

Les complémentarités en macroéconomie : éléments théoriques et empiriques

Russel COOPER, John HALTIWANGER*

RÉSUMÉ. – Cet article étudie le rôle des complémentarités macroéconomiques, définies comme une interaction entre individus dans un cadre multi-agents. Ces modèles impliquent que les actions des agents sont positivement corrélées, que les décisions ponctuelles sont synchronisées et que les chocs sont amplifiés et propagés. L'article montre que ces résultats sont en accord avec les données agrégées ainsi qu'avec quelques observations microéconomiques. De plus l'étude de certaines périodes historiques comme la période du National Industrial Recovery Act ou l'analyse des fluctuations saisonnières corroborent ces modèles à complémentarités macroéconomiques.

Evidence on Macroeconomic Complementarities

ABSTRACT. – This paper studies the role of macroeconomic complementarities, defined as interactions between individuals in a multi-agents setting. These models imply that agents' decisions are positively correlated, that decisions are synchronized and that shocks are magnified and propagated. This paper shows that these results can be found in aggregate data or in some microeconomic examples. Moreover, some historical episodes, as the National Industrial Recovery Act period, and the study of seasonal fluctuations are in favour of these models with macroeconomic complementarities.

* R. COOPER : Boston University, NBER; J. HALTIWANGER : University of Maryland, NBER. Nous tenons à remercier Robert Hall, John Shea et les participants du congrès du NBER "Economic Fluctuations Meeting" d'Octobre 1993. Nous remercions également la National Science Foundation pour son soutien financier ainsi que Lucia Foster, Alok Johri et Laura Power pour leur aide. Nous remercions Mark Doms, Tim Dunne et Laura Power pour leurs données ainsi que Marianne Baxter et Robert King pour leurs programmes. Cet article fait partie du programme de recherche du NBER sur les fluctuations économiques. Traduction faite par Jérôme Adda, article original à paraître dans *Review of Economics and Statistics*. Titre original : "Evidence on macroeconomic complementarities".

1 Introduction

La modélisation de différentes formes de complémentarités stratégiques a souvent permis de mieux comprendre la nature des fluctuations macroéconomiques. On parle de complémentarités stratégiques lorsque l'action optimale d'un agent est une fonction croissante des actions des autres ¹. Les complémentarités macroéconomiques étudiées dans cet article sont telles que la réaction optimale d'un individu est une fonction croissante d'une certaine mesure de l'activité agrégée de l'économie, plutôt que des actions des autres agents pris un à un.

La notion de complémentarités est simple : "Si les autres agents travaillent dur, j'ai moi-même intérêt à travailler dur". Cette forme d'interaction entre agents fournit cependant un cadre théorique très riche pour engendrer des phénomènes agrégés, comme la possibilité d'équilibres multiples ainsi que des mécanismes d'amplification et de propagation des chocs exogènes sous-jacents. Les équilibres multiples, qui peuvent émerger de complémentarités stratégiques, ainsi que de l'existence d'interactions positives, fournissent une base théorique au fait que l'économie puisse se trouver piégée dans un équilibre inefficace. C'est le cas lorsque l'équilibre efficace demande une coordination trop grande de la part des agents.

La littérature empirique a présenté des études dont les résultats semblent en accord avec les modèles de complémentarité stratégiques. Des travaux récents ont cherché des preuves empiriques à l'existence de complémentarités dans la production et dans les processus de recherche d'emploi ou de partenaires à l'échange, et ont évalué leurs conséquences macroéconomiques.

L'objet de notre article est de fournir une synthèse de ces développements. Dans une première section, nous présentons certains des principaux résultats théoriques concernant les complémentarités macroéconomiques ainsi que leurs caractérisations empiriques. Dans un deuxième temps, nous évoquons les travaux estimant ce type de modèles.

Pour faciliter cette synthèse, nous commençons par une brève revue des principaux traits caractéristiques d'un modèle avec complémentarités. Nous soulignons trois faits importants : une covariation intersectorielle de la production et l'emploi pour les fréquences correspondant aux cycles conjoncturels, une synchronisation temporelle des choix, une propagation des chocs dans le temps. Dans la deuxième partie de l'article, nous étudierons ces résultats de manière empirique. Nous estimerons directement des fonctions de production à externalité technologique et nous évaluerons l'adéquation des modèles de complémentarités aux fluctuations observées sur données agrégées.

1. Voir COOPER et JOHN [1988] pour une étude des complémentarités stratégiques dans les modèles macroéconomiques.

Cette étude permet deux types de conclusion pour les modèles de complémentarités. Cette catégorie de modèles est capable de reproduire les caractéristiques principales du cycle conjoncturel : covariation entre secteurs, autocorrélation positive et lissage de la consommation par rapport à l'investissement ou à la production. Il est également possible de distinguer les modèles de complémentarités de modèles alternatifs par l'identification de paramètres clefs, par l'étude de périodes précises comme celle du National Industrial Recovery Act (NIRA) et par une analyse spectrale (pour les cycles saisonniers par exemple), ce qui constitue une méthode d'identification des implications de ces modèles. Dans ce cas, les résultats sont en faveur des modèles avec complémentarités.

Il est important de souligner que notre étude ne concerne le rôle des complémentarités dans les fluctuations agrégées que pour des fréquences élevées (saisonniers ou cycle conjoncturel). Les complémentarités sont potentiellement importantes aux basses fréquences pour rendre compte des taux de croissance entre pays, entre régions ou dans le temps. L'identification et la caractérisation pour ces fréquences est un domaine en expansion mais qui dépasse le cadre de notre article.²

2 Résultats théoriques

2.1. Modèles avec complémentarités

COOPER et JOHN [1988] fournissent un cadre pour analyser les interactions statiques où les complémentarités stratégiques jouent un rôle important. VIVES [1990] et MILGROM et ROBERTS [1990] analysent ces phénomènes dans un cadre plus général, en termes de théorie des jeux. Enfin, comme il en sera discuté plus loin, un certain nombre d'articles dépassent le cadre statique pour explorer les implications dynamiques des complémentarités. Nous présentons ici un modèle dynamique relativement abstrait ainsi que des exemples explicites pour souligner les propositions théoriques clefs. Pour introduire les notions de base, supposons que le gain de la période t d'un agent dépende de son effort (e_t^i), du niveau agrégé de l'activité de la période précédente (E_{t-1}) et du niveau agrégé d'effort de la période t (E_t). Supposons que le gain de la période t soit une fonction continuellement

2. De manière générale, les complémentarités opérant aux hautes et basses fréquences sont clairement liées. Cependant le lien précis est loin d'être évident. Par exemple, des rendements d'échelle exogènes pour la spécialisation sont souvent cités dans des modèles de croissance ou de développement. Des changements du degré de spécialisation sont cependant peu probables sur des périodes correspondant au cycle conjoncturel. La compréhension des liens entre complémentarités aux basses et hautes fréquences est un sujet encore ouvert.

différentiable $\sigma(e_t^i, E_t, E_{t-1}, \theta_t)$ où θ_t représente un choc économique à la période t ³. A chaque période, l'agent maximise son gain courant, conditionnellement au niveau d'activité de la période précédente, au choc à la date t et au niveau d'effort fourni par les autres agents au cours de cette période.

Nous faisons l'hypothèse que les agents sont "petits", c'est-à-dire qu'ils ne perçoivent pas l'influence de leurs propres actions sur l'état agrégé de l'économie, à la date courante ainsi qu'aux dates futures. Ainsi, ce modèle est un modèle d'interaction entre individus et variables agrégées.

Puisque les agents individuels ne peuvent contrôler aucune des variables d'état, nous avons à faire à un problème d'optimisation statique. Etant donné l'état du système (E_{t-1}, θ_{t-1}) , il existera un équilibre de Nash symétrique où le choix d'un agent est donné par $\zeta(E_{t-1}, \theta_{t-1})$ ⁴.

Supposons que $\sigma_{11}(e_t^i, E_t, E_{t-1}, \theta_t) > 0$, $\sigma_{12}(e_t^i, E_t, E_{t-1}, \theta_t) > 0$, et $\sigma_{13}(e_t^i, E_t, E_{t-1}, \theta_t) > 0$ sur tout le domaine de variation de ces fonctions. Ces restrictions impliquent qu'il existe des complémentarités tant statiques que dynamiques. Ainsi, le choix optimal d'un agent est une fonction croissante du niveau agrégé de l'effort à toutes les dates passées et présente. Sans perte de généralité, nous pouvons faire de plus l'hypothèse que $\sigma_{14}(e_t^i, E_t, E_{t-1}, \theta_t) > 0$, ce qui garantit qu'une hausse de θ_t conduit l'agent à fournir plus d'effort à la période t . La présence de complémentarités a deux implications pour ce modèle agrégé. Il peut exister tout d'abord des équilibres multiples indexés par le niveau d'activité. Considérons un cadre statique où il n'y a que des complémentarités à la date courante. Comme il en est discuté dans COOPER et JOHN [1988], ce cadre permet la prise en compte d'externalité de production, d'externalité dans les processus de recherche d'emploi ou de partenaires à l'échange ainsi que la présence de concurrence imparfaite. Dans ce cas, l'existence de complémentarités à la date courante peut introduire des équilibres multiples symétriques de Nash. Sous l'hypothèse supplémentaire d'interactions positives, $\sigma_2(e_t^i, E_t, E_{t-1}, \theta_t) > 0$, ces équilibres sont Pareto ordonnés et inefficients. La présence d'effets retardés modifie l'analyse de l'équilibre de deux manières. Dans certains cas, on passe d'une multiplicité d'équilibre dans le jeu statique à une multiplicité d'états stationnaires d'équilibre. La dynamique au voisinage de ces équilibres peut être complexe, avec la possibilité d'équilibres à taches solaires, présentés, entre autres, dans CHATTERJEE, COOPER et RAVIKUMMAR [1993] et BENHABIB et FARMER [1992]. De plus, l'ensemble des équilibres du sous-jeu (i.e. le jeu au cours d'une période, étant donné l'état du système) peut varier avec E_{t-1} . L'économie peut alors se déplacer entre régions à équilibre unique et à équilibres multiples pour les sous-jeux.

De plus, ces complémentarités modifient les propriétés de l'économie d'un point de vue de statique comparative. Comme l'ont présenté COOPER et JOHN [1988], l'existence de complémentarités contemporaines entraîne

3. Nous ne considérons pas ici la présence de chocs idiosyncratiques.

4. La démonstration de l'existence de l'équilibre, étant données les valeurs courantes des variables d'états, est semblable à celle présentées dans COOPER et JOHN [1988] et ne sera pas donnée ici.

des effets multiplicateurs. Les chocs à la période t augmentent l'activité et entraînent une hausse de la variable d'état à la période suivante. La présence de complémentarités intertemporelles implique que ces accroissements de l'activité seront propagés au court du temps.

Il existe de nombreux exemples dans la littérature sur les complémentarités et le but de cet article n'est pas d'en fournir une liste exhaustive. De nombreux modèles introduisent une forme d'externalité dans le processus de production (cf BRYANT [1983], WEIL [1989], DURLAUF [1991]).

Une hausse du niveau d'activité des autres agents entraîne alors une productivité plus grande de l'agent représentatif. Dans les modèles de "search" et de "matching" (DIAMOND [1982], HOWITT [1985] et HOWITT et Mc AFEE [1988]), il existe d'importantes externalités de marché. En période de forte activité, il est plus facile (et moins cher) de trouver un partenaire à l'échange. Ainsi, des coûts de transactions réduits entraînent un niveau d'activité plus grand. Enfin, il apparaît des complémentarités dans des modèles de concurrence imparfaite multi-sectoriels (HART [1982], WEITZMAN [1982], HELLER [1986], KIYOTAKI [1988]). Dans ce cas, des équilibres multiples de Nash peuvent apparaître à cause des variations de l'élasticité de la demande : pour un faible (haut) niveau d'activité la fonction de demande adressée à une industrie est relativement inélastique (élastique). On obtient le même phénomène s'il y a des non-convexités pour la technologie.

Dans cet article, notre objectif est de fournir une synthèse des différentes contributions empiriques en soulignant leurs implications. Alors que les résultats théoriques que nous évaluons peuvent être trouvés dans de nombreux articles traitant de complémentarités, nous avons souvent jugé nécessaire de donner un exemple spécifique pour illustrer les points cruciaux. Pour ce faire, nous considérons une économie spécifique, nous inspirant de BRYANT [1983], dans laquelle les complémentarités sont présentes via la fonction de production. Nous utiliserons largement cet exemple, sous le nom de "modèle à externalité de production", car il a été fréquemment étudié ⁵.

