiques comme sur données individuelles.

Si les travaux de Mankiw *et al.* (1992), et dans une moindre mesure ceux de Barro et Sala-i-Martin (1996) confirment l'impact positif et significatif sur le taux de croissance de variables approchant le niveau ou l'effort d'éducation, d'autres travaux récents contestent ces conclusions. Benhabib et Spiegel (1994) utilisent des données de stock de capital humain pour estimer directement la fonction de production et concluent à un effet non significatif du capital humain. Islam (1995) estime pour sa part la même équation de convergence que Mankiw *et al.* en utilisant toutefois des données de stock, mais surtout en introduisant un effet fixe individuel propre à chaque pays permettant de corriger un éventuel biais d'endogénéité. Le coefficient du capital humain devient soit non significatif, soit significativement négatif selon le groupe de pays considéré. Des résultats similaires sont également obtenus par Caseli *et al.* (1996)[1].

De la même façon, si l'estimation de fonctions de gains sur données individuelles ne laisse aucun doute quant à l'existence d'une corrélation positive entre le niveau d'éducation et le niveau de revenu, il n'est pas établi que cette corrélation reflète une influence réelle de l'éducation sur la productivité individuelle. Les théories du « signal » ou du « filtre » développées par Arrow (1973) et Spence (1973) proposent une interprétation toute différente compatible avec les résultats obtenus dans plusieurs travaux empiriques [*cf* Weiss (1995) pour une discussion détaillée sur ce point].

Par ailleurs, les travaux qui s'appuient sur la théorie du capital humain pour étudier les relations entre l'éducation, le chômage et, parfois, la croissance, établissent certaines prédictions qui suscitent des interrogations. L'une de ces prédictions est l'existence d'une relation décroissante entre l'effort individuel de formation et le taux de chômage de l'économie. Comme les individus ne tirent bénéfice de leur effort éducatif que lorsqu'ils sont employés, un plus faible taux de chômage augmente les rendements attendus de l'éducation et favorise ainsi l'effort éducatif. S'il ne semble pas exister de résultats empiriques bien établis concernant l'influence du chômage sur l'éducation, cette relation décroissante paraît peu compatible avec la progression sensible de la durée moyenne des études observée en France et dans d'autres pays européens depuis le milieu des années 80. Si l'allongement de la scolarité s'inscrit à l'évidence dans une tendance de long terme et ne se réduit pas à une réponse conjoncturelle à l'aggravation du chômage, il est

[1] La divergence des conclusions suggère que certaines variables individuelles doivent affecter simultanément l'éducation et la production. L'influence positive de l'éducation proviendrait alors de la non correction de ce biais d'endogénéité. Il est à noter que l'estimation directe d'une fonction de production est robuste à l'hypothèse de corrélation entre l'effet fixe et les variables explicatives.

néanmoins frappant de constater qu'après être passé de 15,8 à 20,7% entre 1975 et 1985 le taux de scolarisation des jeunes français âgés de 20 à 24 ans a plus que doublé durant les neuf années suivantes pour atteindre 43% en 1994[2]. Sur les vingt années considérées, le taux de chômage au sein de cette classe d'âge est passé de 6,3% à 27,7%. Les données de l'OCDE (1994) montrent que la France ne constitue pas un cas isolé, de nombreux pays européens tels que l'Espagne, l'Irlande, la Norvège ou encore le Danemark ont également expérimenté une très forte croissance du taux de scolarisation au sein de la même classe d'âge au cours de la période 1985-1991.

Une seconde prédiction de ces travaux concerne l'existence d'une corrélation positive entre les rendements de l'éducation, en termes de salaires, et le le niveau scolaire moyen. Ce résultat théorique semble peu compatible avec la baisse observée dans le temps du rendement marginal de l'éducation [*cf* par exemple Goux et Maurin (1994) pour une étude sur données françaises] et également contradictoire avec les résultats des comparaisons internationales réalisées par Psacharopoulos (1993) qui montre que si l'éducation semble jouer un rôle indubitable sur le niveau du salaire, son rendement décroît avec le niveau de développement et avec le niveau scolaire moyen. En 1993, le nombre moyen d'années de scolarisation était de 5,9 en Afrique sub-saharienne, de 7,9 en Amérique latine, de 8,4 en Asie, et de 10,9 dans les pays de l'OCDE. Les taux de rendement de l'éducation correspondant – estimé à partir d'équations de Mincer – était respectivement[3] de 13,4%, 12,4%, 9,6% et 6,8%.

Cet article propose une analyse des relations entre l'éducation et le chômage fondée sur une vision différente du rôle du système éducatif et de la formation qui y est dispensée. Cette formation n'accroît pas la productivité des individus qui la reçoivent, mais elle élargit leur spectre de compétences, leur permettant ainsi de prospecter sur un ensemble plus vaste de segments du marché du travail. La formation délivrée par le système éducatif développerait finalement davantage la capacité des individus à assimiler la formation spécifique proposée par les employeurs qu'elle ne développerait les capacités productives des individus. Cette approche de l'éducation est, de ce point de vue, assez proche de la vision défendue par Thurow (1972) selon lequel la productivité est davantage une caractéristique des emplois que des travailleurs, l'éducation signalant une capacité à être formé pour l'emploi considéré. La compétition pour l'emploi à laquelle se livrent les travailleurs de niveaux d'éducation distincts aboutit alors à l'éviction des travailleurs les moins qualifiés situés à la fin de la file d'attente. Ces phénomènes d'éviction ont fait l'objet de travaux théoriques [voir par exemple Gautier (1998), Granier et Nyssen (1996)] et surtout empiriques. De ce point de vue, une question essentielle consiste à discriminer entre deux explications alternatives aux phénomènes d'éviction : la compétition pour l'emploi ou la différence de coûts d'ajustement du travail en fonction de la qualifica-

---

2 Source : enquête Emploi, données extraites de Meron et Minni (1995).

3 Source : Psacharopoulos (1993), tableau 4.

tion. Etablir un lien, comme le font Teulings et Koopmanschap (1989) entre les changements dans la distribution des emplois en fonction du niveau de formation et la variation du taux de chômage pour différents marchés du travail est sans doute insuffisant pour conclure sur l'origine du phénomène. Si compétition pour l'emploi il y a, les effets d'éviction doivent s'observer dans les flux de recrutement et non dans les flux d'entrée au chômage. En suivant cette démarche, van Ours et Ridder (1995) ne concluent à l'existence de compétition pour l'emploi qu'entre les travailleurs de niveaux d'éducation relativement élevés.

Si le modèle proposé ici met en évidence des phénomènes de suréducation, ceux-ci n'ont pas pour contrepartie l'éviction d'une partie des travailleurs. En l'absence d'hétérogénéité des emplois et des travailleurs, ces derniers choisissent le même niveau d'éducation. Les phénomènes de suréducation ne se traduisent donc pas par le fait que des travailleurs occupent des emplois sous-qualifiés par rapport à leurs compétences, mais par une inefficience productive liée à un taux d'activité trop bas.

Le cadre d'analyse retenu ici, présenté en détail dans la section 2, est un modèle d'appariements tiré des travaux de Diamond (1982) et Pissarides (1990). Les agents ont un horizon fini au sens de Blanchard (1985) et leur durée de formation détermine leur polyvalence sur les divers métiers que propose l'économie. Dans la mesure où les rémunérations sont négociées, et parce que le marché du travail est soumis à des externalités de congestion, le salaire individuel croît avec le diplôme du travailleur, mais décroît avec le niveau scolaire moyen de la population active. Il en résulte que l'effort de formation individuel augmente avec l'effort agrégé, avec l'horizon de vie de l'agent, ainsi qu'avec le taux de croissance de l'économie, mais décroît avec le taux de sortie du chômage vers l'emploi. Ces résultats, souvent contraires à ceux obtenus dans les modélisations s'appuyant sur une approche traditionnelle du capital humain, sont présentés et discutés dans la section 3. La section 4 s'intéresse aux propriétés macroéconomiques du modèle. En dépit de la présence de complémentarité stratégique dans la décision individuelle de formation, nous montrons qu'il existe un unique équilibre stationnaire et détaillons ses propriétés de statique comparative. Traditionnellement, le taux de chômage représente à la fois un indice des tensions du marché du travail, et un indice de gaspillage des capacités de production. L'un des mérites des modèles d'appariement est d'avoir montré qu'un même taux de chômage peut avoir des conséquences très différentes selon qu'il résulte d'un fort taux de destruction des emplois ou d'un faible taux d'embauche. L'un des apports de ce travail consiste à distinguer taux de chômage et taux d'emploi, le second stigmatisant bien mieux que le premier la capacité productive d'une nation. Si une durée d'éducation plus élevée permet la réduction du taux de chômage de l'économie, elle réduit également la mesure de la population active concernée, ce qui participe à une réduction du taux d'emploi. Taux de chômage et taux d'emploi peuvent ainsi connaître des variations de même signe lorsque l'on modifie les paramètres-clés de l'économie.

