

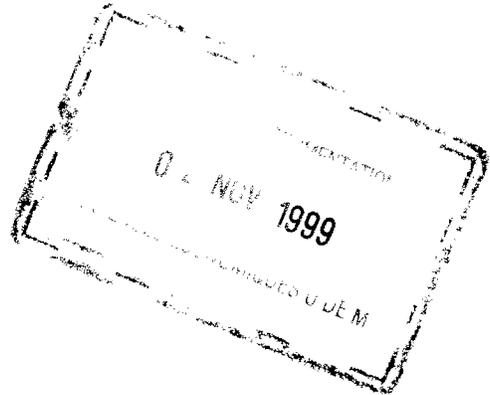
Croissance économique : Dynamique des métropoles américaines

Pierre Langlois

Université de Montréal

septembre 1999

Sommaire



Depuis le début des années soixante-dix, le paysage métropolitain américain a été immensément bouleversé. Certaines villes en sont sorties gagnantes, d'autres non. Quels éléments favorisent la croissance urbaine? En modélisant, de façon à vérifier simultanément, la théorie de la convergence, la croissance endogène, les modèles R&D et l'effet réseaux, il semble qu'au niveau national, l'attraction du capital humain soit le meilleur facteur explicatif. Par contre, lors de sous-échantillonnage régionaux, l'effet de décentralisation économique suite à une innovation, prime.

Remerciement spéciaux à Leonard Dudley (Université de Montréal), Ulrich Blum (University of Dresden), Peter Kresl (Bucknell University), Pierre-Paul Proulx (Université de Montréal), Thomas Lemieux (University of British Columbia), Nicole Fortin (University of British Columbia), Vassilis Hajivassiliou (London School of Economics) et au MISER (Massachusetts Institute of Socio-Economic Research, University of Massachusetts)

Table des matières

I- Introduction du sujet	p. 1
II- Théories de la croissance	p. 3
2.1- Introduction des théories de la croissance	p. 3
2.2- Modèle de Solow - Swan – Modèle néoclassique	p. 3
Graphique I – Équilibre du modèle Solow – Swan	p. 5
2.3- Modèle de croissance endogène	p. 5
2.4- Résultats d'études empiriques sur la croissance endogène	p. 7
2.5- Théorie de la convergence	p. 9
2.6- Résultats empiriques sur la convergence	p.11
2.7- Modèle de croissance R&D	p.12
2.8- Résultats empiriques sur le modèle R&D	p.20
2.9- Modèle dynamique de réseaux	p.21
Graphique II – Illustration de la dynamique des coûts reliés au processus informatif selon Dudley (1999)	p.21
Graphique III – Analyse taille – range (Dudley 1999)	p.24
2.95- Résultats empiriques – modèle dynamique de réseaux	p.25
III- Modélisation	p.26
3.1- Explication des variables du modèle	p.27
3.1.1- Le revenu personnel per capita	p.27
3.1.2- Le revenu personnel per capita initial	p.28
3.1.3- Mesure du capital humain, pourcentage de la population ayant terminé des études universitaires	p.28
3.1.4- Effet réseaux	p.30

Graphique IV – Analyse taille – rang – MSAs américaines 1969	p.30
Graphique V – Analyse taille – rang – MSAs américaines 1975	p.31
Graphique VI – Analyse taille – rang – MSAs américaines 1985	p.31
Graphique VII – Analyse taille – rang – MSAs américaines 1990	p.32
Graphique VIII – Analyse taille – rang – MSAs américaines 1996	p.32
3.1.5- R&D	p.35
3.1.6- Chocs exogènes	p.36
IV- Résultats	p.37
Tableau 1 – Résultats de régression	p.37
V- Conclusion	p.42
Annexe 1	p.46
Annexe 2	p.47
Bibliographie	p.59

I – Introduction du sujet

Depuis la sédentarité de l'homme, l'entité qu'est la ville revêt une importance cruciale dans le développement social. La ville a vu sa forme physique évoluer sans cesse depuis les premiers hameaux. L'évolution des métropoles américaines est particulièrement intéressante puisque ces dernières sont relativement jeunes et ont grandi dans une ère de croissance économique sans égale. Plusieurs d'entre elles ont vu leur position hiérarchique se modifier au profit de métropoles émergentes.