Supposons que la production à la date t de l'agent i soit donnée par

$$(1) \quad y_t^i = \theta_t^i (e_t^i)^\alpha Y_t^\epsilon Y_{t-1}^\gamma$$

où α mesure les rendements d'échelle pour un agent, ϵ est l'interaction technologique instantanée et γ mesure les complémentarités dynamiques. Les interactions technologiques sont modélisées ici par la dépendance de la productivité individuelle par rapport au niveau moyen de la production de la période courante (Y_t) et de la période précédente (Y_{t-1}) ⁶. Le choc technologique pour l'individu i est donné par θ_t^i , qui contient une composante

5. En fait, une interprétation élargie de cette définition s'applique également aux modèles de concurrence monopolistique dans lesquels la fonction de demande dépend du niveau agrégé de l'activité (BLANCHARD et KIYOTAKI [1988]) et aux modèles dont les coûts de transaction dépendent du niveau agrégé de l'activité (HOWITT [1985]).

6. Contrairement à l'exemple présenté ci-dessus, les complémentarités proviennent ici de la production et non du niveau de l'emploi (ou de l'effort).

agrégée ainsi qu'une partie idiosyncratique. Pour boucler le modèle, on se donne des préférences des agents qui dépendent de la consommation et de l'effort, par exemple $y_t^i - (e_t^i)^2/2$, la consommation et la production étant égales.

Etant donnés (Y_{t-1}, θ_t) , l'état de la technologie à la date t et le niveau de production à la période précédente, l'effort de chaque agent est déterminé par un équilibre de Nash. On peut remarquer qu'il n'y a pas, dans cette économie, de stock de capital qui soit contrôlé par un agent individuel. L'optimisation est donc purement statique. L'évolution du système est donnée par la dynamique endogène induite par la dépendance des résultats de la période t par rapport au niveau passé de l'activité ainsi que par l'autocorrélation du choc technologique. Nous reviendrons plus tard sur les propriétés particulières de cette économie.

L'intérêt particulier de cet article est de permettre de mieux comprendre les implications empiriques des modèles avec complémentarités. Du point de vue des fluctuations agrégées, comment ces modèles expliquent-ils les grandes régularités empiriques, et comment permettent-ils un nouveau regard sur les anomalies des autres modèles ? Pour élucider ces différents points, nous introduisons dans cette section plusieurs résultats importants qui dérivent des modèles de complémentarités stratégiques, puis nous présentons les résultats empiriques en leur faveur.

2.2. Covariations positives

La première proposition caractérise la nature des réponses individuelles aux perturbations individuelles ou agrégées. La proposition met en évidence le fait que les choix des agents sont corrélés. A un niveau macroéconomique, lorsque les variables de choix sont la production ou l'emploi, la proposition indique que les modèles avec complémentarités induisent une corrélation positive entre agents pour ces variables.

PROPOSITION 1 – Covariation positive :

En présence de complémentarités stratégiques, les choix des agents sont corrélés entre eux.

COOPER et JOHN [1988] étudient les propriétés de statique comparative d'un modèle à deux agents avec complémentarités stratégiques. Dans ce cadre, les chocs induisent une corrélation positive entre les niveaux d'activité des agents. Les propriétés de statique comparative montrent une amplification de la perturbation initiale due aux complémentarités. De plus, du fait des complémentarités, un choc au niveau d'un agent entraîne une hausse de son activité et, de ce fait, une hausse de celle des autres. Dans ce sens, des chocs purement sectoriels conduisent également à une corrélation positive.

Supposons que dans le modèle à externalité de production, il n'y ait pas de lien intertemporel ($\gamma = 0$) et que les rendements d'échelle soit constants ($\alpha = 1$). Dans ce cas, la forme réduite de l'offre d'effort est donnée par :

$$(2) \quad e_t^i = \theta_t^i Y_t^c$$

L'individu est alors sensible à la fois au choc technologique individuel et à la hausse de la productivité induite par la variation de la production agrégée, Y_t . Ce dernier effet résulte bien sûr des interactions de la production à la date t . Les variations de l'emploi et de la production d'une économie devraient refléter à la fois cette complémentarité et le fait que les variations technologiques proviennent d'une même source.

Les chocs sectoriels spécifiques, de par leur influence sur la production agrégée, conduisent à une hausse de l'activité de production dans les autres secteurs. A cause de cette externalité de production "contemporaine", les autres secteurs de l'économie sont influencés et il se crée une corrélation positive dans les mouvements de l'emploi et de la production.

Une formulation plus dynamique de ce point est traité par COOPER et HALTIWANGER [1990], qui considèrent une économie à deux secteurs et à deux périodes. Un des deux biens peut être stocké, permettant ainsi une véritable dimension intertemporelle. Les chocs affectant un secteur lors de la première période impliquent des covariations positives entre secteurs pour l'emploi et l'activité. Ces covariations positives ne viennent pas d'interactions technologiques, mais dérivent du fait qu'une partie du revenu de l'agent dans un secteur est dépensé dans l'autre secteur. Avec les stocks, les chocs seront propagés dans le temps et la corrélation positive sera également observée lors de la seconde période.

Les interactions de demande, utilisées par COOPER et HALTIWANGER [1990] et dans d'autres modèles de concurrence imparfaite, mettent l'accent sur les liens introduits par la demande finale. D'une autre façon, comme dans LONG et PLOSSER [1983]), les demandes de facteurs à travers le processus de production peuvent aussi générer des corrélations positives entre secteurs. Dans la partie empirique de cet article, nous étudierons plus précisément ces corrélations pour les fréquences correspondant au cycle conjoncturel ou saisonnier. Nos résultats montrent à quel point, la production par secteur, l'emploi et les prix sont positivement corrélés pour ces deux fréquences. Ce résultat est en accord avec un modèle où les complémentarités stratégiques interagissent avec les chocs sectoriels, mais également avec un modèle où il y a des chocs communs. Nous essaierons donc de distinguer les chocs communs des chocs sectoriels dans l'étude empirique, en isolant les fréquences pour lesquelles l'existence de chocs technologiques communs est la moins probable.

2.3. Synchronisation des choix ponctuels

Certains modèles de complémentarités utilisent l'existence de choix discrets pour générer des équilibres multiples⁷. L'intuition de ce fait peut être trouvée dans le modèle de DIAMOND [1982] où les agents peuvent choisir ou non d'entreprendre une production coûteuse. Dans d'autres modèles, les agents peuvent décider de lancer une production, d'introduire une nouvelle innovation, de changer un prix, d'instaurer le travail de nuit...

7. CHATTERJEE et COOPER [1988] fournissent un modèle théorique d'externalité de participation qui souligne l'importance de la synchronisation des choix comme source de multiplicité d'équilibres.

Le fait que l'espace des choix soit discret fournit un moyen commode pour créer des discontinuités dans les courbes de réaction qui peuvent ainsi se couper en plusieurs points. Des travaux en cours, comme ceux de CABALLERO et ENGLE [1993], ont montré la richesse des effets au niveau agrégé, des modèles à choix microéconomiques discrets. Ces applications incluent la fixation des prix, la création ou la destruction d'emplois et l'achat de biens durables⁸. Il est important de savoir si la dynamique microéconomique engendrée par les choix discrets ne disparaît pas lors de l'étape d'agrégation. En effet, on utilise, en équilibre général, le lissage par agrégation pour obtenir un équilibre pour une économie non convexe. Alors que les chocs idiosyncratiques permettent de créer une dynamique quelque peu aléatoire des décisions ponctuelles, les fluctuations agrégées sont habituellement associées à de grands mouvements des variables microéconomiques discrètes, un exemple majeur étant l'achat de biens durables par les firmes et les consommateurs. La proposition suivante donne le lien entre la présence de complémentarités stratégiques et le désir des agents de synchroniser des décisions discrètes.

PROPOSITION 2 – Synchronisation :

En présence de complémentarités stratégiques les agents sont incités à synchroniser leurs choix discrets.

HALL [1991a] utilise le terme “temporal agglomeration”⁹ pour désigner une propriété importante des modèles de complémentarité stratégiques, à savoir que les agents sont incités à agir en même temps. Cette synchronisation des décisions implique que les fluctuations macroéconomiques peuvent résulter des fluctuations microéconomiques, elles-mêmes induites par des non-linéarités microéconomiques. Ainsi les non-convexités microéconomiques peuvent générer des fluctuations agrégées.

Pour illustrer la proposition 2 et pour mieux comprendre les incitations à coordonner les dates des choix, considérons un exemple très simple, présenté par COOPER et HALTIWANGER [1992]. Considérons, donc, un jeu non coopératif répété un nombre infini de fois, à deux joueurs indicés par $i = 1, 2$. Le satisfaction du joueur 1 est exprimé par $\pi^1(y(t), z(t))$ où $y(t)$ (respectivement $z(t)$) est l'allocation dont bénéficie le joueur 1 à la période t (respectivement le joueur 2). On définit de même les préférences du joueur 2. Supposons que le processus suivi par les allocations fluctue entre un niveau élevé H à une période et un niveau faible B à la période suivante. On suppose que les agents ont un taux d'escompte pour le futur β positif, et que les biens ne sont pas durables. Les agents jouent un jeu de synchronisation dans lequel ils choisissent de recevoir leurs allocations élevées dans les périodes paires ou impaires. Leur espace de stratégies est

8. Voir entre autre, CABALLERO et ENGLE [1991] et les références mentionnées pour des exemples de comportement de prix. DAVIS et HALTIWANGER [1992] et HAMERMESH [1989] soulignent l'importance des ajustements à dates discrètes pour l'emploi, CABALLERO [1993] et EBERLY [1992] étudient l'ajustement de la consommation de biens durables et COOPER et HALTIWANGER [1993a] se concentrent sur des projets d'investissements à dates discrètes.

9. *Note du Traducteur* : que nous avons traduit par “synchronisation”.

donc P, I. Par exemple, si les deux agents choisissent P, ils recevront tous les deux l'allocation élevée H lors des périodes paires. C'est un moyen simple pour modéliser les décisions de synchronisation. Les choix sont faits simultanément et avant la première période. Pour maintenir la symétrie, après que les choix P ou I aient été faits, la première période est déclarée paire ou impaire de façon équiprobable. Si l'équilibre de Nash est tel que les joueurs reçoivent leur allocation élevée dans la même période, l'équilibre est dit *synchronisé*. Dans le cas opposé, l'équilibre est dit *séquentiel*. COOPER et HALTIWANGER [1992] montrent que si $\pi_{12} > 0$, alors les agents sont incités à synchroniser leurs dates d'allocation élevée H. L'intuition de ce résultat est simple. Les complémentarités stratégiques ($\pi_{12} > 0$) impliquent que chaque agent préfère recevoir une allocation élevée en même temps que l'autre, car sa satisfaction marginale est une fonction croissante de l'allocation de l'autre agent.

SHLEIFER [1986] donne un exemple du type de comportement cyclique que génère un modèle où les complémentarités stratégiques conduisent à des phénomènes de synchronisation. Il considère un monde dans lequel une partie des producteurs est dotée d'innovations technologiques à chaque période. Ces producteurs ont le choix de la date d'utilisation de ces innovations. Le gain lié à leur mise en oeuvre provient de l'avantage qu'elles donnent par rapport aux firmes rivales, alors que le coût vient du fait qu'à la période suivante, les firmes rivales peuvent copier sans coût l'innovation. Les firmes sont ainsi incitées à introduire l'innovation lorsque la demande et donc les profits sont plus grands. Dans un modèle d'équilibre général sans capital, Shleifer montre que la demande dépend des profits agrégés qui créent des complémentarités stratégiques entre secteurs. Les firmes ont donc une incitation à regrouper l'introduction de nouveaux produits, créant des cycles endogènes pour l'équipement.

La proposition 2 souligne les implications des complémentarités stratégiques pour la synchronisation d'activités discontinues. Une seconde force favorisant la synchronisation, (cf BERTOLA-CABALLERO [1990]) est de supposer que les individus réagissent aux variables aléatoires qui influencent leurs choix discontinus et que l'incertitude agrégée entraîne la synchronisation. Evidemment, l'existence de chocs communs entraînera la synchronisation, même en absence d'interactions stratégiques.

La force principale qui contrecarre la synchronisation est l'existence de chocs qui augmentent le gain à agir séparément des autres agents. Dans la partie empirique, nous chercherons à mettre en évidence ces synchronisations. Nous fournirons des exemples pour lesquels la synchronisation est plus susceptible de provenir de complémentarités que d'un choc agrégé. Bien que nous insistions sur le fait que les phénomènes de synchronisation expliquent une partie des données, il faut reconnaître que les chocs idiosyncratiques sont importants, étant donnée l'hétérogénéité observée dans les dates de prises de décisions discrètes.