La section 5 s'intéresse finalement au rendement social de l'éducation.

Si l'éducation n'exerce aucune influence sur la productivité, elle améliore l'efficacité du processus d'appariement et est de ce point de vue socialement profitable. Cette amélioration a pour contrepartie une baisse du taux d'activité qui forme le coût social de l'éducation. Nous montrons alors que la durée d'éducation du schéma décentralisé est toujours plus élevée que la durée socialement optimale. Dans la mesure où le calcul d'une telle durée nécessite au préalable de corriger les externalités propres au marché du travail, ce résultat ne signifie pas nécessairement qu'il faille inciter les agents à réduire leur effort éducatif en toute circonstance. C'est pourquoi notre dernier résultat porte sur la politique éducative optimale de second rang, les réactions du marché du travail étant données. Cette politique consiste à augmenter (réduire) l'effort éducatif des agents lorsque leur pouvoir de négociation est faible (fort), ce qui correspond à une situation de chômage « bas » (« haut »).

Afin d'alléger la présentation, toutes les preuves sont renvoyées en annexe.

2 La structure du modèle

L'économie comprend un secteur d'activité consacré la production d'un bien unique. Il existe un continuum de technologies équiproductives normalisé à $[0,1]$. La productivité de chacune de ces technologies croît au taux exogène $g > 0$, et $A_t = e^{gt}$ désigne le niveau du progrès technique. Chaque firme présente sur le marché du travail détient un poste susceptible d'être vacant ou occupé par un travailleur. Les travailleurs sont les « jeunes perpétuels » de Blanchard (1985). Il apparaît ainsi à tout instant une nouvelle cohorte de mesure $\delta > 0$. Chacun des agents qui la constitue est soumis au risque de décès δ, de sorte que la population est normalisée à 1. La mesure d'une cohorte d'âge s est ainsi égale à $\delta e^{-\delta s}$, la taille initiale de cette cohorte multipliée par la probabilité d'atteindre l'âge en question. Les individus sont neutres vis-à-vis du risque et escomptent le temps au taux $\rho > 0$, qui est aussi le taux d'intérêt de l'économie.

Dès leur naissance, les individus choisissent leur durée de formation[4] $s_i \in [0, \infty)$. Cet effort permet l'acquisition d'un spectre de compétences $F(s_i)$ correspondant à des technologies utilisées sur le marché du travail.

Hypothèse 1 *Propriétés de la fonction d'acquisition de compétences*

La fonction $F : \boldsymbol{R}_+ \rightarrow [0,1]$ *est au moins* C^2, *avec* $F'(x) > 0$, $F''(x) < 0\ \forall x \in \boldsymbol{R}_+$, *et* $F(0) = 0$, $\lim_{x \to \infty} F(x) = 1$. *On définit en outre* $\lambda(x) \equiv \dfrac{F'(x)}{F(x)}$

[4] La modélisation du temps éducatif justifie ainsi l'emploi du modèle de jeunesse perpétuelle.

La technologie F est supposée avoir des rendements privés décroissants[5]. Par ailleurs, nous n'introduisons pas d'externalité directe. A l'issue de sa période de formation, un agent part à la recherche d'un poste vacant en adéquation avec ses compétences. On suppose ainsi qu'il existe un continuum de marchés d'appariements correspondant aux différentes technologies productives. Un chômeur doté d'un niveau de formation s_i peut postuler sur les $F(s_i)$ marchés dont il maîtrise les techniques de production, mais ne peut prétendre détenir un emploi sur les $(1 - F(s_i))$ restant. Bien entendu, l'espace des technologies n'est pas ordonné; l'agent ne maîtrise pas les technologies numérotées de 0 à $F(s_i)$, mais un ensemble de technologies aléatoires de mesure $F(s_i)$. Le nombre de rencontres est déterminé sur l'ensemble de ces marchés par une technologie d'appariements, dont les arguments sont la quantité d'unités de recherche des chômeurs et celle de postes vacants :

$$M = m\left(U\bar{F}, V\right) \tag{2.1}$$

où $\bar{F}$ est le spectre de compétences moyen détenu par les chômeurs. La détermination du nombre de rencontres au niveau agrégé par la technologie m renvoie à deux explications alternatives : d'une part, des fonctions d'appariement identiques sur chaque micro-marché, et d'autre part l'existence d'un organisme centralisant l'ensemble des offres et demandes de travail. Dans ce dernier cas, on peut songer à l'ANPE ou encore à l'APEC pour le travail plus qualifié. L'annexe A établit la fonction agrégée (2.1) à partir de processus microscopiques. Par analogie avec le modèle d'effort de recherche développé par Pissarides (1990), $F(s_i)$ représente l'intensité de recherche de l'agent. Lorsque les chômeurs sont peu mobiles sur l'espace des technologies, le flux de rencontres est faible, les entreprises ayant du mal à trouver un travailleur correspondant à leurs attentes. La technologie d'appariement a des propriétés uselles regroupées dans l'hypothèse 2.

Hypothèse 2 *Propriétés de la fonction d'appariement*

La fonction $m : \boldsymbol{R}_+ \times \boldsymbol{R}_+ \to \boldsymbol{R}_+$ est strictement croissante en chacun de ses arguments, strictement concave et a des rendements d'échelle constants. Elle satisfait aux conditions d'Inada, ainsi qu'aux conditions de bord $m(x,0) = m(0,y) = 0$, $\forall x, y \geqslant 0$.

Ces rencontres sont réparties de façon équiprobable entre les postes vacants d'une part, et les unités de recherche efficientes des chômeurs d'autre part. Le taux de recrutement réussi est donc $\eta = \eta\left(\bar{F}, \theta\right) = \frac{M}{V}$, où $\theta = \frac{V}{U}$ désigne le degré de tensions du marché du travail. Cette probabilité croît avec la durée moyenne de formation, le nombre moyen de segments de marché prospectés. Le taux de sortie du chômage pour un individu ayant fourni un effort éducatif s_i satisfait quant à lui $\mu_i = \mu\left(s_i, \bar{F}, \theta\right) = \frac{F(s_i)}{\bar{F}} m\left(\bar{F}, \theta\right)$. La probabilité d'embauche individuelle croît ainsi avec l'effort éducatif – reflétant le plus grand nombre de segments prospectés par l'agent – mais décroît

[5] Cette hypothèse traduit l'idée selon laquelle l'acquisition de nouveaux savoirs s'avère de plus en plus difficile à mesure qu'ils entrent en conflit avec les précédents.

avec l'effort agrégé en raison des externalités de congestion qui dominent le marché des appariements. L'annexe A légitime ces diverses probabilités de transition.

Les gains des divers protagonistes sont définis de façon récursive. Pour simplifier, on suppose qu'il n'existe pas de prestations chômage, ni de destruction d'emploi autre que la mort du travailleur qui l'occupe. La durée de formation d'un individu né en t résoud le programme :

$$s_{i,t}^{*} = \arg\max_{s_i} e^{-(\rho+\delta)s_i} W_{t+s_i}^{u}(s_i) \tag{2.2}$$

où $W_{t+s_i}^{u}(s_i)$ est la valeur de marché au temps $t + s_i$ de la recherche d'un chômeur ayant fourni un effort de formation s_i. Cette valeur est définie par :

$$(\rho+\delta)W_t^u(s_i) = \mu(s_i,.)\left[\bar{W}_t^e(s_i) - W_t^u(s_i)\right] + \dot{W}_t^u(s_i) \tag{2.3}$$

où $\bar{W}_t^e(s_i)$ est l'espérance d'utilité moyenne d'un individu disposant d'un emploi en t. Cette utilité est la somme des flux de revenus futurs actualisés au taux $\rho + \delta$:

$$(\rho+\delta)W_t^e(s_i) = w_t(s_i) + \dot{W}_t^e(s_i) \tag{2.4}$$

où $w_t(s_i)$ est le salaire à la date t d'un travailleur de niveau éducatif s_i. Du point de vue des firmes, la valeur d'un poste occupé par un travailleur dont la durée de formation est s_i répond à :

$$(\rho+\delta)V_t^e(s_i) = y_0 A_t - w_t(s_i) + \delta V_t^v + \dot{V}_t^e(s_i) \tag{2.5}$$

où $y_0 A_t$ est le flux de production à la date t. Enfin, la valeur d'un poste vacant détenu au temps t est définie par :

$$\rho V_t^v = -\gamma_t + \eta\left[E_{s_i} V_t^e(s_i) - V_t^v\right] + \dot{V}_t^v \tag{2.6}$$

où $\gamma_t = \gamma_0 A_t$ est le coût instantané de détention d'un poste vacant et η est la probabilité de recrutement réussi. La durée de formation est *a priori* aléatoire pour la firme, ce qui justifie l'opérateur d'espérance, les salaires négociés dépendant de la durée d'éducation. L'hypothèse de libre entrée exige la nullité de la valeur d'un poste vacant à toute date, de sorte que :

$$E_{s_i} V_t^e(s_i) = \frac{\gamma_t}{\eta} \tag{2.7}$$

Les rémunérations sont déterminées par la solution asymétrique de Nash, ce qui s'écrit :

$$\beta V_t^e(s_i) = (1-\beta)\left[W_t^e(s_i) - W_t^u(s_i)\right] \tag{2.8}$$

où β est le pouvoir de négociation du salarié. De manière à ce que les valeurs actualisées convergent, nous imposons que le taux de croissance de l'économie soit inférieur au taux d'escompte effectif des ménages.