Ainsi, San Diego, Phoenix et Dallas par exemple, ont pris énormément d'importance dans les dernières années. L'emploi à San Diego a augmenté d'un facteur de 85% dans les années 80. La croissance dans les activités basées sur l'innovation s'est concentrée sur quelques secteurs dont : les moteurs et turbines, l'équipement audiovisuel, les composantes électroniques et l'avionique. La croissance du capital intellectuel de San Diego semble corrélée avec son économie concentrée en haute technologie. Dallas est également un centre high-tech, sans pour autant être un centre de production de capital humain. Cette ville est pratiquement devenue le moteur économique de la région sud. Pour sa part, Phoenix fut la métropole la plus dynamique des années 80. L'emploi y a carrément doublé pendant cette période. Les industries basées sur l'innovation qui ont connu une croissance phénoménale dans cette ville d'Arizona

sont semblables à celles de San Diego. Pouvons-nous conclure qu'un seul élément a contribué à ce dynamisme, soit l'innovation?

Enfin, certaines villes se sont retrouvées de l'autre côté de la médaille. New York, Pittsburgh, Chicago et Détroit ont connu une période de croissance très lente au cours des années 80. Malgré le fait que le capital intellectuel de New York soit très élevé, l'emploi y a diminué pendant la décennie. De plus, les sources de croissance dans le secteur du capital intellectuel furent assez minces et s'agglutinèrent uniquement dans le secteur du courtage, les activités d'investissement et la consultation de gestion. Pittsburgh a, quant à elle, connu la pire diminution d'emploi de toutes les villes américaines. Les industries basées sur l'innovation ne comptent que pour 0,5 % de l'emploi total de la ville de l'acier. La situation est semblable à Chicago et à Détroit. Pourquoi donc, l'activité économique semble avoir bifurqué vers des régions plus à l'Ouest ou au Sud?

Ces deux questions donnent naissance à une question plus générale. Qu'est-ce qui contribue à la croissance économique d'une zone métropolitaine ?

II- THÉORIES DE LA CROISSANCE

2.1 - Introduction des théories de la croissance

L'étude de la croissance économique est en pleine effervescence. Plusieurs auteurs croyaient que la théorie de la croissance endogène, qui semblait vouloir expliquer mieux le phénomène de croissance, que la théorie néoclassique, était dorénavant la marche à suivre. Par contre, depuis quelques temps, de sérieux doutes ont éclos sur la validité de la croissance endogène. Mankiw, Romer et Weil (1992) expliquent les diverses variations de l'output per capita dans une coupe de pays par le modèle néoclassique avec un progrès technologique exogène et des rendements décroissants sur le capital. Aghion et Howitt (1998) tentent de rassembler les différences de chaque théorie afin de construire un modèle endogène plus efficient. Dudley (1999a) quant à lui ajoute la notion de dynamisme de réseau aux entités générant de la croissance. Il importe à cette étape de bien expliquer les différentes composantes de la théorie de la croissance.

2.2 - Modèle de Solow-Swan – Modèle néoclassique

La pierre d'assise de la théorie moderne fut posée indépendamment par Robert Solow (1956) et l'Australien Trevor Swan (1956). À partir d'une fonction de

production agrégée démontrant des rendements constants en travail et en capital, s'il n'y a pas de progrès technologique, les effets des rendements décroissants causeront éventuellement la cessation de la croissance économique. L'état ne peut donc influencer le taux de croissance à long terme d'une économie.

Le taux de croissance selon le modèle de Solow-Swan (1956) :

1,1

$$\gamma_k \equiv \frac{\dot{k}}{k} = sf(k) / k - (n + \delta)$$

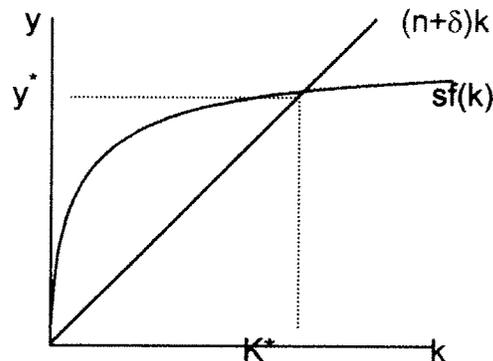
Où s est le taux d'épargne, $k = K/L$, n est le taux exogène de croissance de la population et δ est le taux de dépréciation.