2.4. Amplification et propagation des chocs

Cette dernière proposition résulte d'une extension dynamique explicite du modèle de Cooper et John. Dans ce cas, l'existence d'équilibres

multiples statiques peut impliquer une multiplicité d'états stationnaires et les complémentarités peuvent générer une persistance endogène. En outre, la présence de complémentarités peut amplifier les chocs.

PROPOSITION 3 – Amplification et propagation des chocs :

En présence de complémentarités, les chocs agrégés sont amplifiés et propagés.

Pour examiner explicitement cette proposition, reprenons l'exemple du modèle à externalité de production et éliminons les chocs idiosyncratiques. En résolvant alors l'équilibre symétrique de Nash pour le niveau d'effort, (Y_{t-1}, θ_t) étant donnés, on a :

$$(3) \quad \ln e_t = \frac{1}{2 - \alpha} [\ln \alpha + \epsilon \ln Y_t + \gamma \ln Y_{t-1} + \ln \theta_t]$$

soit en terme de production d'équilibre,

$$(4) \quad \ln Y_t = \frac{1}{2 - \alpha - 2\epsilon} [\alpha \ln \alpha + 2\gamma \ln Y_{t-1} + 2 \ln \theta_t].$$

L'équation (4) indique que le degré de persistance de l'emploi créé par le modèle de manière endogène dépend directement de l'effet intertemporel γ . De plus, l'amplification du choc technologique conditionnellement à Y_{t-1} dépend de ϵ , le degré de complémentarité instantanée, à travers le terme $2/(2 - \alpha - 2\epsilon)$. Un choc économique influence directement la production à travers la fonction de production et indirectement par les effets d'externalités.

BAXTER et KING [1991] présentent une variante du modèle à effets de report technologiques dynamiques dans un cadre stochastique avec accumulation de capital. Cependant, ils ne considèrent pas d'interactions retardées entre agents et imposent donc $\gamma = 0$. Ils soulignent le rôle des complémentarités dans l'amplification des chocs y compris des chocs sur les préférences qui modélisent les variations de la demande. L'effet amplificateur se lit dans le paramètre associé au choc dans l'équation de production. Ainsi, de façon évidente, une hausse des complémentarités instantanées (ϵ), amplifie les chocs.

En revanche, DURLAUF [1991] analyse un modèle de complémentarités locales pour lequel il y a apprentissage ("learning by doing"). Ce modèle incorpore des complémentarités retardées, mais, contrairement à BAXTER et KING [1991] il exclut les interactions instantanées. Le point le plus important dans le modèle de Durlauf est l'hypothèse de complémentarités locales : la productivité des agents à une date, dans un secteur, dépend du niveau des activités passées des secteurs voisins et non de tous les secteurs. Ainsi, une hausse de la productivité dans un secteur peut se propager dans toute l'économie. En fait, comme le souligne DURLAUF [1991], les complémentarités locales créent un environnement bien plus riche pour les interactions entre secteurs.

Il existe d'autres modèles qui génèrent une amplification et une propagation des chocs et pour lesquels les complémentarités sectorielles et temporelles ne sont pas les conséquences d'externalités de production

mais d'un lien entre agents par la demande finale de biens ou par la demande de biens intermédiaires.

Comme nous l'avons vu dans COOPER et HALTIWANGER [1990], le modèle à deux périodes crée, à partir de chocs sectoriels spécifiques, des effets agrégés persistants. Ce qui fait le lien entre les agents dans cette économie, c'est que les agents d'un secteur consomment des biens des autres secteurs, comme dans le modèle multisectoriel de concurrence imparfaite de HART [1982]. L'importance de ce fait dépend, bien sûr, de la sensibilité de la consommation courante aux variations du revenu courant.

De manière alternative, LONG et PLOSSER [1983] utilisent le lien introduit par la demande de facteurs pour assurer la propagation des chocs. Dans ce type d'économie, il n'y a pas d'interactions stratégiques, et la dynamique du système ne provient que de la structure *input/output* de l'économie.

3 Résultats empiriques

Le but de cette partie est de fournir une évaluation empirique des principales hypothèses des modèles de complémentarités stratégiques. Nous nous appuyons sur trois catégories d'articles. Certaines études estiment les paramètres structurels qui caractérisent les complémentarités stratégiques. D'autres illustrent les implications des complémentarités en terme de covariation, de propagation ou de synchronisation. Enfin, certains articles comparent de manière quantitative les résultats de modèles de complémentarités avec ceux de modèles théoriques concurrents et avec les moments empiriques calculés sur données américaines.

Cette section est organisée selon les trois propositions de la section précédente et s'appuie sur les résultats empiriques obtenus par les différentes approches.

3.1. Corrélation positive

L'activité en niveau de chaque secteur (mesurée par la production ou l'emploi) tend à varier dans le même sens, et ceci constitue un fait bien connu du comportement des fluctuations agrégées. Comme nous l'avons déjà vu, cette corrélation peut provenir soit de chocs agrégés, soit de complémentarités stratégiques en présence de chocs sectoriels ou de cycles endogènes. Pour déterminer le rôle des complémentarités dans la covariation positive observée, nous devons trouver un moyen de séparer les effets des chocs agrégés de ceux des complémentarités.

3.1.1. Résultats élémentaires

COOPER et HALTIWANGER [1990] présentent des résultats empiriques de covariations positives pour l'emploi et LONG et PLOSSER [1987] pour la production.¹⁰ COOPER et HALTIWANGER montrent que la covariation est significative et positive pour des données désaisonnalisées sur l'emploi provenant du premier niveau de classification de l'industrie. Ce fait ne semble pas provenir de chocs agrégés, mais bien plus de chocs sectoriels spécifiques propagés à travers l'économie. LONG et PLOSSER [1987] arrivent à la même conclusion en utilisant des données sur la production plutôt que l'emploi, désagrégées par catégorie de biens industriels. Les tableaux 1 à 3 résument et étendent ces résultats pour des catégories de biens similaires à ceux de Long et Plosser. Pour chacune des trois variables (production, emploi et prix), nous reportons trois types de corrélations de leurs taux de croissance¹¹. Dans le tableau 1, la première colonne ND (Non Désaisonné) donne la corrélation moyenne des productions de chaque secteur. La deuxième colonne (D) donne la corrélation moyenne sur données désaisonnalisées, ce qui correspond aux fréquences du cycle conjoncturel. La troisième colonne indique la corrélation moyenne entre les composantes saisonnières de chaque série. Il en est de même pour les autres tableaux, présentant les résultats pour l'emploi et les prix. Une analyse de ces résultats montre qu'il y a une corrélation positive importante pour les variables sur données brutes. La décomposition en tendance saisonnière et non saisonnière montre que la corrélation est surtout importante pour les fréquences saisonnières. Ces résultats sont conformes aux prédictions des modèles de complémentarités stratégiques, mais pas aux prédictions des modèles de cycles réels à chocs spécifiques. En effet, on devrait avoir dans ce dernier cas une corrélation négative pour l'emploi lorsque celui-ci est suffisamment mobile pour migrer des secteurs à faible productivité vers les secteurs à forte productivité. Quoiqu'il en soit, les résultats sont en accord avec un modèle à choc agrégé (réel ou nominal) qui génère une corrélation positive. Etant donné que cette corrélation positive peut être générée à la fois par des complémentarités ou par des chocs agrégés, il est nécessaire de proposer des tests supplémentaires pour distinguer ces deux causes. Nous considérerons différentes méthodes basées sur la représentation en moyenne mobile :

$$(5) \quad Y_t = A(L)\eta_t$$

où Y_t est le vecteur des taux de croissance sectoriels (production, emploi et prix) et η_t est un vecteur d'innovations des chocs sectoriels spécifiques et des chocs agrégés¹². L'estimation du processus VAR suivi par Y_t ne suffit pas pour identifier $A(L)$ et le vecteur d'innovation η_t , puisque ce qui est

10. Voir également HALL [1991b] et MURPHY, SLEIFER et VISHNY [1989] pour des confirmations supplémentaires concernant les covariations.

11. Nous étudions les corrélations des taux de croissance afin de travailler sur des séries stationnaires.

12. Les coefficients de $A(L)$ résument à la fois l'autocorrélation des perturbations et les effets de propagation dynamique.

effectivement estimé est la forme MA suivante :

$$(6) \quad \begin{aligned} Y_t &= D(L)\epsilon_t \\ D(0) &= I \end{aligned}$$

où ϵ_t est un vecteur d'innovations sous forme réduite (c'est-à-dire les résidus de l'estimation du VAR). De ce système d'équations, on déduit $\epsilon_t = A(0)\eta_t$ et $A(L) = D(L)A(0)$. Si l'on connaît $A(0)$, on peut donc identifier tous les paramètres de la forme moyenne mobile. Ceci montre la difficulté de distinguer les chocs communs des complémentarités contemporaines. En effet, si les termes hors-diagonale de la matrice de variance-covariance de ϵ_t sont grands, cela peut provenir des termes hors-diagonale, soit de la matrice de variance-covariance de η_t , soit de $A(0)$. L'estimation d'un VAR à six retards a été faite pour les taux de croissance de la production, de l'emploi et des prix. Les tableaux 1 à 3 reportent dans les quatrième et cinquième colonnes la corrélation instantanée des résidus. La comparaison de ces colonnes avec les deux premières permet de mesurer la contribution spécifique des chocs agrégés contemporains et des mécanismes de propagation des chocs sectoriels à la covariation des variables. Pour les tableaux 1 à 3, ces covariations sont généralement moins marquées pour les résidus que pour les séries brutes. Ceci est particulièrement vrai pour l'emploi et les prix, moins pour la production. En outre, la corrélation est plus grande pour les données brutes que pour les données désaisonnalisées. Ces résultats montrent qu'une partie importante de la corrélation provient des effets instantanés des innovations (plutôt que d'une propagation des innovations passées). C'est pourquoi, il est intéressant de décomposer les variations des innovations pour déterminer les sources des corrélations. On peut faire de nombreuses hypothèses d'identification, c'est-à-dire, dans ce cadre, sur la structure de $A(0)$. On peut tout d'abord supposer :

$$(7) \quad \epsilon_{it} = A\eta_{at} + \eta_{it}$$

où ϵ_{it} est l'innovation de la forme réduite pour le secteur i en période t , η_{at} est une innovation agrégée et η_{it} est une innovation spécifique au secteur i à la date t . Dans ce cas, nous supposons que seules les innovations agrégées et les innovations spécifiques au secteur ont un effet instantané sur ce secteur. Cela revient à dire que les coefficients dans $A(0)$ concernant les autres chocs sectoriels sont mis à 0. Dans ce cas, les complémentarités n'ont qu'un effet retardé en ce qui concerne la propagation de chocs sectoriels, mais peuvent avoir un effet multiplicateur pour le choc contemporain commun à tous les secteurs. Sous cette hypothèse, les chocs agrégés sont très importants pour la corrélation entre secteurs puisqu'ils représentent une source relativement grande de corrélation instantanée des innovations. Les liens entre secteurs se font sentir avec une période de retard, et c'est là une hypothèse forte et peut être même inacceptable. Cela limite le rôle des complémentarités puisque la propagation des chocs contemporains est supprimée. Ainsi, une stratégie alternative est de permettre des effets entre secteurs par des éléments non nuls dans $A(0)$. Le problème est alors de savoir comment décomposer les innovations de la forme réduite en des composantes agrégées et sectorielles. Une façon de faire est d'opérer une analyse factorielle sur les innovations pour y déterminer l'importance

de chocs agrégés. Nous présentons la décomposition avec un ou deux facteurs communs. Les R^2 des tableaux 1 à 3 montrent que les facteurs communs expliquent moins de la moitié des innovations des séries pour pratiquement tous les secteurs sur données désaisonnalisées. Sur données brutes, deux facteurs communs expliquent une plus grande partie des innovations (jusqu'à 70% de la variation des innovations de la production de bien pour l'industrie papetière), mais il reste encore une partie importante de la variance à expliquer autrement. L'analyse factorielle suggère deux conclusions. D'abord, les chocs agrégés sont plus importants aux fréquences correspondant aux saisons que pour celles du cycle conjoncturel. Les covariations observées aux fréquences du cycle conjoncturel ne sont pas dues aux réponses contemporaines à des chocs communs. Comment interpréter ces résultats ? Ils indiquent que les chocs communs contemporains et la propagation contemporaine des chocs sectoriels expliquent une partie importante, mais pas la totalité des covariations. En d'autres termes, la

TABLEAU 1

Analyse des covariations de la production ¹

Secteurs	Corrélation moyenne ²					Analyse factorielle des innovations ³			
	ND	D	CS	Inn · ND	Inn. · D	R ² 1F ND	R ² 2F ND	R ² 1F D	R ² 2F D
Alimentation	.60	.28	.70	.47	.28	.48	.48	.32	.34
Textiles	.64	.27	.76	.52	.27	.61	.68	.32	.40
Cuir	.56	.10	.67	.42	.11	.41	.52	.05	.16
Energie	.09	.07	.11	.13	.03	.03	.08	*	.04
Chimie	.53	.28	.65	.42	.24	.39	.61	.26	.47
Caoutchouc	.64	.30	.74	.52	.29	.60	.63	.35	.37
Bois	.62	.22	.77	.45	.28	.45	.45	.30	.30
Papier	.65	.34	.74	.55	.33	.69	.70	.48	.52
Metallurgie	.58	.33	.70	.51	.31	.57	.57	.37	.37
Equip. indus.	.55	.29	.69	.45	.28	.44	.44	.29	.36
Meubles	.64	.32	.74	.53	.32	.63	.64	.44	.44
Minerais	.57	.25	.69	.48	.27	.49	.54	.27	.35
Transports	.43	.20	.54	.41	.20	.36	.36	.16	.17
Autres	.65	.29	.75	.55	.30	.68	.68	.39	.40

¹ Taux de croissance de la production calculés à partir de l'indice mensuel de la production par secteurs de 1969:1-1992:3.