Hypothèse 3 *Notations*

On suppose que $g < \rho+\delta$. *On note* $r = \rho+\delta-g$ *le taux d'actualisation effectif de l'économie, et* $P = \left(r, \delta, q, \beta, \bar{F}, \theta\right)$.

La section suivante décrit l'équilibre partiel de l'économie.

3 Effort individuel de formation

Le lemme suivant décrit l'équilibre de Nash symétrique qui prévaut sur le marché du travail.

Lemme 1 *Équilibre partiel du marché du travail*

Si H3 est vérifiée, le marché du travail est caractérisé par :

(i) $w_t(s_i) = \beta \frac{r+\mu_i}{r+\beta\mu_i} y_0 A_t$

(ii) $W_t^u(s_i) = \frac{\beta\mu_i}{r+\beta\mu_i} \frac{y_0 A_t}{r}$

(iii) $V_t^e(s_i) = (1-\beta)\frac{y_0 A_t}{r+\beta\mu_i}$

Le salaire individuel (i) croît avec la probabilité d'embauche μ_i qui augmente les opportunités externes du travailleur, que celui-ci valorise lors des négociations. Notre modèle diffère en ce point du modèle canonique avec effort de recherche. Cet effort doit en effet être répété continûment tout au long de l'épisode de chômage, alors que l'investissement éducatif est irréversible. Une des conséquences principales est que la rémunération individuelle croît avec le diplôme du travailleur, mais décroît avec le niveau scolaire moyen de l'économie, en raison des effets de congestion précédemment décrits. Bien entendu, les différentiels de rémunération n'ont aucun lien avec des différentiels de productivité. L'utilité d'un chômeur (ii) augmente ainsi de façon directe avec la probabilité d'embauche (qui donne accès à une rémunération), mais aussi de manière indirecte avec son salaire.

L'effort individuel de formation est donné par le lemme 2.

Lemme 2 *Effort individuel de formation*

Si H1, H2 et H3 sont vérifiées, et pour $\bar{F} > 0$, $\theta > 0$ *et* $t \in \boldsymbol{R}$ *donnés, l'unique solution du programme (2.2) est une fonction* $\widehat{s}_i\left(P, \bar{F}, \theta; F, M\right) \equiv \widehat{s}_i\left(\theta, \bar{F}\right)$ *telle que :*

$$\lambda\left(\widehat{s}_i\right) = r + \beta\frac{F\left(\widehat{s}_i\right)}{\bar{F}} m\left(\bar{F}, \theta\right) \tag{3.1}$$

La condition du premier ordre du programme (2.2) s'écrit :

$$-(r+g)W_{t+s_i}^u + \left(g + \frac{r}{r+\beta\mu_i}\frac{\mu_i'}{\mu_i}\right)W_{t+s_i}^u = 0$$

Le premier terme est le coût marginal de l'effort éducatif : un individu en formation n'est pas sur le marché du travail, et ne perçoit donc pas l'espérance d'utilité liée à la recherche d'un emploi. Ce coût est d'autant plus élevé que le risque de décès est important, *i.e.* que l'espérance de vie résiduelle est faible[6]. Le second terme est le bénéfice marginal que l'individu retire d'une « année » de formation supplémentaire. Il s'agit essentiellement de l'impact de cet effort sur la probabilité individuelle d'embauche au travers de l'acquisition de compétences nouvelles. Conformément au lemme 1, plus cette probabilité est élevée, plus l'accès à un revenu est rapide, et plus ce revenu est élevé. On retrouve en outre l'effet de capitalisation de la croissance : le temps ne coûte pas si cher puisque l'économie croît à taux constant pendant que l'on se forme.

Compte tenu de la définition de la probabilité de sortie du chômage, les conditions du premier ordre permettent d'obtenir la fonction implicite (3.1). Une application immédiate du théorème des fonctions implicites est que la durée de formation individuelle décroît avec le taux de préférence pour le présent des travailleurs, le risque de décès, mais augmente avec le taux de croissance du progrès technique. Dans la mesure où le salaire négocié par le travailleur est une fonction croissante de son pouvoir de négociation, l'opportunité de l'effort d'éducation décroît avec β. Finalement, s_i^* décroît avec le taux de sortie du chômage, donc avec θ, le degré de tension du marché du travail et $\bar{F}$, l'effort agrégé de la population active, en raison des externalités de congestion présentes dans la technologie d'appariements.

Ces deux dernières propriétés jettent un nouvel éclairage sur le phénomène récent de banalisation des diplômes dans les pays de l'OCDE, mis en exergue, entre autres, par Phelps et Zoega (1996). La réduction de la demande de travail relativement à l'offre de travail s'y est traduite par une hausse du taux de chômage et un accroissement de la durée des épisodes de chômage. Ces conditions plus dures ont incité les agents à augmenter leur effort de formation, ce qui a induit un allongement de la durée moyenne des études, par ailleurs renforcé par des incitations publiques. Cet effet aurait ensuite donné lieu à une véritable course aux diplômes, le rendement individuel décroissant avec l'effort collectif.

Cette explication est corroborée par les études empiriques distinguant plusieurs niveaux d'éducation. Phelps et Zoega (1996), mais aussi Acemoglu (1998), rappellent ainsi que la hausse du taux de chômage a concerné l'ensemble des niveaux d'éducation. Si l'on interprète le système éducatif comme un jeu dont les protagonistes sont les étudiants, ce jeu exhibe des phénomènes de complémentarité stratégique au sens où la meilleure réponse de chacun croît avec l'externalité commune que constitue le choix agrégé des

[6] Dans le modèle de Blanchard, l'espérance de vie résiduelle se confond avec l'espérance de vie à la naissance, $\frac{1}{\delta}$; cette caractéristique donne son nom au modèle de « jeunesse perpétuelle ».

autres[7]. Dans un article célèbre, Cooper et John (1988) insistent sur cette notion, condition nécessaire à l'apparition d'équilibres multiples. La section suivante s'attache au contraire à décrire les propriétés de statique comparative de l'unique équilibre du modèle.

4 Le bouclage macroéconomique

Dans la mesure où les agents sont identiques, on a $\widehat{s}_i = s$ pour tout individu i. Le lemme suivant détaille les propriétés de cet effort éducatif commun à l'ensemble des agents lorsque le degré de tension du marché du travail θ est fixé.

Lemme 3 *Éducation et probabilité de sortie du chômage*

Si H1-H3 sont vérifiées, et pour tout $P > 0$, tout $\theta > 0$, il existe une unique durée d'éducation $\bar{s} \equiv \bar{s}(\theta; P) > 0$ telle que :

$$\lambda(\bar{s}) = r + \beta m(F(\bar{s}), \theta) \tag{4.1}$$

Cette durée de formation décroît avec le taux d'escompte r, le pouvoir de négociation des agents β et le degré de tension du marché du travail θ.

En dépit de la présence de complémentarité stratégique dans la décision individuelle de formation, il existe un unique équilibre symétrique pour tout $\theta > 0$. La raison simple en est que $\widehat{s}_i$ est une fonction strictement concave de s ($\left.\frac{d^2\widehat{s}_i}{ds^2}\right|_{\bar{F}=F(s)} < 0$) alors que $\widehat{s}_i(0) > 0$, une condition suffisante d'unicité. Les propriétés de l'effort collectif sont similaires à celles de l'effort individuel, de sorte que $\bar{s}$ décroît avec le taux d'escompte effectif des agents, ainsi qu'avec le degré de tension du marché du travail.