Ce modèle tend vers un état stationnaire, qui est atteint lorsque :

1,2

$$sf(k) = (n + \delta)k$$

Graphique I – Équilibre du modèle Solow-Swan



Le taux de croissance est donc un phénomène exogène. L'état ne peut influencer le taux de croissance stationnaire selon Solow – Swan (1956). Par contre, on constate de très grands écarts entre les taux de croissance d'économies nationales sur de longues périodes. Il y a donc, dans les faits, une contradiction du modèle néoclassique.

2.3 – Modèle de croissance endogène

Une fois l'inefficacité du modèle néoclassique démontrée, une nouvelle approche devait être envisagée. Paul Romer (1986) et Robert Lucas (1988) arrivent à des résultats tout à fait contraires au modèle de Solow – Swan. Selon ces derniers, le taux de croissance est déterminé de façon exogène. Romer ajoute la notion de capital humain au capital physique. L'hypothèse veut qu'il y ait une relation proportionnelle entre le capital et la production.

$$Y = AK \quad 2.1$$

$$(1/L)Y=(1/L)AK \quad 2.2$$

$$y = Ak \quad 2.3$$

Donc, en remplaçant, la fonction de capital dans l'équation de croissance du modèle néoclassique (1.1) par celle ci (2.3). On obtient :

2.4

$$\gamma_k \equiv \frac{\dot{k}}{k} = sA - (n + \delta)$$

Le rôle du gouvernement serait donc d'assurer qu'il y ait un niveau suffisant de capital humain afin d'empêcher la diminution du rendement du capital physique.

Évidemment, cette ouverture à la dépense gouvernementale crée certaines craintes. Les dépenses gouvernementales nécessitent un financement par taxation, d'où un certain problème d'incitation. Selon Robert Barro (1990), si l'élasticité de substitution entre les biens publics et l'investissement privé est unitaire, la taille optimale du gouvernement maximisant l'utilité est égale à celle qui maximise la croissance.

Romer (1986) a initié un mouvement de réinvestissement de la part des gouvernements. Barro (1990) a calculé la taille optimale que cet investissement devrait être.

2.4 – Résultats d'études empiriques portant sur la croissance endogène

Barro (1991) utilise le taux d'inscription scolaire comme mesure du capital humain. Par contre, le modèle de croissance endogène de base considère le taux de croissance comme indépendant du niveau initial. Barro joint à son modèle une idée de convergence simultanément à la mesure de capital humain.

2.5

$$\ln(y_{it}) = b_0 + b_1 \ln(y_{i0}) + b_2 h_{i0} + v_t$$

Où y_{it} est le revenu per capita du pays i au temps t , y_{i0} est le revenu per capita du pays i au temps initial, h_{i0} est la mesure de capital humain au temps initial.

L'étude porte sur la période 1960 à 1985, pour un échantillon de 98 pays. Il découvre que l'hypothèse de convergence est respectée tout comme l'hypothèse de croissance endogène.

Baum et Lin (1993) estiment l'apport de certaines dépenses publiques sur le taux de croissance. Selon un échantillon de 58 pays, le taux de croissance des dépenses gouvernementales en éducation a un apport positif et significatif sur le

taux de croissance économique. Le taux de croissance des dépenses gouvernementales en bien-être social a un impact négatif, mais non significatif. Tandis que les dépenses militaires ont un impact positif également non significatif pour l'échantillon de 58 pays (1976 –1985), mais pour un échantillon de 47 pays(1975 – 1985), qui s'étend sur période temporelle plus longue l'apport est significatif positif. De plus, le taux de croissance de la population a un effet négatif et significatif.

2.6

$$\dot{y} = b_1 I / Y + b_2 \dot{G}_e + b_3 \dot{G}_d + b_4 \dot{G}_w + b_5 \dot{L}$$

Où G_e , G_d , G_w sont respectivement le taux de croissance des dépenses gouvernementales en éducation, en défense et en bien-être social.

Langlois (1998) amalgame les deux études afin de faire ressortir l'aspect de convergence et de désagrégation des dépenses publiques.