² Corrélation moyenne des innovations d'un VAR à six retards.

³ Les R^2 sont la part de la variance des innovations d'un var expliquée par les facteurs communs (1F modèle à un facteur, 2F modèle à deux facteurs).

* Moins de .005.

propagation dynamique de chocs communs ou sectoriels est importante pour expliquer ces covariations ¹³. Ces résultats aident-ils à distinguer les chocs communs des complémentarités ? Ils apparaissent en faveur du rôle des complémentarités si l'on se réfère à l'analyse factorielle. Cependant, si l'on fait l'hypothèse que les interactions entre secteurs ont lieu avec un décalage d'une période, le rôle des chocs communs devient plus important. Il est également intéressant de comparer ces corrélations avec celles présentées par COOPER et HALTIWANGER [1990]. Dans cette étude, les séries provenaient du premier niveau de classification de l'industrie et représentaient donc l'économie de manière plus fine que les résultats des tableaux 1 à 3, qui ne s'appuient que sur certains secteurs.

TABLEAU 2

Analyse des covariations de l'emploi ¹

Secteurs	Corrélation moyenne ²					Analyse factorielle des innovations ³			
	ND	D	CS	Inn · ND	Inn · D	R ² 1F ND	R ² 2F ND	R ² 1F D	R ² 2F D
Alimentation	.31	.20	.39	.23	.16	.19	.25	.16	.24
Textiles	.48	.43	.57	.46	.30	.77	.79	.48	.51
Cuir	.40	.20	.54	.31	.05	.36	.39	.01	.04
Energie	.10	-.04	.32	-.03	-.02	*	*	*	.02
Chimie	.40	.37	.45	.34	.16	.37	.38	.12	.12
Caoutchouc	.43	.36	.61	.29	.17	.28	.28	.15	.15
Bois	.42	.35	.51	.31	.21	.36	.40	.30	.39
Papier	.46	.43	.52	.39	.26	.51	.51	.38	.38
Metallurgie	.49	.45	.61	.40	.28	.57	.77	.46	.67
Equip. indus.	.26	.31	.30	.15	.11	.06	.08	.06	.07
Meubles	.50	.46	.59	.36	.24	.44	.44	.32	.33
Minerais	.46	.44	.51	.34	.22	.41	.41	.28	.28
Transports	.26	.24	.35	.21	.17	.17	.54	.21	.52
Autres	.53	.42	.63	.39	.23	.52	.54	.32	.36

¹ Taux de croissance de l'emploi calculés à partir de l'indice mensuel de la production par secteurs de 1969:1-1992:3.

² Corrélation moyenne des innovations d'un VAR à six retards.

³ Les R² sont la part de la variance des innovations d'un var expliquée par les facteurs communs (1F modèle à un facteur, 2F modèle à deux facteurs).

* Moins de .005.

COOPER et HALTIWANGER [1990] trouvent que les chocs communs jouent un rôle plus réduit lorsque la classification est plus fine. Ceci s'explique par le fait que les chocs technologiques ont d'autant plus de chance d'être communs au sein d'un groupe d'agents que les secteurs d'activité de

13. Nous n'étudions pas la décomposition des covariations en deux effets, celui des chocs agrégés et celui des chocs sectoriels transmis par la propagation dynamique. Ceci demanderait un ensemble d'hypothèses supplémentaires pour identifier tous les éléments de A(0).

ces agents sont proches. Autrement dit, ces résultats ne sont pas en faveur d'une grande importance des chocs agrégés. On peut trouver un supplément d'explication à la covariation observée entre secteurs en étudiant les interactions sectorielles prix-quantités. MURPHY, SHLEIFER et VISHNY [1989] montrent que les prix relatifs des matières premières et des produits intermédiaires sont significativement procycliques tandis que les prix relatifs des produits finis n'ont pas de comportements cycliques. Ils utilisent cet argument pour affirmer que les modèles de cycles réels, s'appuyant sur des chocs technologiques en amont et conduisant à des prix des biens intermédiaires contracycliques, ne sont pas compatibles avec la réalité. En fait, la nature procyclique des prix conduit plutôt à envisager que les variations des demandes en input qu'elle implique sont à l'origine des covariations observées des quantités et du comportement procyclique des prix en amont.

TABLEAU 3

Analyse des covariations des prix

Secteurs	Correlation moyenne ²					Analyse factorielle des innovations ³			
	ND	D	CS	Inn · NSA	Inn · SA	R ² 1F ND	R ² 2F ND	R ² 1F D	R ² 2F D
Alimentation	.20	.11	.70	.08	.06	.06	.07	.05	.06
Textiles	.41	.21	.83	.07	.05	.05	.06	.03	.04
Cuir	.21	.02	.73	.04	*	.03	.05	.01	.04
Energie	.27	.22	.71	.06	.05	.04	.04	.04	.05
Chimie	.48	.37	.84	.14	.11	.18	.39	.14	.36
Caoutchouc	.49	.38	.81	.13	.08	.13	.16	.07	.11
Bois	.11	-.03	.50	.07	.06	.05	.07	.04	.04
Papier	.52	.36	.84	.16	.11	.21	.40	.13	.33
Metallurgie	.50	.38	.83	.22	.18	.41	.43	.36	.37
Equip. indus.	.54	.39	.84	.18	.17	.24	.28	.24	.28
Meubles	.52	.36	.83	.19	.17	.35	.46	.36	.45
Minerais	.49	.33	.81	.14	.10	.19	.30	.14	.29
Transports	.22	.16	.32	.02	.02	*	.06	*	.02
Autres	.35	.20	.76	.11	.11	.15	.26	.18	.25

¹ Taux de croissance des prix calculés à partir de l'indice mensuel des prix à la production par secteurs de 1969:1-1992:3.

² Corrélation moyenne des innovations d'un VAR à six retards.

³ Les R² sont la part de la variance des innovations d'un var expliquée par les facteurs communs (1F modèle à un facteur, 2F modèle à deux facteurs).

* Moins de .005.

En utilisant les données sectorielles plus désagrégées des tableaux 1 à 3, une analyse directe des interactions prix/quantités montre une diversité des situations. Il n'est pas difficile de trouver un cas en faveur des interactions de chocs technologiques entre secteurs amont et aval. Par exemple, une baisse des taux de croissance des prix dans le secteur métallurgique précède une hausse de la production dans les secteurs métallurgique et des transports

(la corrélation de la croissance de la production dans le secteur métallurgique avec la croissance des prix, décalée d'un semestre, est de -0,23 tandis que celle de la croissance de la production dans le secteur des transports avec la croissance des prix dans le secteur métallurgique, décalée d'un semestre, est de -0,17). De plus, il existe une corrélation positive importante des taux de croissance de la production de ces deux secteurs (la corrélation instantanée est de 0,41). Ainsi, dans cette configuration, il apparaît qu'une baisse des prix dans un secteur amont entraîne une hausse des quantités, à la fois dans ce secteur et dans le secteur aval voisin. Un tel scénario est compatible avec une hypothèse de chocs technologiques et de complémentarités technologiques, mais est contraire aux résultats de Murphy, Shleifer et Vishny. Une analyse complète des dynamiques intersectorielles des prix et des quantités dépasse le champ de cet article. Quoiqu'il en soit, les résultats de Murphy, Shleifer et Vishny ainsi que ceux présentés ici suggèrent que ces méthodes peuvent être utiles pour juger des mérites respectifs de ces différentes explications des covariations sectorielles.

3.1.2. **Saisonnalité**

On trouve dans la littérature sur les cycles saisonniers d'autres illustrations du rôle des covariations positives. BORSKY et MIRON (1989, 1990) montrent que les fluctuations saisonnières représentent une part importante des fluctuations totales et que les cycles saisonniers possèdent des caractéristiques très proches de celles des cycles conjoncturels. Certes, les cycles saisonniers semblent être plus déterministes, c'est à dire moins la conséquence de chocs technologiques exogènes. Toutefois, les chocs affectant les préférences aux périodes de Noël et aux vacances d'été semblent être une source importante de variation au niveau annuel. Au niveau des variations saisonnières, les modèles de complémentarités, apportent également un nouvel éclairage. BEAULIEU et MIRON [1990] analysent des données mensuelles manufacturières désagrégées au niveau 2 de la nomenclature, pour les années 1967 à 1987. Ils concluent qu'il existe une covariation positive et significative entre secteurs au niveau saisonnier. Pour l'ensemble du secteur manufacturier, le taux de croissance de la production est de -13% en juillet- mois où la production décroît dans tous les secteurs industriels du niveau 2- et mois de plus faible croissance dans la plupart des autres secteurs. En revanche, le mois de février est en général un mois de forte croissance, sinon de plus forte croissance, surtout pour les secteurs industriels du niveau 2. Des résultats similaires sont reportés par Long et Plosser et figurent dans la colonne 3 des tableaux 1 à 3. Ces covariations ne sont probablement pas la conséquence d'innovations technologiques déterministes au niveau saisonnier, mais plutôt de chocs sur les préférences pour Noël et les vacances d'été. Comme cela est souligné par BEAULIEU et MIRON [1990], le mois de juillet est la période usuelle de vacances, bien que le mois d'août soit tout aussi favorable d'un point de vue climatique. Dans d'autres pays, par exemple en France, le mois d'août est le mois habituel des vacances d'été. Ces différences peuvent être expliquées par la présence d'une forme de complémentarités qui pousserait les agents à synchroniser les périodes de vacances, peut être pour permettre la remise en état de l'appareil productif. Nous discuterons plus loin de ce point lorsque nous aborderons la synchronisation des choix.

3.1.3. *Etudes empiriques microéconomiques*

Le paragraphe précédent a mis en évidence l'importance des covariations sectorielles. Au niveau microéconomique, (c'est à dire au niveau de l'unité de production), on trouve une importante covariation négative à l'intérieur d'un secteur. Davis et Haltiwanger (1990, 1992) montrent que les créations et destructions d'emploi sont largement simultanées pour tous les secteurs. Ils trouvent de plus, que le fort taux de réallocation observé sur l'économie américaine reflète des réallocations intrasectorielles plutôt qu'intersectorielles, et ce, même pour des niveaux de désagrégation importants. Ces covariations très négatives à l'intérieur de chaque secteur indiquent que les complémentarités ne sont pas un facteur important pour expliquer les fluctuations microéconomiques. Toutefois, les modèles macroéconomiques de complémentarités que nous étudions ici sont tels que les réponses des individus sont croissantes par rapport aux variables reflétant l'activité agrégée ou sectorielle. Ainsi, la très forte covariation négative ne contredit pas la présence de complémentarité sectorielles ou agrégées, mais indique qu'il existe d'autres phénomènes qui dominent au niveau microéconomique. Par exemple, en présence de grands chocs idiosyncratiques, les interactions stratégiques intrasectorielles entre agents pourraient refléter une substituabilité stratégique plutôt que des complémentarités stratégiques. Des modèles incorporant à la fois les covariations inter et intrasectorielles constitueront dans l'avenir un axe de recherche important.¹⁴

3.1.4. *Quels types de complémentarités ?*

Les covariances intersectorielles observées tendraient à favoriser les modèles de complémentarités. De plus, les chocs agrégés ne semblent pas pouvoir expliquer totalement ces covariations entre secteurs. Il n'y a pas encore de réponse définitive quant au type de complémentarités responsable de ces comportements. Un récent article de SHEA [1993] s'intéresse directement à ce point en cherchant trois sources possibles : (i) les liens introduits par la demande finale (ii) une externalité de demande agrégée (iii) des effets de report tenant compte de la localisation dans l'espace. Ses résultats sont très en faveur de liens introduits par la demande finale, mais sont plus mitigés pour les deux derniers types de complémentarités.