A l'équilibre symétrique, le nombre d'étudiants (sa mesure) est défini par $S = \int_0^s \delta e^{-\delta z} dz = 1 - e^{-\delta s}$. La population active $N = e^{-\delta s}$ se confond ainsi avec le taux d'activité. Le nombre de chômeurs à toute date t est $U = e^{-\delta s} \int_{-\infty}^{t} \delta e^{-(\mu+\delta)(t-z)} dz = e^{-\delta s} \frac{\delta}{m+\delta}$, c'est-à-dire le taux d'activité multiplié par le taux de chômage $u = \frac{\delta}{m+\delta}$ de l'économie. Finalement, l'emploi macroéconomique, qui constitue également le taux d'emploi de l'économie, est déterminé par $L = 1 - S - U = e^{-\delta s} \frac{m}{m+\delta}$. L'emploi décroît évidemment avec le taux de chômage, mais également avec la durée moyenne d'éducation par le biais du taux d'activité. Nous discutons plus longuement de cette propriété en fin de section et dans la section suivante. Il reste ainsi à déterminer le degré de tension θ compatible avec l'hypothèse de libre entrée.

[7] Formellement, on a : $\frac{d\left[e^{-(\rho+\delta)s_i} W^u_{t+s_i}(s_i)\right]}{ds} < 0$, de sorte que l'effort éducatif agrégé s est une externalité négative et $\frac{d^2\left[e^{-(\rho+\delta)s_i} W^u_{t+s_i}(s_i)\right]}{ds_i ds} > 0$, ce qui est la définition de la complémentarité stratégique.

Cette hypothèse implique que :

$$(1-\beta)q = \frac{r}{\eta(F(s),\theta)} + \beta\theta \tag{4.2}$$

où $q = \frac{y_0}{\gamma_0}$ est le flux de production par unité de coût de recherche. L'équation (4.2) fournit ainsi une deuxième relation entre le degré de tension et la durée de formation.

Lemme 4 *Demande de travail et formation*

Si H2-H3 sont vérifiées, et pour tout $P > 0$, tout $s > 0$, il existe un unique degré de tension $\bar{\theta} \equiv \bar{\theta}(s; P) > 0$ qui vérifie (4.2). Ce degré de tension croît avec le produit par unité de recherche q et la durée d'éducation s, décroît avec le taux d'escompte r et le pouvoir de négociation des travailleurs β.

Ces résultats sont usuels. Le degré de tension croît avec le flux de production par unité de coût de recherche, diminue avec le « prix du temps » et le pouvoir de négociation des salariés. L'effort éducatif des agents a deux effets sur le degré de tension : d'une part, des agents plus éduqués négocient des salaires plus élevés, d'autre part la probabilité de pourvoir un emploi vacant est plus forte. Le second effet domine toujours le premier, de sorte que θ est une fonction strictement croissante du niveau de formation des agents.

Définition 1 *Un équilibre est un couple (s^*, θ^*) paramétré par P tel que :*

(i) $\lambda(s^*) = r + \beta m\,(F(s^*), \theta^*)$

(ii) $(1-\beta)q\eta\,(F(s^*), \theta^*) = r + \beta m\,((F(s^*), \theta^*)$

La condition (i) correspond à la fonction de réaction des agents vis-à-vis des décisions d'entrée des firmes, résumées par θ. De la même façon, (ii) peut s'interpréter comme la fonction de réaction des firmes vis-à-vis du choix de formation des agents. Un équilibre (de Nash) est un point fixe des fonctions de meilleure réponse mutuelle.

Proposition 1 *Propriétés de l'état stationnaire*

Pour tout $P > 0$, il existe un unique équilibre. Les fonctions $s^*(P)$ et $\theta^*(P)$ sont toutes deux différentiables, avec :

(i) $\frac{ds^*}{dr} < 0$, $\frac{ds^*}{dq} < 0$ *et* $\frac{ds^*}{d\beta} \gtrless 0$ *selon que* $\beta \gtrless 1 - \alpha\,(s^*, \theta^*)$,

(ii) $\frac{d\theta^*}{dr} < 0$, $\frac{d\theta^*}{dq} > 0$ *et* $\frac{d\theta^*}{d\beta} < 0$,

avec $\alpha\,(s^*, \theta^*) = m_2'\,(F(s^*), \theta^*)\,\frac{\theta^*}{m(F(s^*), \theta^*)}$.

L'existence et l'unicité de l'équilibre sont mises en évidence par la figure 1, qui représente les deux fonctions de réaction dans un même plan. Les effets des divers paramètres sont conformes aux résultats obtenus aux lemmes 3 et 4. Une hausse du taux d'actualisation effectif réduit ainsi le degré de tension du marché du travail supporté par les firmes et l'effort éducatif des agents. En particulier, l'effet de capitalisation de la croissance

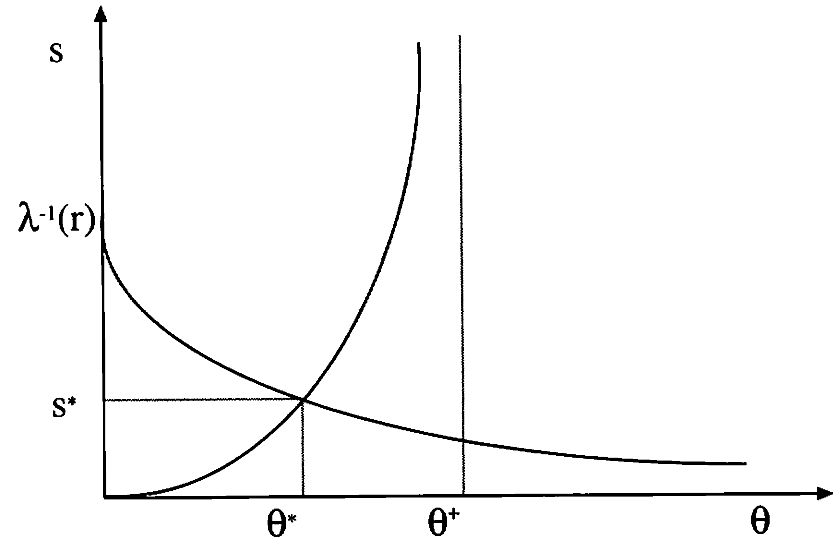

Figure 1 : *unicité de l'équilibre*

énoncé par Pissarides (1990) est ici renforcé par l'allongement consécutif de la durée moyenne des études, qui permet un taux de rencontres plus élevé. Un choc négatif sur la structure productive de l'économie (baisse du ratio $q = \frac{y_0}{\gamma_0}$) décroît le degré de tension compatible avec la condition de libre entrée sur le marché des emplois vacants. Il en résulte une baisse du taux de sortie du chômage, ce qui induit les agents à augmenter leur effort d'éducation. Cet effet est renforcé par la présence de complémentarité stratégique dans la décision de formation individuelle. Au total, le choc de productivité se traduit le plus souvent par une hausse du taux de chômage et un accroissement sensible de la durée des études, phénomène constaté dans la plupart des pays de l'OCDE.

Nous détaillons maintenant les effets des autres paramètres. L'accent est mis sur le pouvoir de négociation β des travailleurs, qui joue un rôle important en matière d'efficacité sociale de l'économie décentralisée (*cf* section suivante). Remarquons d'emblée que β décroît toujours le degré de tension d'équilibre. Ce paramètre a donc deux effets de signe contraire sur l'effort des agents. L'effet direct, conforme au lemme 2, tend à diminuer la durée de formation : le coût d'opportunité de l'éducation augmente à mesure que la part revenant au travailleur du surplus généré par un appariement s'accroît. Par contre, la baisse du taux de sortie du chômage avive la concurrence parmi les étudiants, ce qui tend à augmenter s^*. La proposition 1 montre que l'effet direct domine (est dominé) lorsque $\beta < 1-\alpha^*$ ($\beta > 1-\alpha^*$). Lorsque $\alpha(s,\theta) = \alpha$ pour tout (s,θ), $s^*(\beta,.)$ atteint un minimum en $\beta = 1-\alpha$ (figure 2). L'interprétation en est simple : l'effort de formation optimal est une fonction strictement décroissante du rendement anticipé de la recherche d'un emploi. Ce rendement est maximal lorsque le pouvoir de négociation

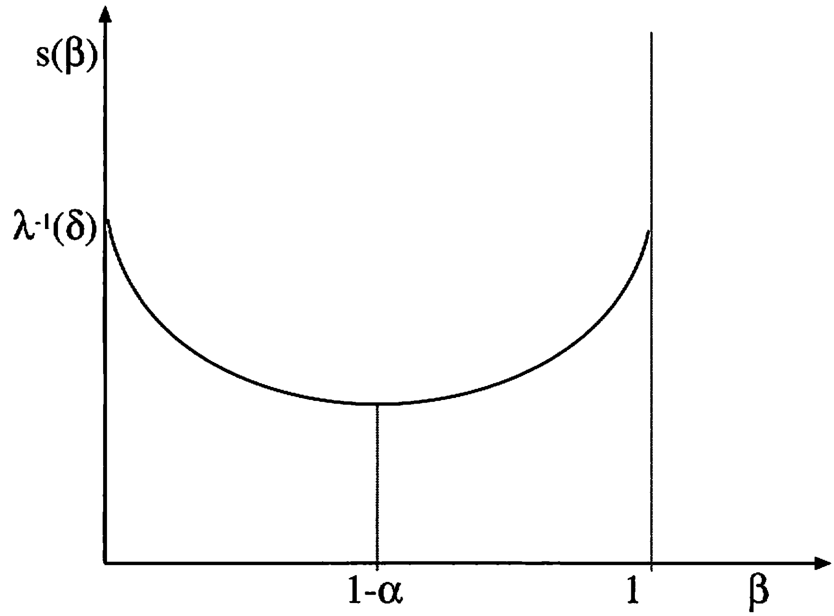

Figure 2 : *éducation et négociation*

internalise les externalités de congestion, c'est-à-dire lorsque $\beta = 1 - \alpha$, en anticipant sur le contenu de la section suivante. Remarquons que ce résultat constitue exactement l'opposé de celui que l'on obtient dans le modèle avec effort de recherche. La raison essentielle tient à la nature irréversible et permanente de l'investissement éducatif. Par ce biais, l'individu contrôle sa rémunération et non uniquement sa probabilité instantanée de sortie du chômage. Les autres composantes de son revenu entrent ainsi en compétition avec la durée de formation plutôt qu'elles ne la motivent, au contraire de ce qui se produit dans le modèle avec effort de recherche.