2.7

$$Cr_{8593} = \beta_0 + \beta_1 Prim_{85} + \beta_2 Sec_{85} + \beta_3 (M/Y)_{85} + \beta_4 (Y/P)_{85} + \beta_5 (GC/Y)_{85} + \beta_6 (GI/Y)_{85} + \varepsilon$$

Où Prim et Sec sont respectivement les taux d'inscription au niveau primaire et secondaire. (M/Y) représente les dépenses militaires per capita, (Y/P) le revenu initial, (GC/Y) les dépenses de consommation publique (dépenses totales moins les dépenses militaires, en transport, routes, communications, santé, construction), (GI/Y) les dépenses gouvernementales en infrastructures.

Pour un échantillon de 26 pays, divisé entre l'Amérique latine et l'Afrique subsaharienne, en voie de développement l'hypothèse de convergence est significative, tout comme les dépenses en éducation. Les dépenses en consommation publique donnent un apport négatif et significatif à la croissance du PIB. Tandis que les dépenses gouvernementales en infrastructure (transport, route, communications, santé et construction) sont positives et significatives à la croissance. Une conclusion de ce travail est qu'en présence d'un budget public très limité et de sous-développement économique les dépenses publiques en éducation devraient primées et ciblées les jeunes filles afin non seulement d'augmenter la qualité du capital humain, mais de réduire le taux de croissance de la population.

2.5 - Théorie de la convergence

Une conclusion du modèle néoclassique est la convergence conditionnelle. Une économie sous son point d'équilibre croîtra plus rapidement. La convergence absolue est tout simplement le processus de rattrapage d'une économie pauvre

sur une économie riche. Il est important de bien cerner l'entité géographique étudiée. Malgré le fait, qu'il y ait des différences au niveau de la technologie, des institutions et des préférences entre les régions, ces différences sont moindres que celles qui existent entre plusieurs pays. On devrait donc retrouver une convergence absolue entre les régions d'un pays plus aisément que dans un échantillon de pays. Dans le cas d'un échantillon de villes d'un même pays, les facteurs de production sont extrêmement mobiles. Ceci contredit l'assomption d'économie fermée du modèle néoclassique.

Deux concepts émanent de l'étude de la convergence. Premièrement, la convergence- β est associée au processus de rattrapage des économies riches par les économies pauvres. La convergence- σ , tant qu'à elle, mesure la dispersion de la variable étudiée. Par exemple, dans le cas du revenu per capita, la dispersion pourrait être le logarithme de l'écart-type à travers une coupe.

Selon Barro et Sala-i-Martin (1995) : (les deux types de convergence)

$$\beta = (1 - \alpha)(x + n + \delta)$$

et

$$\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [\ln(y_i) - \mu_t]^2$$

Où α est une constante entre 0 et 1, x est le taux de progrès technique, n est la croissance de la population, δ le taux de dépréciation, y le revenu per capita et μ est la moyenne de l'échantillon.

2.6 - Résultats empiriques portant sur la convergence

Nissan (1992) étudie des phénomènes de convergence sur la croissance du revenu personnel et de la population pour un échantillon de villes métropolitaines et non métropolitaines. Pour les deux catégories, il découvre une tendance générale vers la convergence à l'exception de la décennie des années 70. Durant cette période (70), les taux de croissance de population pour les régions non métropolitaines et les taux de croissance de population et de revenu pour les régions métropolitaines ont divergé.

Barro et Sala-i-Martin (1995) développe une forme fonctionnelle afin de tester la convergence- β . L'étude porte sur la période de 0 à T :

$$\left(\frac{1}{T}\right)\log\left(\frac{y_{iT}}{y_{i0}}\right) = a - \left[\frac{(1 - e^{-\beta T})}{T}\right]\log(y_{i0}) + u_{i0,T}$$

$u_{i0,T}$ est la moyenne des termes d'erreur entre 0 et T. a est la constante.

Avec cette équation, des variables dichotomiques régionales sont ajoutées tout comme une variable sur la structure économique dans une perspective d'ensemble (prix du baril de pétrole) . Pour un échantillon de 48 états américains sur la période 1880 – 1990, la conclusion principale est que les états convergent à une vitesse de 2 % par année. La moyenne des quatre régions américaines (Ouest, Mid-Ouest, Nord-Est, et le Sud) est semblable aux valeurs trouvées pour les états qui les composent. Si la mesure des chocs structureaux est tenue constante, l'hypothèse d'une vitesse de convergence stable à travers le temps ne peut être exclue.