3.1.5. *Conclusion*

En général, l'observation de covariations positives est en accord avec les modèles de complémentarités. Ainsi, dans différents secteurs, l'emploi et la production tendent à varier dans le même sens pour les fréquences saisonnières ou conjoncturelles. Comme nous l'avons

14. La dérivation d'un tel modèle est rendue plus compliquée (mais plus intéressante) par les résultats de DAVIS et HALTIWANGER [1992], qui trouvent que la composante idiosyncratique de réallocation est significativement contracyclique. En effet, en période de récession, la corrélation négative intersectorielle augmente en valeur absolue. De nombreux travaux rendent compte de ce phénomène (voir, par exemple, BLANCHARD et DIAMOND [1990], CABALLERO et HAMMOUR [1993], MORTENSEN et PISSARIDES [1993]). Toutefois, ces modèles n'essayent pas d'expliquer à la fois la covariation positive entre secteurs, la covariation négative inter-secteurs et l'aspect contracyclique de cette dernière covariation.

souligné plusieurs fois, il est difficile, lorsque l'on observe des covariations positives, de distinguer les effets de chocs agrégés des effets liés à la présence de complémentarités. Cependant, deux faits sont en faveur des complémentarités. L'analyse factorielle montre que les chocs agrégés ne sont pas à eux seuls responsables de la plus grande part des covariations pour les hautes fréquences correspondant au cycle conjoncturel. Enfin, au niveau saisonnier, les complémentarités ont un rôle de synchronisation des activités.

3.2. Synchronisation

La proposition 2 concernait la coordination des dates de choix des agents et montrait que les agents sont incités à se synchroniser en présence de complémentarités. Ceci nous amène à formuler trois questions. Les décisions microéconomiques sont-elles prises à intervalle de temps discrets ? Sont-elles synchronisées ? Quel est le rôle des complémentarités dans cette coordination ? Nous envisageons deux types de décisions discrètes, le remplacement de machines et plus généralement, les décisions d'investissement en machine ou en infrastructure. Nous étudions d'abord la nature de ces choix puis les problèmes de synchronisation.

3.2.1. *Le remplacement des machines*

COOPER et HALTIWANGER [1993a] analysent un modèle simple dans lequel le producteur décide de la date de remise en état de l'appareil productif (dans le modèle, il s'agit de remplacer des machines utilisées dans le processus productif). La nature ponctuelle du problème est due au processus d'investissement où le choix consiste soit à remplacer soit à attendre. Cette approche s'oppose aux modèles à coûts d'ajustement convexes pour lesquels les changements sont continus et non par à coups.

COOPER et HALTIWANGER [1993a] présentent des résultats concernant le remplacement par à coups des machines dans l'industrie automobile. Utilisant une variante de leur modèle, ils illustrent trois faits importants dans le cycle annuel de production automobile. Ils remarquent que la production est arrêtée, habituellement aux mois de juillet et d'août, mois consacrés à l'entretien de l'équipement. Cette période de réparation et de remplacement est un des traits saisonniers marquants de cette industrie ainsi que des secteurs adjacents (acier, caoutchouc). Ces périodes d'arrêt de la production sont sensibles à la situation économique : elles conduisent généralement à des "récessions" plus grande lors des creux de la conjoncture. Enfin, les producteurs automobiles semblent synchroniser les arrêts de production pendant les mois d'été. On peut alors parler de synchronisation de choix à caractère discret dans ce secteur.

3.2.2. *Investissement*

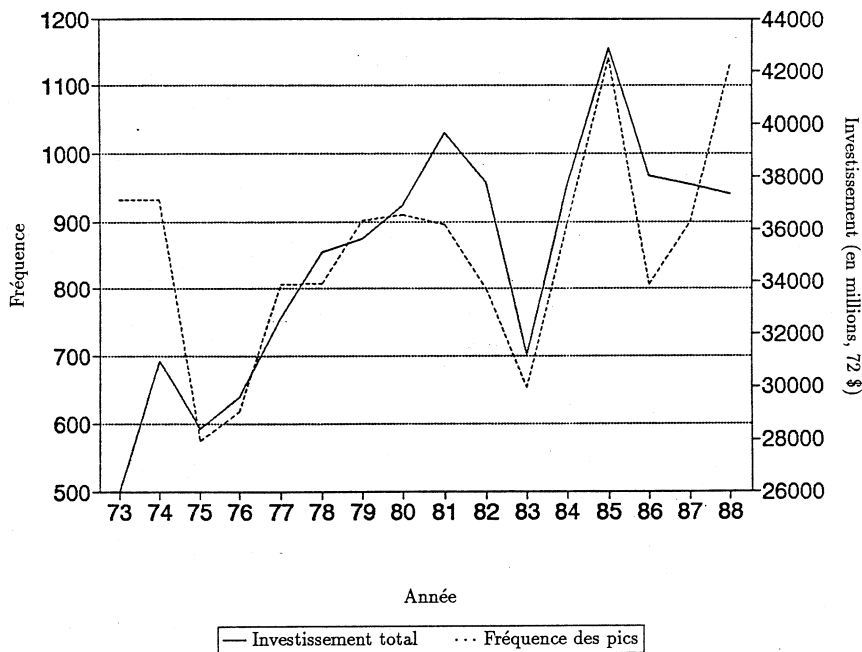
Y a-t-il des preuves supplémentaires de la nature discrète et synchronisée des remplacements, et de façon plus large, des investissements en matériels et en infrastructure. Des travaux en cours de DOMS et DUNNE [1993] et POWER [1993], utilisant le "Longitudinal Research Database" (LRD), (base de données du secteur manufacturier établie au niveau des sociétés), commencent à donner des réponses. Pour un échantillon d'usines de grandes tailles sur la période 1972-1988, Doms et Dunne mettent nettement en

évidence le caractère par à coups de l'investissement en machines et en infrastructure. Sur les 16 années étudiées, les trois années de plus grand investissement concentrent 50% du total des investissements des firmes. Il y a cependant une très grande hétérogénéité dans l'importance des pics d'investissement.¹⁵ Ceci doit refléter la disparité des coûts de production et d'ajustement des technologies. Cette hétérogénéité indique que l'importance de la synchronisation des choix discrets peut sans doute varier entre secteurs.

Qu'en est il de la synchronisation des décisions ponctuelles d'investissement ? La figure 1, utilisant des données fournies par Doms et Dunne, met en évidence la synchronisation des investissements et son importance pour les fluctuations agrégées. Elle présente l'investissement total du secteur manufacturier ainsi que la fréquence des investissements les plus grands des différentes unité de production, et ce, pour une période de 16 années. La grande corrélation entre les deux séries indique l'importance

FIGURE 1

Investissement total et fréquence des pics d'investissement



15. Par exemple, 45 % de l'investissement total des firmes de l'échantillon sont le fait d'entreprises au taux de croissance du capital inférieur à 10 %.

des variations des fréquences des pics d'investissement pour expliquer leurs fluctuations agrégées. Ceci suggère une nouvelle interprétation des périodes de fort investissement : elles pourraient être dues à des variations marginales plus extensives qu'intensives.¹⁶

3.2.3. **Le National Industrial Recovery Act (NIRA)**

La synchronisation des périodes d'investissement (mise en évidence sur la base de donnée LRD), et des périodes de remplacement de matériels lourds dans le secteur automobile peut provenir, comme nous l'avons déjà remarqué, de complémentarités entre firmes ou être due à la présence de chocs agrégés. Par exemple, pour les variations du secteur automobile, ces chocs peuvent être technologiques en ce qui concerne l'investissement ou provenir des variations de la valorisation des loisirs. COOPER et HALTIWANGER [1993b] tentent de distinguer ces deux causes en étudiant le remplacement de machine dans l'industrie automobile au cours des années trente. En 1933, le gouvernement américain tenta par le NIRA de lisser les variations saisonnières de l'emploi et de la production. Il s'intéressa plus spécialement à l'industrie automobile qui connaissait de fortes fluctuations saisonnières occasionnées par le renouvellement des modèles. Du milieu des années vingt jusqu'au début des années trente, les changements de modèles avaient lieu tard dans l'année, juste avant le salon de l'automobile de janvier. Deux effets étaient alors superposés, l'apparition de nouveaux modèles et l'arrivée du beau temps caractéristique du printemps, entraînant de larges fluctuations dans les ventes, la production et l'emploi. Le coût de ces fluctuations étaient connu des industriels, mais le coût de dévier pour choisir une production plus lisse (en sortant les modèles en juillet par exemple) était encore plus grand, étant donné que les autres firmes continuaient à se rééquiper tard dans l'année. COOPER et HALTIWANGER [1993b] décrivent ce scénario dans le détail et montrent que les producteurs automobiles se trouvaient pris dans un équilibre inefficace jusqu'en 1935.

Débutant en 1934 et prenant pleinement effet début 1935, le NIRA, négocié avec les industriels et les dirigeants syndicaux imposa un amendement au code de fonctionnement de l'industrie. Il s'agissait pour les producteurs de changer la date de sortie des nouveaux modèles à partir de 1935. Les nouveaux modèles devaient être introduits en octobre 1935, le salon de l'automobile devant se tenir peu après. Cooper et Haltiwanger mettent en évidence le changement radical en terme de saisonnalité de la production, de l'emploi et des ventes à partir de 1935, apparemment dû à l'accord. Ce fait est d'autant plus marqué qu'en juin 1935, le NIRA fut déclaré inconstitutionnel. Lorsque les nouveaux modèles apparurent, le NIRA n'était déjà plus en vigueur.

Cooper et Haltiwanger pensent que cet accord a servi à mettre en place une discussion informelle entre producteurs, discussion qui leur a permis de choisir un autre équilibre où les nouveaux modèles sortent en automne, permettant ainsi une meilleure répartition de la charge de travail sur l'année. Les deux auteurs soulignent en outre qu'il n'y a pas d'autres indices

16. Les travaux de POWER [1993] montrent également que la probabilité des pics d'investissement varie de manière cyclique.

pour expliquer ce changement de comportement, même en parcourant les publications de l'industrie ou en analysant les résidus des régressions de la production sur les ventes. Ainsi, ils attribuent cette synchronisation à une certaine forme de complémentarités, modélisée de façon formelle comme une externalité commerciale créée par le salon de l'automobile.

3.2.4. *Résumé*

L'observation des faits conduit à souligner deux points. Tout d'abord, il y a de nombreux exemples d'actions ponctuelles qui sont synchronisées. Enfin, avec l'exemple de l'industrie automobile, on peut affirmer que les complémentarités en sont responsables. Distinguer les chocs communs des complémentarités comme source de synchronisation demeure cependant une question ouverte pour l'économie dans son ensemble.

3.3. Amplification et propagation

La troisième proposition théorique concernait l'amplification et la propagation de chocs exogènes, par des complémentarités respectivement intratemporelles et intertemporelles. De récents travaux sur ce sujet ont utilisé une forme de complémentarités présentée par BRYANT [1983], où la productivité de chaque agent est influencée par l'activité des autres comme dans le modèle à externalité de production étudié précédemment. Pour adapter cette idée à une modélisation de l'économie agrégée, il est nécessaire d'estimer les paramètres d'interaction, puis de placer cette interaction dans une économie dynamique avec accumulation de capital.

3.3.1. *Modèles de base*

L'article de BAXTER et KING [1991] est une référence essentielle pour cette question. Dans leur modèle, tout lien intertemporel est omis ($\gamma = 0$). La fonction de production pour un individu est alors donnée par :

$$(8) \quad y_t^i = A_t (n_t^i)^\alpha (k_t^i)^{(1-\alpha)} Y_t^\epsilon$$

où les variables indicées par i se réfèrent aux choix de l'agent i et Y_t est le niveau moyen de la production à la période t . Il est à noter que la technologie fait appel au capital et au travail sous une forme Cobb-Douglas avec des rendements d'échelle constants. Dans cette économie, les agents privés maximisent leur utilité actualisée à la date courante compte tenu de la fonction de production. Sous cette hypothèse, les agents font face à deux sources d'incertitude, des chocs sur la production et sur les préférences. Cette dernière incertitude permet de modéliser des "perturbations de la demande" car le choc n'a pas d'impact instantané sur la fonction de production. A chaque période, les agents décident du niveau de l'emploi et de l'investissement dans l'unique bien de capital.

Fondamentalement, l'économie de Baxter et King est un jeu dynamique. Cependant, la résolution du modèle est simplifiée par le fait que les agents sont tous identiques et font ainsi à l'équilibre des choix identiques. La trajectoire d'équilibre peut être analysée par un système d'équations très semblable à celui de KING, PLOSSER et REBELLO [1988] bien que Baxter et King introduisent des externalités.