Il reste à décrire les conséquences de ces chocs sur le chômage et l'emploi dans cette économie. Considérons un paramètre $p \in P \setminus \{\delta\}$. L'impact de ce paramètre sur le taux de chômage s'écrit de la façon suivante :

$$\frac{du}{dp} = -\left[m_1'\left(F(s^*),\theta^*\right)F'(s^*)\frac{ds^*}{dp} + m_2'\left(F(s^*),\theta^*\right)\frac{d\theta^*}{dp}\right]\frac{u^2}{\delta}$$

Lorsque $\frac{ds^*}{dp}$ et $\frac{d\theta^*}{dp}$ ont le même signe, $\frac{du}{dp}$ est du signe opposé. Une hausse du taux d'actualisation effectif r ou une hausse du pouvoir des négociation des travailleurs β lorsque $\beta < 1-\alpha$ se traduisent ainsi par une augmentation du taux de chômage de l'économie. Le résultat est plus incertain pour $p = q$ et $p = \beta$ lorsque $\beta > 1 - \alpha$. En matière d'emploi, le même exercice conduit à l'expression suivante :

$$\frac{dL}{dp} = -e^{-\delta s}\frac{du}{dp} - \delta L\frac{ds^*}{dp}$$

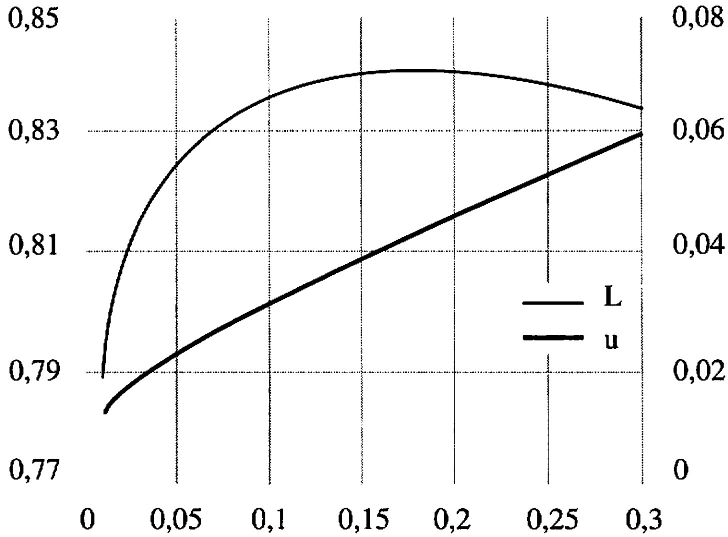

Figure 3

L'impact de tout paramètre p, à l'exception du risque de décès δ, est composé de deux termes. Le premier, évidemment négatif, reflète la variation du taux de chômage pondéré par la mesure de la population active. Le second représente la variation du taux d'activité. Une durée d'éducation plus élevée réduit la taille de la population active, ce qui tend à diminuer l'emploi. Cet effet dépend bien sûr de l'impact du paramètre étudié sur l'effort de formation. Ainsi, comme durée des études et taux de chômage diminuent tous deux à la suite d'un choc de productivité positif, le niveau de l'emploi, le taux d'activité et le produit par tête (ajusté de la productivité) répondent positivement à q. La corrélation négative entre le produit par tête et la durée de formation prend ici une valeur causale – c'est parce que le premier est modifié que la seconde change. Il s'agit d'une forme extrême du biais d'endogénéité signalé dans l'introduction, puisque l'éducation n'a pas d'effet sur la productivité dans ce modèle.

Ces discussions suggèrent que taux d'emploi et taux de chômage structurels de l'économie sont à même de connaître des variations de même signe lorsqu'un paramètre est modifié.

La figure 3 provient d'une simulation numérique effectuée pour des valeurs raisonnables des paramètres[8]. Elle représente le taux de chômage, qui prend valeur sur l'axe vertical de droite, et l'emploi, qui prend valeur sur l'axe vertical de gauche, en fonction de β. Le taux de chômage croît sans ambiguïté avec β, l'effet dissuasif de ce paramètre sur la création d'emplois vacants se conjuguant à la baisse de l'effort éducatif moyen pour de faibles valeurs de β. En dépit de la hausse du taux de chômage, l'emploi

[8] $q = 1.0$ (normalisation), $M(x_1, x_2) = 0.5x_1^{0.5}x_2^{0.5}$; $F(s) = 1 - e^{-0.05s}$; $\delta = 2\%$; $r = 5\%$. Le taux de chômage – sur cette simulation – croît strictement pour des valeurs supérieures à 0.3.

macroéconomique est initialement une fonction croissante de β, la baisse de la durée moyenne d'éducation augmentant fortement le taux d'activité de l'économie.

5 Efficacité et politique économique

De façon à négliger la transition, nous considérons le cas où $g = \rho = 0$ [voir Pissarides (1990) et Hosios (1990)]. Le programme socialement optimal consiste alors à maximiser à toute date la richesse nette des coûts d'appariement :

$$J = \max_{s,\theta} e^{-\delta s} \frac{m(F(s), \theta)q - \theta\delta}{m(F(s), \theta) + \delta}$$

Les conditions du premier ordre s'écrivent[9] :

$$\frac{dJ}{d\theta} = 0 \Leftrightarrow \alpha_p \eta_p q = \delta + (1 - \alpha_p) m_p \tag{5.1}$$

$$\frac{dJ}{ds} = 0 \Leftrightarrow m_1' F' \frac{q + \theta}{m + \delta} = mq - \theta\delta \tag{5.2}$$

La condition (5.1) doit être comparée avec l'équation (ii) de la définition 1, en imposant $r = \delta$. On retrouve le résultat standard : il existe une unique valeur de β qui permette d'internaliser les externalités d'échange lors des négociations, $\beta = 1 - \alpha_p$, l'élasticité de la fonction η par rapport à θ.

La politique éducative optimale résulte d'un arbitrage entre coûts et bénéfices de la durée de formation. Le coût marginal de l'éducation consiste en la baisse du taux d'activité. Cette propriété semble caractéristique des pays de l'OCDE, où la durée des études s'allonge et l'âge de départ à la retraite diminue. Le bénéfice marginal consiste quant à lui en une amélioration de l'efficacité de la recherche des chômeurs, ce qui augmente la fréquence des rencontres entre chômeurs et postes vacants. Il en résulte une augmentation de l'emploi et de la production, ainsi qu'une réduction des coûts d'appariements. L'effort optimal égalise coûts et bénéfices marginaux. En utilisant les relations (5.1) et (5.2), et en remarquant que $m_1' = (1 - \alpha)\frac{m}{F}$, on obtient :

$$\lambda(s_p) = \delta + m(F(s_p), \theta_p) \tag{5.3}$$

La proposition suivante énonce un résultat simple concernant l'efficacité du schéma décentralisé.

---

[9] Dans la mesure où (i) l'objectif est négatif ou nul lorsque s et/ou θ valent 0 et lorsque s et/ou θ tendent vers l'infini, et (ii) $m_2'(., 0) = \infty$, il existe un maximum intérieur satisfaisant les conditions du premier ordre. Celles-ci sont suffisantes lorsque l'élasticité de la fonction d'appariement par rapport au nombre de chômeurs est constante, i.e. $\alpha(s, \theta) = \alpha$.