D'après les arguments avancés par DURLAUF [1991] et d'autres, il semble raisonnable de considérer un modèle avec des externalités dynamiques qui pourraient être la conséquence de phénomènes d'apprentissage ("learning by doing"). Alternativement, il serait possible de modifier les modèles avec externalité de demande en introduisant un décalage temporel entre la date de paiement des travailleurs et la consommation qui en découle. Pour l'ensemble de ces modèles, la fonction de production du producteur i peut s'écrire

$$(9) \quad y_t^i = A_i (n_t^i)^\alpha (k_t^i)^{(1-\alpha)} Y_{t-1}^\gamma$$

3.3.2. *Estimations d'effets de report technologique*

La détermination de l'ampleur des paramètres d'externalité de production est un point crucial dans l'évaluation de ces modèles. En particulier, il est souvent très difficile de distinguer les complémentarités des chocs technologiques agrégés. Baxter et King estiment le paramètre ϵ par moindres carrés en régressant la croissance de la production sur la croissance pondérée des inputs. Ils obtiennent une valeur de 0,31, valeur biaisée s'il existe un choc technologique corrélé avec l'emploi. Pour se défaire de ce problème, ils instrumentent leur régression avec les dépenses militaires (comme HALL [1988]), ou avec d'autres variables (dépenses militaires et dépense totale civile) ; et obtiennent alors des estimations allant de 0,1 à 0,45 selon les variables instrumentales considérées.¹⁷

CABALLERO et LYONS [1992] et BARTLESMAN, CABALLERO et LYONS [1991] estiment les effets de report en utilisant des données désagrégées. Les premiers étudient les effets de report entre industries du niveau 2 de la classification et la production agrégée. Sur données américaines, leur estimation du coefficient d'effet de report instantané est de 0,32 en faisant l'hypothèse qu'il n'y a pas de rétention de main d'œuvre au sein des entreprises.¹⁸ De plus, Caballero et Lyons montrent qu'en présence d'externalité technologique, l'estimateur des rendements d'échelle devrait être plus grand en utilisant des données agrégées plutôt que désagrégées.¹⁹ En revanche, si d'autres facteurs rendent compte de la procyclicité de la productivité, par exemple la rétention de main d'œuvre, il n'y aura pas de différence entre les rendements d'échelles estimés aux niveaux macroéconomique et sectoriels. Leurs résultats montrant que les estimations sont plus élevées sur données agrégées, suggèrent la présence d'effets de report technologique.

Bartlesman, Caballero et Lyons fournissent un éclairage supplémentaire sur ces liens en étudiant des données manufacturières américaines pour le niveau 4 de la classification, en s'attachant plus particulièrement à la nature des liens entre producteurs. Ils trouvent qu'à court terme, les externalités de

17. Il est important de noter que tous ces instruments ont un faible pouvoir explicatif lors de la première étape de la régression. Ce point est également souligné par SHEA [1993a] dans son étude sur les variations de la production pour les secteurs désagrégés au niveau 2 de la classification.

18. cf le tableau 2 de leur article, avec $\mu = 0$.

19. En effet, une fonction de production (en log) pour le secteur i telle que $y_t^i = \alpha n_t^i + \epsilon Y_t + \zeta_t^i$ donne après agrégation $Y_t = (\alpha/(1-\epsilon))n_t + \zeta_t$.

demande sont relativement importantes mais qu'à long terme, les externalités par les fournisseurs deviennent prépondérantes. Leurs estimations de l'intensité des externalités pour des fréquences correspondant aux cycles conjoncturels sont du même ordre que celles de BAXTER et KING [1991] et CABALLERO et LYONS [1992]. Une autre approche pour estimer ces effets de report technologiques consiste à analyser les fluctuations saisonnières de la productivité. En faisant l'hypothèse que les variations saisonnières ne sont pas la conséquence de chocs technologiques communs à tous les agents, on peut identifier l'influence des effets de report technologiques. De manière formelle, on peut modifier directement le modèle à externalité de production en y introduisant une variation saisonnière déterministe du taux marginal de substitution entre consommation et loisir. Ceci constitue une méthode alternative importante, car l'approche par la saisonnalité permet aisément de distinguer les complémentarités des chocs agrégés.

Un exemple est donné par BRAUN et EVANS [1991]. Ces auteurs estiment un modèle du cycle saisonnier avec rétention de main d'œuvre et complémentarités technologiques. Il est intéressant de noter que leur estimation de l'effet de report technologique instantané est très proche de celui de Baxter et King. De plus, Braun et Evans montrent que pour bien décrire les variations saisonnières il faut que les effets de report et le "labor hoarding" soient présents en même temps.

Le tableau 4 présente les résultats des estimations des effets de report à partir des mêmes données que Beaulieu et Miron. Utilisant des données mensuelles par secteur sur la période 1967 :1 à 1988 :4, nous estimons la relation entre la production (mesurée par les livraisons et la variation des stocks, ce que Beaulieu et Miron notent Y4) et le niveau d'emploi (total des heures travaillées).²⁰ Le tableau 4 indique que l'élasticité de la production par rapport aux heures travaillées est très grande pour la plupart des secteurs. Le tableau 9 de BEAULIEU et MIRON [1990] décompose cette élasticité en deux composantes, saisonnière et non saisonnière, et montre que pour 14 des 20 secteurs manufacturiers du niveau 2, l'élasticité saisonnière est supérieure à 1. De plus, cette élasticité est généralement plus importante aux fréquences saisonnières qu'à celles du cycle conjoncturel.

Les deux dernières colonnes du tableau 4 essaient d'interpréter les rendements à court terme sur la base de modèles de complémentarité utilisant les variations saisonnières comme moyen d'éliminer l'influence des chocs technologiques exogènes. Nous utilisons pour cela des variables muettes saisonnières comme instruments lors de l'estimation d'une relation entre production, inputs sectoriels et une mesure de l'activité agrégée. Nous interprétons le coefficient devant l'activité agrégée comme étant l'influence de la production via les externalités (c'est-à-dire une estimation de ϵ dans le modèle à externalité de production du paragraphe 2.1).

20. Il faut souligner que la période étudiée ainsi que la façon dont la production est mesurée sont différentes relativement aux tableaux 1-3. Pour le tableau 4, nous avons choisi les résultats de Beaulieu et Miron comme référence. La variable Y4 est sans doute plus appropriée à l'étude de la productivité du travail, puisque la mesure de la production industrielle (une autre mesure de la production) est souvent construite à partir du niveau de l'emploi.

TABLEAU 4

Estimation des externalités par VI (dummies saisonnières)

Secteur	OLS	Dummies saisonnières (VI)		Dummies saisonnières (VI)	
	Total Heures travaillées	Total Heures travaillées	Total Manu.	Emploi	Total Manu.
total Manu.	1.39*	1.71*	–	4.15*	–
durables	1.61*	.20*	1.2*	.39*	1.19*
non durables	1.07*	.19*	.7*	.62*	.64*
Alimentation (20)	.54*	.44*	.60*	.54*	.58*
tobac (21)	.67*	.27*	1.41*	.29	1.49*
textiles (22)	1.72*	1.06*	1.42*	3.20*	1.23*
Habillement (23)	1.24*	–.64**	1.62*	–.4	1.48*
Bois (24)	1.08*	.70*	.83*	1.20*	.87*
Meubles (25)	1.19*	.09	1.33*	2.02*	1.03*
papier (26)	.26	–.83*	.85*	–.29	.81*
Edition (27)	.26	.07	.52*	.62	.51*
chimie (28)	1.73*	.20	.75*	–.52	.78*
petro. (29)	.11*	.44*	.1**	.57*	.1
Caoutchouc (30)	.98*	–.46**	1.27*	.46	1.08*
Cuir (31)	.86*	.40	.80*	1.04*	.58*
Pierre (32)	.78*	.46*	.81*	.87*	.82*
Prim. met. (33)	1.37*	–.01	.85*	1.19*	.76*
Fab. met. (34)	1.43*	–.10	1.3*	–.63	1.38*
Machine (35)	2.54*	2.8*	.93*	5.5*	.91*
Mach. elec. (36)	1.98*	1.18*	1.26*	1.79*	1.29*
Trans. (37)	.89*	.36*	1.33*	.9*	1.25*
Instrum. (38)	2.35*	1.15*	1.17*	3.74*	1.1*
Autres (39)	1.58*	.42**	1.27*	.72*	1.20*

¹ Les données sont celles de Beaulieu-Miron, mensuelles et non désaisonnalisées. Des dummies mensuelles sont utilisées comme variables instrumentales. Les Heures Travaillées sont le total des heures de production, la colonne Emploi indique le nombre de travailleurs. La production est mesurée par Y4.

* Significatif à 1 %.

** Significatif à 5 %.

Pour ces régressions, nous utilisons la production manufacturière totale comme mesure de l'activité agrégée. Pour les premières estimations par variables instrumentales, l'emploi est mesuré par le total des heures travaillées. En général, on voit que le coefficient de l'emploi est plus faible que celui estimé par moindres carrés et que le coefficient de la production agrégée est positif et significatif. En fait, les estimations du paramètre d'externalité sont étonnamment grandes et vraisemblablement biaisées. Alors que les changements de technologie au niveau saisonnier ne semblent pas importants, on ne peut certainement pas exclure la possibilité de variations non mesurées des inputs. Bien que le capital ne varie pas avec les saisons, l'utilisation du capital, l'intensité de l'effort de travail et les inputs physiques semblent bien varier. Braun et Evans traitent de ce problème dans leurs estimations utilisant des données trimestrielles -en particulier ils modélisent explicitement l'intensité de l'effort de travail et tentent de le prendre en compte dans leurs estimations.

Il convient de souligner ici l'importance, au niveau empirique, des problèmes de mesure, problèmes qui peuvent introduire des erreurs supplémentaires et qui obligent à supposer que seul le nombre d'employés est observable. Les deux dernières colonnes rapportent les résultats en faisant cette hypothèse. On remarque, comme on pouvait s'y attendre, qu'en omettant le nombre d'heures travaillées le coefficient devant l'emploi augmente puisque les variations des heures travaillées influencent alors le terme d'erreur. Quoiqu'il en soit, le coefficient estimant l'externalité de production reste à peu près inchangé. De ces deux faits, on déduit que d'autres composantes de la variation de l'emploi (à la fois l'effort inobservé et des erreurs de mesure dues à la cessation d'activité), ou d'autres inputs non observés peuvent conduire à un biais notable pour le coefficient de l'emploi mais faible pour celui de l'externalité. Cela dit, nous sommes toujours incapables d'expliquer la différence entre nos estimations et celles proposées par d'autres auteurs. Dans tous les cas, les externalités de production sont suffisamment grandes pour ne pas être ignorées et leur estimation devra être approfondi dans le futur. D'un point de vue général, les études empiriques révèlent l'importance de ces complémentarités.

COOPER et JOHRI [1993] considèrent un modèle de complémentarités dynamiques où les effets de report instantanés sont remplacés par des complémentarités retardées ($\epsilon = 0$ et γ peut être différent de 0).

L'estimation de γ par le moindres carrés est de 0,15 en utilisant des données annuelles de 1947 à 1986.²¹

3.3.3. *Conséquences agrégées*

A partir des estimations des paramètres, on peut déduire une fonction de production qui introduit des effets de report instantanés et retardés dans un modèle de cycle réel classique par ailleurs. Dans ce cadre, les agents maximisent la valeur actualisée des flux d'utilité, où l'utilité dépend à chaque période de la consommation et du loisir. Les agents accumulent le capital par un processus d'investissement standard. Pour tous les choix des agents, les variables agrégées sont prises comme données. A l'équilibre, tous les agents agissent de la même manière puisqu'ils sont tous identiques. Le modèle est linéarisé autour de l'état stationnaire pour pouvoir en calculer la dynamique²².

Les résultats des simulations, en incluant des externalités technologiques instantanées et retardées, sont reportés dans les tableaux 5 à 7. Nous utilisons trois jeux de paramètres. Une première simulation sans externalités ($\epsilon = \gamma = 0$) sert de simulation de référence, et correspond aux modèles standards de cycles réels. Une seconde simulation reprend les travaux de

21. Cette estimation est obtenue en régressant le résidu de Solow (défini comme la différence entre la croissance de la production et celles des inputs, pondérées par un coefficient de 0,54 pour l'emploi) sur la croissance du PNB retardée d'une période et en valeur réelle. Ceci donne les estimations des effets de report technologiques instantanés de Baxter et King. Notons que tant que les chocs technologiques ne sont pas autocorrélés, l'estimation de l'effet de report technologique retardé, induit par la réaction des agents à une variation de la technologie, ne sera pas biaisé.