Proposition 2 *Propriétés de l'optimum de premier rang*

Si H1 et H2 sont vérifiées et pour tout $\beta \in (0,1)$, $q, \delta > 0$, *alors il existe* $\left(\bar{\beta}, \bar{\bar{\beta}}\right)$, $1 - \alpha < \bar{\beta} < \bar{\bar{\beta}} < 1$, *tels que :*

(i) $s^*(\beta, .) > s_p \ \forall \beta \in (0,1)$,

(ii) $\theta^*(\beta, .) \gtreqless \theta_p$ *selon que* $\beta \lesseqgtr \bar{\beta}$, *et*

(iii) $u^*(\beta, .) > u_p$ *lorsque* $\beta > \bar{\bar{\beta}}$.

Il n'existe donc pas de configuration paramétrique permettant un fonctionnement socialement efficace de l'économie décentralisée. L'effort de formation est toujours trop élevé au regard de la durée socialement optimale, tenant compte de l'ensemble des externalités du modèle. Une partie de l'explication repose sur les rendements de l'éducation. Les rendements privés sont linéaires par rapport à $F(s_i)$, alors que les rendements publics sont concaves par rapport à $F(s)$. Cette propriété signifie que pour un même degré de tension du marché du travail, le taux de rencontres de l'économie concurrentielle est plus élevé que celui de l'économie planifiée. Par conséquent, $\theta^* > \theta_p$ tant que β est inférieur à une valeur limite $\bar{\beta}$ supérieure à la valeur qui permet d'internaliser les externalités d'échange $\beta = 1 - \alpha_p$. En $\beta = \bar{\beta}$, les deux degrés de tension sont égaux, mais la durée de formation de l'économie décentralisée est plus élevée, donc le taux de chômage décentralisé est plus bas que le taux de chômage planifié. Dans la mesure où θ^* tend vers 0 lorsque β tend vers 1, il existe une valeur limite $\bar{\bar{\beta}}$ du pouvoir de négociation au-delà de laquelle le taux de chômage concurrentiel est plus élevé que le taux de chômage planifié.

En terme de politique éducative, il semble *a priori* que l'état doive inciter les agents à réduire leur effort de formation. Cette politique doit-elle être modifiée selon que les conditions d'embauche du marché du travail sont plus ou moins favorables aux travailleurs ? Le programme suivant consiste à rechercher un optimum de second rang : le décideur public choisit la durée de formation optimale, en tenant compte des réactions du marché du travail.

$$J' = \max_s e^{-\delta s} \frac{m(F(s), \theta)q - \theta\delta}{m(F(s), \theta) + \delta}$$

sous la contrainte $(1-\beta)q\eta(F(s), \theta) = r + \beta m(F(s), \theta)$. Dans le but de simplifier l'analyse, on suppose que $\alpha(s, \theta) = \alpha$. Les conditions du premier ordre sont à nouveau nécessaires. On obtient après quelques manipulations :

$$\lambda(s_c) = \frac{\beta}{1-\alpha}\delta + \frac{\beta}{1-\alpha} m\left(F(s_c), \theta_c\right) \tag{5.3}$$

Proposition 3 *Propriétés de l'optimum de second rang*

Si H1 et H2 sont vérifiées, et pour tout $\beta \in (0,1)$, $q, \delta > 0$, s_c *est une fonction strictement décroissante de* β. *Il existe* $\left(\underline{\beta}, \underline{\underline{\beta}}\right)$, $0 < \underline{\beta} < \underline{\underline{\beta}} < 1 - \alpha$, *tels que :*

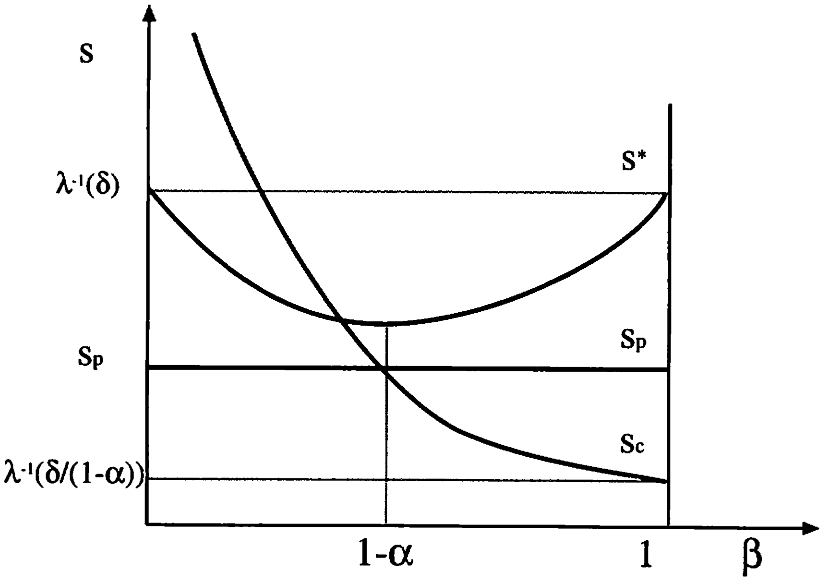

Figure 4

(i) $s_c \gtreqless s_p$ *selon* $\beta \lesseqgtr 1-\alpha$,

(ii) $s_c(\beta) < s^*(\beta)$ *lorsque* $\beta > \underline{\underline{\beta}}$, *et* $s^*(\beta) < s_c(\beta)$ *lorsque* $\beta < \underline{\beta}$.

La proposition 3 souligne deux points essentiels : l'effort de formation optimal de second rang décroît avec le pouvoir de négociation des travailleurs, et cet effort peut être supérieur à la durée d'éducation de l'économie décentralisée. En fait, la preuve de la proposition 3 montre que s_c tend vers l'infini lorsque β tend vers 0, alors que s^* reste fini. La figure 4 représente[10] s_p, s_c et s^* en fonction de β.

Il est utile d'illustrer les conséquences de ce résultat sur le taux de chômage de l'économie. Un β relativement élevé signifie qu'une grande partie du surplus généré par un appariement échoit au travailleur, ce qui décourage l'entrée des firmes sur le marché des postes vacants et augmente le taux de chômage de l'économie. Dans un tel contexte, une hausse de l'effort éducatif conduirait essentiellement à une baisse du taux d'activité préjudiciable pour l'emploi. La durée d'éducation optimale de second rang est ainsi non seulement inférieure à la durée concurrentielle, mais aussi à la durée optimale de premier rang. Par contre, lorsque les travailleurs ont un pouvoir de négociation relativement faible, l'emploi macroéconomique est élevé, mais au prix de coûts d'appariements importants pour la collectivité par le jeu de la condition de libre entrée. Une hausse de la durée moyenne de formation se traduit alors par une amélioration du processus d'appariement, qui permet d'obtenir un flux de rencontres inchangé avec un nombre de postes vacants moins élevé.

[10] La figure 4 suppose que $\underline{\beta} = \underline{\underline{\beta}}$.

6 Conclusion

La littérature consacrée à l'articulation éducation-chômage emprunte usuellement les voies de la théorie traditionnelle du capital humain. Si cette approche s'est révélée féconde dans l'explication de nombreux phénomènes (équilibres multiples, accroissement des inégalités salariales et des inégalités de chômage...), elle se traduit toutefois par des propriétés gênantes au regard des faits stylisés : l'effort de formation individuel croît avec le taux de sortie du chômage et les rendements de l'éducation sont croissants avec le niveau scolaire moyen. Nous proposons ainsi une approche fondée sur la polyvalence des diplômés (et son corollaire, l'adaptation) plutôt que sur leur productivité. Cette approche a le mérite de recouper un certain nombre de faits stylisés, ce qui donne plus de poids aux enseignements que fournit le modèle concernant la politique éducative. En particulier l'idée usuelle selon laquelle les taux de chômage élevés que connaissent nombre de pays européens appellent un effort de formation accru doit être relativisée. Un taux de chômage important incite au contraire les agents à demeurer trop longtemps dans le système éducatif avec pour conséquence une réduction du taux d'activité socialement coûteuse.

Il demeure que la modélisation proposée dans cet article néglige des aspects importants. Il est tout d'abord clair que les hypothèses faites concernant les fonctions du système éducatif font implicitement référence à une formation de contenu général peu professionalisé. Or, coexistent dans de nombreux pays les deux types de formation. Considérer cette dualité des formations en s'inspirant des modélisations de Saint-Paul (1996) ou Wasmer (1999) qui introduisent différentes formes d'hétérogénéité dans les modèles d'appariement enrichirait sans aucun doute l'analyse. Par ailleurs, même si les années de formation n'exercent pas une influence directe sur la productivité individuelle, il est probable que l'élévation du niveau moyen d'éducation dans l'économie affecte la productivité globale et le taux de croissance. On peut en effet envisager que la productivité des emplois soit indépendante du niveau du capital humain détenu par les travailleurs les occupant mais qu'elle soit en revanche affectée par le niveau de capital humain moyen dans l'économie et donc par les choix éducatifs antérieurs. Si, en raison d'une externalité intergénérationnelle, l'efficacité de l'effort éducatif individuel dans la production de capital humain est elle-même une fonction du capital humain moyen, l'effort éducatif affecte le taux de croissance de l'économie. Tenir compte de ces répercussions afin d'en analyser les conséquences en termes de relations croisées entre le chômage et la croissance constitue une voie de recherche pour le futur.

Annexes

A. La technologie d'appariement

Trois hypothèses sous-tendent la technologie agrégée d'appariement (2.1) :

(i) Chaque poste vacant incorpore une technologie unique parmi le continuum de technologies disponibles

(ii) La condition de libre entrée est satisfaite sur chaque micro-marché

(iii) Les technologies maîtrisées par les étudiants sont tirées uniformément sur $[0,1]$

Supposons alors qu'il existe un marché d'appariement spécifique à chaque technologie productive. Le nombre de rencontres sur le marché j vaut :

$$M_j = m\left(U_j, V_j\right)$$

où U_j et V_j représentent les nombres respectifs d'individus et de postes vacants actifs sur le marché j. Le nombre total de rencontres sur l'ensemble des marchés vaut $M = \int_0^1 M_j dj$. Les hypothèses (i) et (ii) et le fait que l'ensembles des technologies productives se ramène à l'intervalle $[0,1]$ impliquent alors que $V_j = V$ pour tout j. L'hypothèse (i) implique quant à elle que le nombre d'individus présents sur le marché j se confond avec la proportion de chômeurs maîtrisant la technologie j. Ainsi, $U_j = \bar{F}U$. Par conséquent, le nombre total de rencontre s'établit à $M = m\left(\bar{F}U, V\right)$, ce qui légitime la technologie (2.1).

Pour un individu donné, la « probabilité » de recevoir une offre émanant du marché j vaut M_j/U_j si il maîtrise la technologie j et 0 sinon. Par conséquent, sa probabilité de trouver un emploi vaut $\mu_i = \int_{F(s_i)} M_j/U_j dj = \frac{F(s_i)}{\bar{F}U} m\left(\bar{F}U, V\right)$. Lorsque la fonction m satisfait à l'hypothèse 2 donnée dans le corps du texte, il vient $\mu_i = \frac{F(s_i)}{\bar{F}} m\left(\bar{F}, \theta\right)$. Enfin, la probabilité qu'un poste vacant sur le marché j soit pourvu vaut simplement $\eta_j = M_j/V_j$. Ainsi, $\eta_j = \eta = m\left(\bar{F}, \theta\right)/\theta$ pour tout j.

B. Preuves

Lemme 1 (i) (ii) et (iii) s'obtiennent directement en manipulant les équations (2.3)-(2.8) et en imposant $\bar{W}_t^e(s_i) = W_t^e(s_i)$. □

Lemme 2 (2.2) et le lemme 1 impliquent que l'effort optimal résoud $\widehat{s}_i = \arg\max_{s_i} e^{-rs_i} \frac{\mu_i}{r+\beta\mu_i}$.

Considérons la fonction $f : \boldsymbol{R}_+ \to \boldsymbol{R}_+$, $f(x) = e^{-rx} \frac{F(x)}{r+\beta\frac{F(x)}{\bar{F}} m\left(\bar{F},\theta\right)}$.

Sa dérivée vaut $f'(x) = \frac{e^{-rx}}{r+\beta\frac{F(x)}{\bar{F}} m\left(\bar{F},\theta\right)} \left\{ -\delta F(x) + \frac{r}{r+\beta\frac{F(x)}{\bar{F}} m\left(\bar{F},\theta\right)} F'(x) \right\}$.

Il suit d'après H1 que f admet un maximum unique lorsque sa dérivée s'annule, ce qui conduit directement à l'expression (3.1). □

Lemme 3 (4.1) s'obtient en imposant $\widehat{s}_i = \bar{s}$ dans (3.1), avec $\bar{F} = F(\bar{s})$. Soit $\Psi_1(s,\theta) = \lambda(s) - r - \beta m(F(s),\theta)$. $\frac{d\Psi_1}{ds} < 0$ d'après H1 et H2 et $\lim_{s\to 0}\Psi_1(s,\theta) = +\infty$, $\lim_{s\to+\infty}\Psi_1(s,\theta) = -\beta m(1,\theta) < 0$. Donc, il existe un unique $\bar{s}$ tel que $\Psi_1(\bar{s},\theta) = 0$, auquel on peut appliquer le théorème des fonctions implicites. Le signe des dérivées partielles s'obtient alors immédiatement. □

Lemme 4 Soit $\Psi_2(s,\theta) = (1-\beta)q\eta(F(s),\theta) - r - \beta m(F(s),\theta)$. Comme $\frac{d\Psi_2}{d\theta} < 0$, alors que $\lim\theta \to 0\Psi_2 = +\infty$ et $\lim_{\theta\to\infty}\Psi_2 = -\infty$, il existe un unique $\bar{\theta}$ qui résoud $\Psi_2\left(s,\bar{\theta}\right) = 0$, auquel on peut appliquer le théorème des fonctions implicites. □

Proposition 1 Soit $\Psi(s,\theta) = \begin{bmatrix}\Psi_1(s,\theta)\\ \Psi_2(s,\theta)\end{bmatrix}$, $\Psi_1(s,\theta) = \lambda(s) - r - \beta m(F(s),\theta)$ et $\Psi_2(s,\theta) = (1-\beta)q\eta(F(s),\theta) - r - \beta m(F(s),\theta)$. Un équilibre résoud $\Psi(s^*,\theta^*) = 0$. D'après le lemme 3, $\forall\theta > 0$, il existe un unique $\bar{s} > 0$ avec $\frac{d\bar{s}}{d\theta} < 0$. Par ailleurs, $\lim_{\theta\to 0}\bar{s} = \lambda^{-1}(r) > 0$ et $\lim_{\theta\to\infty}\bar{s} = 0$. D'après le lemme 4, et $\forall s > 0$, il existe un unique $\bar{\theta}$ avec $\frac{d\bar{\theta}}{ds} < 0$. Par ailleurs, $\lim_{s\to 0}\bar{\theta} = 0 > 0$ et $\lim_{s\to\infty}\bar{\theta} = \theta^+$, avec $\Psi_2(\infty,\theta^+) = 0$. Il existe donc un unique équilibre.

On note $\boldsymbol{D\Psi}^*$ la matrice jacobienne de l'application Ψ évaluée en (s^*,θ^*). Cette matrice s'écrit $\boldsymbol{D\Psi}^* = \begin{bmatrix}\lambda'(s) - \beta m_1' F' & -\beta m_2'\\ (1-\beta)q\eta_1'F' - \beta m_1'F' & (1-\beta)q\eta_2' - \beta m_2'\end{bmatrix}$.

Son déterminant $\det\boldsymbol{D\Psi}^* = \lambda'\left\{(1-\beta)q\eta_2' - \beta m_2'\right\} + \beta(1-\beta)qF'\frac{m_1' m}{\theta^2} > 0$, de sorte que le théorème des fonctions implicites s'applique.

On a donc $\begin{bmatrix}\frac{ds^*}{dp}\\ \frac{d\theta^*}{dp}\end{bmatrix} = -\left[\boldsymbol{D\Psi}^*\right]^{-1}\begin{bmatrix}\frac{\partial\Psi_1}{\partial p}\\ \frac{\partial\Psi_2}{\partial p}\end{bmatrix}$,

où $\left[\boldsymbol{D\Psi}^*\right]^{-1} = \frac{1}{\det\boldsymbol{D\Psi}^*}\begin{bmatrix}(1-\beta)q\eta_2' - \beta m_2' & \beta m_2'\\ \beta m_1'F' - (1-\beta)q\eta_1'F' & \lambda' - \beta m_1'F'\end{bmatrix}$

La seule ambiguïté vient ensuite de $\frac{ds^*}{d\beta}$.

Or, $\frac{ds^*}{d\beta} = \frac{1}{\det\boldsymbol{D\Psi}^*}\left\{(1-\beta)q\eta_2' m + \beta m_2' q\eta\right\} = \frac{A}{\det\boldsymbol{D\Psi}^*}$

$\frac{ds^*}{d\beta}$ est du signe de A. En remarquant que $\eta_2' = \frac{m_2'}{\theta} - \frac{m}{\theta^2}$, il vient $A = q\eta^2(\alpha + \beta - 1)$, où α est l'opposé de l'élasticité de la fonction η par rapport à θ. □

Proposition 2 (i) On sait que s^* est minimale en $\beta = 1 - \alpha$. Dans un tel cas de figure, on a $\lambda(s^*) = \delta + (1-\alpha)m\left(F(s^*),\theta^*\right)$;
$\alpha q\eta\left(F(s^*),\theta^*\right) = \delta + (1-\alpha)m\left(F(s^*),\theta^*\right)$; $\lambda(s_p) = \delta + m\left(F(s_p),\theta_p\right)$; et $\alpha q\eta\left(F(s_p),\theta_p\right) = \delta + (1-\alpha)m\left(F(s_p),\theta_p\right)$. Considérons la fonction $\bar{\theta}$ définie au lemme 4, avec $\beta = 1-\alpha$. Comme cette fonction est strictement croissante en s et que λ est strictement décroissante, on a nécessairement
$s^*(\beta) \geqslant s^*(1-\alpha) > s_p$.