22. Nous n'étudions les propriétés de l'économie qu'au voisinage de l'état stationnaire, qui est un point-selle sauf mention contraire.

Baxter et King, où seuls les effets de report instantanés existent avec un coefficient $\epsilon = 0,23$. Une troisième simulation n'introduit que des effets retardés avec $\gamma = 0,15$.

Nous voulons souligner deux points à propos de ces résultats. Le premier concerne les propriétés quantitatives des modèles à effets de report technologiques avec des chocs technologiques autocorrélés, relativement au modèle de référence et aux données trimestrielles américaines. Le tableau 5 fournit cette comparaison. Les deux modèles à externalité reproduisent tout à fait bien les principales caractéristiques des fluctuations conjoncturelles, en particulier les volatilités de la consommation et de l'investissement par rapport à la production ainsi que la persistance des séries. De ces résultats, on voit que les modèles à externalités ne font pas moins bien que les modèles standards.

Le rôle des externalités dans l'amplification et la propagation des chocs est illustré dans les tableaux 6 et 7.

Pour le tableau 6, le choc technologique est restreint à être transitoire pour illustrer la propriété de propagation endogène. Comme on peut le voir, la propagation endogène est peu présente dans le modèle de référence, le coefficient d'autocorrélation de la production valant 0,026. L'introduction d'effets de report instantanés accroît significativement l'écart-type de la production et crée un peu d'autocorrélation²³. En revanche, des complémentarités retardées n'introduisent pas beaucoup plus de volatilité mais augmente l'autocorrélation de la production qui passe à 0,30. Les complémentarités dynamiques peuvent ainsi générer significativement plus d'autocorrélation pour la production.

Nous présenterons dans le tableau 7 l'impact de chocs autocorrélés sur les préférences. Comme dans Baxter et King, les chocs sur les préférences créent des variations du taux marginal de substitution entre la consommation et les loisirs. Baxter et King montrent qu'un modèle à rendements sociaux croissants et à chocs sur les préférences autocorrélés reproduit les grands traits des cycles réels tels que la covariation positive de la consommation ou de l'investissement avec la production, la consommation et l'investissement étant respectivement moins et plus variables que la production. Le principal résultat concerne la corrélation positive entre l'investissement et la production. Les chocs transitoires sur les préférences entraînent une corrélation négative entre l'investissement et la production, puisque la préférence pour la consommation présente induit une hausse de la production et une baisse de l'investissement. Des chocs plus durables augmentent l'offre de travail sur de longues périodes, conduisant à une accumulation de capital plus importante. Si cet effet domine, le modèle peut produire une corrélation positive entre investissement et production

Ceci est illustré dans le tableau 7. L'autocorrélation des chocs sur les préférences est de 0,95, proche de l'estimation de 0,97 retenue par Baxter et King. Remarquons que dans le modèle où les rendements d'échelle ne tiennent pas compte de l'activité des autres agents, les chocs sur les

23. D'après le tableau 4 de Baxter et King, l'introduction d'externalités augmente la variance de la production de 75 %.

préférences conduisent à une corrélation négative entre la production et l'investissement. Cette corrélation ne devient positive que lorsque l'on introduit des effets de report. Le modèle ne génère pas de productivité procyclique en dépit des rendements d'échelle macroéconomiques croissants, bien que dans ce cas, la corrélation entre productivité et production soit plus grande. En outre, l'écart-type de l'investissement n'est pas plus grand que celui de la production ou de la consommation.²⁴ Une dernière mise en garde s'impose. Ces résultats sont très sensibles à l'hypothèse d'autocorrélation des chocs sur les préférences. En baissant l'autocorrélation à 0,9, on obtient une corrélation négative entre l'investissement et la production dans tous les modèles, alors qu'en la fixant à 0,97, la corrélation devient positive pour tous les modèles.

Dans l'évaluation des modèles à complémentarités ces résultats sont intéressants pour deux raisons. On voit d'abord que les modèles à complémentarités technologiques reproduisent assez bien les caractéristiques du cycle américain. La présence d'externalités de production est confirmée par l'estimation et les propriétés cycliques du modèle ainsi modifié sont alors meilleures. Enfin, en présence de chocs sur les préférences, le modèle reproduit les principaux traits des cycles réels, ce qui souligne la capacité des modèles de complémentarités à intégrer des perturbations de demande. Il est ainsi possible de combiner ces complémentarités avec d'autres sources de fluctuations plus intéressantes, comme par exemples les chocs monétaires évoqués par BEAUDRY et DEVEREUX [1993].

Il nous reste à étudier la nature de la dynamique dans les modèles de complémentarités. BENHABIB et FARMER [1992] montrent que dans beaucoup de modèles à externalités et/ou à concurrence monopolistique, comme dans Baxter et King, les dynamiques locales peuvent être fondamentalement différentes. Dans les simulations de Baxter et King, ainsi que dans celles présentées ici, l'équilibre est un point-selle. Comme le remarquent Benhabib et Farmer, de grandes valeurs de l'externalité instantanée de production (ou des markups suffisamment grands) ainsi qu'une offre de travail très élastique, peuvent changer complètement les dynamiques locales autour de l'état stationnaire et un équilibre globalement stable peut apparaître. Dans ce cas, étant donné un stock de capital initial différent de l'état stationnaire, il y aura des trajectoires multiples convergeants vers le même état stationnaire.

Des analyses quantitatives ont été faites avec des modèles où les complémentarités ne dérivent pas d'externalités de production. FARMER et GUO [1993] utilisent les résultats de BENHABIB et FARMER [1992] pour générer des comportements de type "taches solaires" autour de l'état stationnaire dans une économie en concurrence monopolistique. Ils soutiennent que leur modèle reproduit bien les principaux traits des cycles réels, bien que la dynamique ne provienne pas de chocs sur les fondamentaux (sur les préférences ou sur la technologie). CHATTERJEE et COOPER [1993] analysent un modèle de concurrence monopolistique avec entrées et sorties de firmes. Dans ce cadre, le "goût pour la diversité" conduit à des complémentarités qui

24. Dans BAXTER et KING [1991, tableau 4], l'investissement est plus variable que la production et la consommation. La différence est apparemment due à la procédure de filtrage des données.

TABLEAU 5

Chocs Technologiques iid

Paramètres	Corr. avec Y				Ecart type par rapport à Y				Statistiques pour Y	
	C	Hrs	Inv	Prod.	C	Hrs	Inv	Prod.	sd	auto corr.
$\gamma = 0, \varepsilon = 0$	.36	.98	.99	.87	.19	.76	3.4	.29	.013	.026
$\gamma = 0, \varepsilon = .23$	.37	.97	.99	.85	.22	.75	3.4	.31	.023	.046
$\gamma = .15, \varepsilon = 0$	.42	.96	.98	.83	.26	.74	3.3	.35	.014	.30

TABLEAU 6

Chocs technologiques autocorrélés*

Paramètres	Corr. avec Y				Ecart type par rapport à Y				Statistiques pour Y	
	C	Hrs	Inv	Prod.	C	Hrs	Inv	Prod.	sd	auto corr.
$\gamma = 0, \varepsilon = 0$	.80	.80	.92	.89	.62	.50	2.46	.67	.032	.924
$\gamma = 0, \varepsilon = .23$	.84	.76	.91	.91	.68	.46	2.3	.72	.055	.938
$\gamma = .15, \varepsilon = 0$	.83	.77	.91	.91	.66	.46	2.3	.71	.042	.96
Données U.S.	.85	.07	.6	.76	.69	.52	1.35	1.14	.056	.96

* Autocorrélation des chocs : 0.9.

TABLEAU 7

Chocs sur les préférences autocorrélés*

Paramètres	Corr. avec Y				Ecart type par rapport à Y				Statistiques pour Y	
	C	Hrs	Inv	Prod.	C	Hrs	Inv	Prod.	sd	auto corr.
$\gamma = 0, \varepsilon = 0$	.99	.98	-.99	-.94	1.89	2.01	1.29	1.04	.0092	.94
$\gamma = 0, \varepsilon = .23$	1.0	.99	.99	-.99	1.35	1.3	.11	.3	.016	0.95
$\gamma = .15, \varepsilon = 0$	.99	.99	-.75	-.99	1.56	1.58	.55	.58	.012	0.97

* Autocorrélation des chocs : 0.95.

remplacent l'externalité de production directe. Chatterjee et Cooper montrent que les entrées/sorties, en modifiant la gamme des produits disponibles, fournissent une puissante source d'amplification et de propagation des chocs technologiques ou des chocs sur les préférence. Pour ces deux modèles, la spécification permet d'identifier le paramètre contrôlant les complémentarités de celui des markups, et on évite alors le problème d'identification du paramètre d'effet de report technologique.

3.3.4. *Résumé*

De manière globale, la présence de complémentarités sous forme d'externalité de production est corroborée par différentes études. Partant de ce constat, nous avons montré comment intégrer ces interactions dans un modèle macroéconomique dynamique et stochastique, sans remettre en cause la reproduction des faits stylisés essentiels des fluctuations agrégées. Les travaux de BAXTER et KING [1991] et de BEAUDRY et DEVEREUX [1993] suggèrent que les modèles associant variations de la demande et complémentarités constituent une piste de recherche prometteuse.

3.4. **Séries temporelles non linéaires**

Nous analysons pour finir la nature non-linéaire des séries et son lien avec les modèles de complémentarités. Les travaux de HAMILTON [1989] ont suscité l'attention des macroéconomistes, en considérant une économie oscillant entre deux régimes, bas ou haut, suivant un processus markovien. Estimant ce modèle sur données américaines, Hamilton met en évidence des changements de régimes.

COOPER et DURLAUF [1993] confirment ces résultats en analysant les non linéarités des séries agrégées, utilisant pour cela une méthode d'analyse arborescente²⁵. Cette méthode permet de rechercher les ruptures de tendances correspondant à des non linéarités, et ce dans de multiples dimensions. Cooper et Durlauf utilisent cette technique sur des séries de production industrielle de 1923 à 1991. En principe, les ruptures peuvent être indexées par le temps, le niveau de production ou d'autres variables. La méthode, décrite plus en détail dans l'article et dans les références qui y sont jointes, choisit le nombre optimal et la nature de ces ruptures. Les auteurs peuvent ainsi rejeter l'hypothèse que la série ait été générée par un processus AR(2) et montrer qu'il existe des ruptures dans la relation, relativement à la tendance et au niveau de production détrendé.

Comment les modèles de complémentarités peuvent ils être reliés à ces non linéarités ? Les économies de complémentarités peuvent facilement générer des comportements non linéaires par des changements de régimes, les différents régimes représentant les équilibres multiples. Pour comprendre cela, considérons un modèle statique, comme dans Cooper et John, dans lequel les complémentarités stratégiques sont suffisantes pour générer des équilibres multiples. Etant donné les paramètres θ du jeu, appelons $\zeta(\theta)$ l'ensemble des équilibres. Selon les valeurs de θ , il peut y avoir des équilibres multiples ou un équilibre unique. Supposons maintenant que le jeu soit répété un certain nombre de fois avec une nouvelle valeur de θ tirée à chaque étape et avec un équilibre choisie dans $\zeta(\theta)$. Pour certaines valeurs de θ le jeu aura des équilibres multiples et un autre mécanisme doit alors être trouvé pour sélectionner un équilibre. Sur une longue période, le choc prend différentes valeurs et l'ensemble des équilibres peut être radicalement modifié, conduisant à des changements de régimes.

25. *NdT* : traduction de "tree analysis".

COOPER [1993] conseille d'utiliser un mécanisme de sélection qui tienne compte du passé. La sélection de l'équilibre à la date t , en cas d'équilibres multiples, dépend de l'équilibre de la période précédente. Dans un tel modèle, les équilibres multiples proviennent des choix technologiques des firmes, choix qui génèrent une productivité procyclique ainsi que des non linéarités associées à ces changements de régimes.

Une autre approche, développée par WEIL [1989], utilise des "taches solaires" pour sélectionner un équilibre. L'économie fluctue autour d'un équilibre selon les réalisations d'une variable aléatoire exogène. Comme dans AZARIADIS [1981], c'est une façon de modéliser le fait que les croyances elles-mêmes peuvent influencer l'activité agrégée de manière autoréalisatrice. Les travaux de GUO et FARMER [1993] décrits plus haut en sont un autre exemple.

4 Conclusion

Notre but était de montrer les implications empiriques de l'hypothèse de complémentarités stratégiques. La courte partie théorique doit permettre au lecteur d'acquérir les bases de cette littérature et nous à permis de rassembler les propositions formulées dans différentes études.