(ii) θ^* est une fonction strictement décroissante de β, avec $\lim_{\beta\to 1} \theta^*(\beta) = 0$. Dans la mesure où $s^*(\beta) > s_p$ $\forall\beta \in (0,1)$, on a
$\bar{\theta}(s^*, 1-\alpha) \equiv \theta^*(1-\alpha) > \bar{\theta}(s_p, 1-\alpha) = \theta_p$. Par conséquent, il existe un unique $\bar{\beta} \in (1-\alpha, 1)$ tel que $\theta^*(\beta) \gtreqless \theta_p$ selon que $\beta \lesseqgtr \bar{\beta}$.

(iii) Pour tout $\theta > 0$, $s > 0$, le taux de chômage de l'économie est défini par $u(s,\theta) = \frac{\delta}{\delta + m(F(s),\theta)}$. u décroît avec s et avec θ. On pose $u^* = u(s^*, \theta^*)$ et $u_p = u(s_p, \theta_p)$. Conformément au résultat précédent, il est clair que $u^* < u_p$ lorsque $\beta < \bar{\beta}$. Comme F est bornée et $\lim_{\beta\to 1} \theta^* = 0$, on a $u(s,\theta) < \lim_{s\to\infty} u(s,\theta) < 1$ pour tout s et tout θ positifs et
$\lim_{\beta\to 1} u^* = 1 > u_p$. Par continuité, il existe un $\bar{\bar{\beta}} \in \left(\bar{\beta}, 1\right)$ tel que $u^* > u_p$ pour tout $\beta > \bar{\bar{\beta}}$. □

Proposition 3 Considérons la fonction $\Phi(s,\theta) = \begin{bmatrix} \Phi_1(s,\theta) \\ \Phi_2(s,\theta) \end{bmatrix}$, où $\Phi_1(s,\theta) = \lambda(s) - \frac{\beta}{1-\alpha}\delta - \frac{\beta}{1-\alpha} m(F(s),\theta)$ et $\Phi_2(s,\theta) = (1-\beta)q\eta(F(s),\theta) - \delta - \beta m(F(s),\theta)$
L'unique équilibre du programme contraint résoud $\Phi(s_c, \theta_c) = 0$. Le déterminant $\det \boldsymbol{D\Phi}_c$ de la matrice jacobienne de Φ évaluée en (s_c, θ_c) est strictement positif. Le théorème des fonctions implicites permet alors d'écrire que :
$\frac{ds_c}{d\beta} = \frac{1}{\det \boldsymbol{D\Phi}_c} \frac{1}{1-\alpha} \left[(1-\beta)q(m+\delta)\eta_2' - \beta m_2'\right] < 0$. Il reste à démontrer les éléments (i), (ii) et (iii) de la proposition.

(i) $s_c(1-\alpha) = s_p$. Comme s_c est une fonction strictement décroissante de β, $s_c \gtreqless s_p$ selon que $\beta \lesseqgtr 1-\alpha$.

(ii) Le lemme 4 énonce que $\bar{\theta}$ est une fonction strictement croissante de s et strictement décroissante de β. Ainsi, $0 < \theta_c(\beta) < \lim_{s\to\infty} \bar{\theta}(\infty, 0) < \infty$. Comme $\lim_{s\to\infty} F(s) = 1$, la fonction $m(F(s),\theta)$ reste bornée lorsque β tend vers 0. Par conséquent, $\lim \beta \to 0 s_c = \infty > \lim_{\beta\to 0} s^* = \lambda^{-1}(\delta)$. Comme s_c est une fonction strictement décroissante de β, comme s^* est une fonction strictement croissante de β sur l'intervalle $(1-\alpha, 1)$ et comme $s_c(1-\alpha) = s_p < s^*(\beta)$ pour tout β, la continuité de s_c et de s^* implique qu'il existe $\left(\underline{\beta}, \underline{\underline{\beta}}\right)$, $0 < \underline{\beta} < \underline{\underline{\beta}} < 1-\alpha$, tels que $s_c > s^*$ lorsque $\beta < \underline{\beta}$ et $s_c < s^*$ lorsque $\beta > \underline{\underline{\beta}}$. □

References

Acemoglu D. T., (1998), "Changes in unemployment and wage inequality : an alternative theory and some evidence", NBER working paper n° 6658.

Arrow K., (1973), "Education as a filter", *Journal of Political Economy*, **87**, pp. 330-350.

Barro R. et X. Salaï-Martin, (1996), *La croissance économique*, Ediscience international et McGraw-Hill Book Co.Europe.

Becker G., (1975), *Human capital*, 2nde édition, Chicago, University of Chicago Press.

Benhabib J. et M. Spiegel, (1994), "The role of human capital in economic development : evidence from aggregate cross-country data", *Journal of Monetary Economics*, **34**, pp. 143-179.

Blanchard O. J., (1985), "Debt, deficits and finite horizons", *Journal of Political Economy*, **93**, n° 2, pp. 223-247.

Caseli F., G. Esquinel et F. Lefort, (1996), "Reopening the convergence debate : a new look cross-country growth empirics", *Journal of Economic Growth*, **1**, pp. 363-389.

Cooper R. et A. John, (1988), "Coordinating coordination failures in keynesian models", *Quarterly Journal of Economics*, **103**, n° 3, pp. 441-463.

Diamond P., (1982), "Aggregate demand management in a search equilibrium", *Journal of Political Economy*, **90**, pp. 881-894.

Gautier P. A., (1998), "Do more high-skilled workers occupy simple jobs during bad times ?", Research memorandum n° 145, Centraal Planbureau, Den Haag.

Goux D. et E. Maurin, (1994), « Education, expérience et salaire : tendances récentes et évolution de long terme », *Economie et Prévisions*, **116**, pp. 155-178.

Granier P. et J. Nyssen, (1996), « Réduction des charges sociales sur les emplois non qualifiés, chômage et croissance », *Annales d'Economie et de Statistique*, **44**, pp. 59-90.

Hosios A. ,(1990), "On the efficiency of matching and related models of search and unemployment", *Review of Economic Studies*, **57**, pp. 279-298.

Islam N., (1995), "Growth empirics : a panel data approach", *Quarterly Journal of Economics*, **110**, 4, pp. 1127-1170.

Laing D., T. Palivos et P. Wang, (1995), "Learning, matching and growth", *Review of Economic Studies*, **62**, pp. 115-129.

Mankiw G., D. Romer et D. Weil, (1992), "A contribution to the empirics of economic growth", *Quarterly Journal of Economics*, **107**, n° 2, pp. 407-437.

Meron M. et C. Minni, (1995), « Des études à l'emploi : plus tard et plus difficilement qu'il y a vingt ans », Enquête emploi.

Mincer J., (1974), *Schooling, experience and earnings*, NBER, New York, Columbia University Press.

van Ours J. C. et G. Ridder, (1995), "Job matching and job competition : are lower educated workers at the back of the job queues", *European Economic Review*, **39**, pp. 1717-1731.

Pissarides C., (1990), *Equilibrium unemployment theory*, Oxford, Basil Blackwell.

Phelps E. S. and G. Zoega, (1996), "The incidence of increased unemployment in the group of seven, 1970-1994", Discussion Paper n° 21, Birbeck College.

Postel-Vinay F., (1997), "Unemployment, education and growth", document de travail MAD.

Psacharopoulos G., (1993), "Returns to investment in education. A global update", World Bank Working Paper series n° 1067, World Bank, Washington, D.C.

Saint-Paul G., (1994), "Unemployment wage rigidity, and the returns to education", *European Economic Review*, **38**, pp. 535-543.

Saint-Paul G., (1996), "Are the unemployed unemployable ?", *European Economic Review*, **40**, pp. 1501-1519.

Spence M., (1973), "Job market signalling", *Quarterly Journal of Economics*, **87**, n° 3, pp. 355-374.

Teulings C. et M. Koopmanschap, (1989), "An econometric model of crowding out of lower education levels", *European Economic Review*, **33**, pp. 1653-1664.

Thurow L., (1972), "Education and economic equality", *Public Interest*, **28**, pp. 66-81.

Wasmer E., (1999), "Competition for jobs in a growing economy and the emergence of dualism", *Economic Journal*, **109**, pp. 349-371.

Weiss A., (1995), "Human capital vs signalling explanations of wages", *Journal of Economic Perspectives*, **9**, n° 4, pp. 133-154.