Les grands traits caractéristiques des séries agrégées sont en accord avec le comportement des modèles de complémentarités. Un point faible, cependant est que bien d'autres modèles, sans complémentarités, décrivent aussi bien la réalité. Cependant, nous avons tenté de souligner le rôle des complémentarités par de nouvelles études (l'analyse du NIRA par COOPER et HALTIWANGER [1993b]) et des résultats permettant de distinguer les complémentarités des chocs technologiques agrégés (comme dans les estimations des complémentarités technologiques de Braun et Evans, en utilisant des observations saisonnières).

Pour utiliser un langage de turfiste, il semblerait que notre exposé se soit surtout attelé à démontrer que le modèle avec complémentarités pouvait être un bon cheval, mais que beaucoup reste à faire pour connaître le cheval qui gagnera la course. Cette recherche nous semble importante d'un point de vue normatif car les modèles de complémentarités présentent un cadre cohérent, où les individus optimisent leurs choix, mais où il existe des opportunités non réalisées, faute de coordination des décisions entre agents.

● Références bibliographiques

AZARIADIS, C. (1981). – "Self-Fulfilling Prophecies", *Journal of Economic Theory*, 25, pp. 380-96.

- BARSKY, R., MIRON, J. (1989). – “The Seasonal Cycle and the Business Cycle”, *Journal of Political Economy*, 97, pp. 503-34.
- BARTLESMAN, E., CABALLERO, R., LYONS, R. (1992). – “Short and Long Run Externalities”, *mimeo*.
- BAXTER, M., KING, R. (1991). – “Productive Externalities and Business Cycles”, Institute for Empirical Macroeconomics, Federal Reserve Bank of Minneapolis, *Discussion Paper no. 53*.
- BEAULIEU, J., MIRON, J. (1990). – “The Seasonal Cycle in U.S. Manufacturing”, *NBER Working Paper no. 3450*.
- BEAUDRY, P., DEVEREUX, M. (1993). – “Monopolistic Competition, Price Setting and the Effects of Real and Monetary Shocks”, *mimeo*.
- BENHABIB, J., FARMER, R. (1992). – “Indeterminacy and Increasing Returns”, *Working Paper no. 646*, UCLA.
- BERTOLA, G., CABALLERO, R. (1990). – “Kinked Adjustment Costs and Aggregate Dynamics”, *NBER Macroeconomics Annual*, pp. 237-87.
- BLANCHARD, O., DIAMOND, P. (1989). – “The Cyclical Behavior of Gross Flows of Workers in the United States”, *Brookings Papers on Economic Activity* 1, pp. 1-60.
- BLANCHARD, O., KIYOTAKI, N. (1987). – “Monopolistic Competition and the Effects of Aggregate Demand”, *American Economic Review*, 77, pp. 647-66.
- BRAUN, R. A., EVANS, C. (1991). – “Seasonal Solow Residuals and Christmas : A Case for Labor Hoarding and Increasing Returns”, *Working Paper WP-*, pp. 91-20, Federal Reserve Bank of Chicago.
- BRESNAHAN, T., RAMEY, V. (1992). – “Output Fluctuations at the Plant Level”, *NBER Working Paper no. 4105*.
- BRYANT, J. (1983). – “A Simple Rational Expectations Keynes-Type Model”, *Quarterly Journal of Economics*, 97, pp. 525-529.
- BURNSIDE, C., EICHENBAUM, M., REBELO, S. (1993). – “Labor Hoarding and the Business Cycle”, *Journal of Political Economy*, 101, pp. 245-73.
- CABALLERO, R. (1993). – “Durable Goods : An Explanation for their Slow Adjustment”, *Journal of Political Economy*, 101, pp. 351-84.
- CABALLERO, R., ENGEL, E. (1991). – “Dynamics (S,s) Economies”, *Econometrica*, 59, pp. 1659-86.
- CABALLERO, R., ENGEL, E. (1993). – “Microeconomic Adjustment Hazards and Aggregate Dynamics”, *Quarterly Journal of Economics*, 108, pp. 359-84.
- CABALLERO, R., HAMMOUR, M. (1993). – “The Cleansing Effect of Recessions”, *mimeo*.
- CABALLERO, R., LYONS, R. (1992). – “External Effects in U.S. Procyclical Productivity”, *Journal of Monetary Economics*, 29, pp. 209-225.
- CHATTERJEE, S. (1988). – “Participation Externality as a Source of Coordination Failure in a Competitive Model”, *mimeo*.
- CHATTERJEE, S., COOPER, R. (1993). – “Entry and Exit, Product Variety and the Business Cycle”, *mimeo*, Boston University.
- CHATTERJEE, S., COOPER, R. (1988). – “Multiplicity of Equilibria and Fluctuations in Dynamic Imperfectly Competitive Economies”, *American Economic Review : Papers and Proceedings*, 79, pp. 353-57.
- CHATTERJEE, S., COOPER, R., RAVIKUMAR, B. (1993). – “Strategic Complementarity in Business Formation : Aggregate Fluctuations and Sunspot Equilibria”, *Review of Economic Studies*, 60, pp. 795-811.
- CHATTERJEE, S., RAVIKUMAR, B. (1992). – “A Neoclassical Model of Seasonal Fluctuations”, *Journal of Monetary Economics*, 29, pp. 59-86.
- CHRISTIANO, L., EICHENBAUM, M. (1992). – “Current Real Business Cycle Theories and Aggregate Labor-Market Fluctuations”, *American Economic Review*, 82, pp. 430-50.

- COOPER, R. (1993). – “Equilibrium Selection in Imperfectly Competitive Economies with Multiple Equilibria”, *mimeo*, Boston University.
- COOPER, R., HALTIWANGER, J. (1990). – “Inventories and the Propagation of Sectoral Shocks”, *American Economic Review*, 80, pp. 170-90.
- COOPER, R., HALTIWANGER, J. (1992). – “Macroeconomic Implications of Production Bunching : Factor Demand Linkages”, *Journal of Monetary Economics*, 30, pp. 107-28.
- COOPER, R., HALTIWANGER, J. (1993a). – “The Macroeconomic Implications of Machine Replacement : Theory and Evidence”, *American Economic Review*, 83, pp. 360-82.
- COOPER, R., HALTIWANGER, J. (1993b). – “Autos and the National Industrial Recovery Act : Evidence on Industry Complementarities”, *Quarterly Journal of Economics*, 108, pp. 1043-71.
- COOPER, R., JOHN, A. (1988). – “Coordinating Coordination Failures in Keynesian Models”, *Quarterly Journal of Economics*, 103, pp. 441-63.
- COOPER, R., JOHRI, A. (1993). – “Dynamic Technological Complementarities and Aggregate Fluctuations”, *mimeo in process*, Boston University.
- COOPER, S., DURLAUF, S. (1993). – “Multiple Regimes in U.S. Output Fluctuations”, *mimeo*.
- DAVIS, S., HALTIWANGER, J. (1990). – “Gross Job Creation and Destruction : Microeconomic Evidence and Macroeconomic Implications”, *NBER Macroeconomics Annual*, pp. 123-68.
- DAVIS, S., HALTIWANGER, J. (1992). – “Gross Job Creation, Gross Job Destruction, and Employment Reallocation”, *Quarterly Journal of Economics*, 107, pp. 819-64.
- DIAMOND, P. (1982). – “Aggregate Demand Management in Search Equilibrium”, *Journal of Political Economy*, 90, pp. 881-94.
- DOMS, M., DUNNE, T. (1993). – “An Investigation into Capital and Labor Adjustment at the Plant Level”, *mimeo*, Center for Economic Studies, Census Bureau.
- DURLAUF, S. (1991). – “Multiple Equilibria and Persistence in Aggregate Fluctuations”, *American Economic Review*, 81, pp. 70-74.
- EBERLY, J. (1990). – “Adjustment of Consumers’ Durables Stocks : Evidence from Automobile Purchases”, *mimeo*, MIT.
- FARMER, R., GUO, J. T. (1993). – “Real Business Cycles and the Animal Spirits Hypothesis”, *mimeo*.
- HALL, R. (1986). – “Market Structure and Macroeconomic Fluctuations”, *Brookings Papers on Economic Activity*, pp. 285-322.
- HALL, R. (1988). – “The Relationship between Price and Marginal Cost in U.S. Industry”, *Journal of Political Economy*, 96, pp. 921-47.
- HALL, R. (1991a). – *Booms and Recessions in a Noisy Economy*, New Haven, Yale University Press.
- HALL, R. (1991b). – “Labor Demand, Labor Supply and Employment Volatility”, in *NBER Macroeconomics Annual*, ed. by O. Blanchard and S. Fischer, Cambridge, MIT Press.
- HAMILTON, J. (1989). – “A New Approach to the Economic Analysis of NonStationary Time Series and the Business Cycle”, *Econometrica*, 57, pp. 357-84.
- HAMERMESH, D. (1989). – “Labor Demand and the Structure of Adjustment Costs”, *American Economic Review*, 79, pp. 674-89.
- HART, O. (1982). – “A Model of Imperfect Competition with Keynesian Features”, *Quarterly Journal of Economics*, 97, pp. 109-38.
- HELLER, W. (1986). – “Coordination Failure Under Complete Markets with Applications to Effective Demand”, in *Equilibrium Analysis, Essays in Honor of Kenneth*

- J. Arrow, Volume II, edited by Walter Heller, Ross Starr and David Starrett, Cambridge, Cambridge University Press.
- HOWITT, P. (1985). – “Transactions Costs in the Theory of Unemployment”, *American Economic Review*, 75, pp. 88-101.
- HOWITT, P., McAFEE, P. (1988). – “Stability of Equilibria with Externalities”, *Quarterly Journal of Economics*, 103, pp. 261-77.
- KING, R., PLOSSER, C., REBELO, S. (1988). – “Production, Growth and Business Cycles : I. The Basic Neoclassical Model”, *Journal of Monetary Economics*, 21, pp. 195-232.
- KIYOTAKI, N. (1988). – “Multiple Expectational Equilibria Under Monopolistic Competition”, *Quarterly Journal of Economics*, 103, pp. 695-766.
- KLENOW, P. (1991). – “Externalities and Economic Fluctuations”, *mimeo*, Stanford University.
- KLENOW, P. (1992). – “Learning Curves and the Cyclical Behavior of Manufacturing Industries”, *University of Chicago*, *mimeo*.
- LONG, J., PLOSSER, C. (1983). – “Real Business Cycles”, *Journal of Political Economy*, 91, pp. 36-69.
- LONG, J., PLOSSER, C. (1987). – “Sectoral vs. Aggregate Shocks in the Business Cycle”, *American Economic Review : Papers and Proceedings*, 77, pp. 333-36.
- MILGROM, P., ROBERTS, J. (1990). – “Rationalizability, Learning and Equilibrium in Games with Strategic Complementarities”, *Econometrica*, 58, pp. 1255-78.
- MIRON, J., ZELDES, S. (1988). – “Seasonality, Costs Shocks and the Production Smoothing Model of Inventories”, *Econometrica*, 56, pp. 877-908.
- MORTENSON, D., PISSARIDES, C. (1993). – “The Cyclical Behavior of Job Destruction and Creation”, *mimeo*.
- MURPHY, K., SHLEIFER, A., VISHNY, R. (1989). – “Increasing Returns, Durable and Economic Fluctuations”, *mimeo*.
- MURPHY, K., SHLEIFER, A., VISHNY, R. (1989). – “Building Blocks of Market Clearing Business Cycle Models”, in *NBER Macroeconomics Annual* ed. by O. Blanchard and S. Fischer.
- POWER, L. (1993). – “An Analysis of the Determinants and Conséquences of Investment Spikes in U.S. Manufacturing Plants”, *mimeo*.
- RAMEY, V. (1987). – “Two Studies of Inventory Investment : Inventories as Factors of Production and Nonconvex Costs in the Production Smoothing Model”, PhD. dissertation, Stanford University.
- SHEA, J. (1993a). – “Do Supply Curves Slope Up ?”, *Quarterly Journal of Economics*, 108, pp. 1-32.
- SHEA, J. (1993b). – “Complementarities and Comovements”, *mimeo*, University of Wisconsin.
- SHLEIFER, A. (1986). – “Implementation Cycles”, *Journal of Political Economy*, 94, pp. 1163-90.
- VIVES, X. (1990). – “Nash Equilibrium with Strategic Complementarities”, *Journal of Mathematical Economics*, 19, pp. 305-321.
- WEIL, P. (1989). – “Increasing Returns and Animal Spirits”, *American Economic Review*, 79, pp. 889-94.
- WEITZMAN, M. (1982). – “Increasing Returns and the Foundation of Unemployment Theory”, *Economic Journal*, 92, pp. 787-804.