2,7 - Modèle de croissance R&D

Peter Howitt et Philippe Aghion (1992), vont un peu plus loin en s'introduisant sur les pistes d'investissement. En se basant sur l'idéologie de Joseph Shumpeter de création destructrice, ils avancent que dans un secteur de recherche compétitif, les innovations verticales constituent une source de croissance importante. Chaque innovation permet de produire un bien final de façon plus efficace. Les firmes sont motivées par la présence de rentes monopolistiques suite à l'innovation, mais ces dernières seront détruites lors de la prochaine innovation. Il y a introduction de la notion de R&D à celle de la croissance économique.

En 1995, Charles Jones y va d'une critique fort importante. Selon ces travaux, les inputs en R&D ont constamment augmenté depuis le début de la période post-guerre. Parallèlement à cette augmentation, la productivité n'a pas cru selon une tendance semblable. Jones conclut que le taux de croissance à long terme est uniquement déterminé par le taux de croissance de la population.

Aghion et Howitt (1997) présente les balbutiements d'un modèle, consistant avec la critique de Jones (1995), qui sera plus tard complété dans leur ouvrage *Endogenous Growth Theory* (1998). Essentiellement, beaucoup reste à faire dans ce domaine, mais une base solide est déjà disponible.

Quelques éléments doivent être à priori clarifiés. Premièrement, il y aura utilisation d'une variante de l'argument de Young (1995a) afin d'éliminer l'effet d'échelle de la population sur la croissance. De plus, selon Romer (1990), les biens intermédiaires sont produits uniquement par du capital. Troisièmement, un seul bien final est produit avec des inputs de travail et des biens intermédiaires.

La fonction de production:

(3.1)

$$Y_t = Q_t^{\alpha-1} \left(\int_0^{Q_t} A_{it} x_{it}^{\alpha} di \right) L_t^{1-\alpha}$$

Y_t est l'output, Q_t est le nombre de biens intermédiaires existants au temps t , L_t est l'input de travail qui croît tout comme la population au taux exogène g_L , x_{it} est le flux d'output lié au produit intermédiaire i , A_{it} est un paramètre de productivité lié à la dernière version du bien intermédiaire i .

Le facteur $Q_t^{\alpha-1}$ dans (1) élimine les gains de productivité résultant de la prolifération de produits. Ainsi, ce modèle est l'opposé extrême des modèles de croissance en innovation horizontale tels Romer (1990) qui assumaient que l'expansion des variétés de produits étaient à la source de la croissance économique.

Le nombre de produits croît dans le modèle, mais en raison d'une procédure d'imitation. Le produit imité possède le même paramètre de productivité que l'original. Chaque agent économique a la même propension à imiter.

Le flux des produits imités est :

$$\dot{Q}_t = \xi L_t$$
$$\xi > 0$$

Ceci implique une convergence asymptotique du nombre de travailleurs par produit à la constante suivante :

$$\ell = g_L / \xi$$

En guise de simplification, on assume que la convergence s'est déjà déroulée lorsque l'analyse débute.

Donc:

$$L_t = \ell Q_t$$

Le bien final peut être utilisé comme bien de consommation, capital ou encore comme input dans la recherche. Chaque bien intermédiaire est produit selon

$$x_{it} = K_{it} / A_{it} \tag{3,2}$$

Chaque innovation crée une version améliorée d'un produit existant. Ainsi, le nouveau monopoleur remplace l'ancien jusqu'à la nouvelle innovation. Le nouveau monopoleur a la fonction de profit suivante qui est proportionnelle à l'innovation.

$$\pi_{it} = A_{it}\pi_t = A_{it}\alpha(1-\alpha)\ell^{1-\alpha}x_t^\alpha \quad (3.3)$$

Le même montant d'input sera utilisé dans la recherche de chaque secteur intermédiaire. $n_t = R_t/A_t^{\max}$, car le profit espéré est le même dans chaque secteur.

Donc le taux Poisson d'innovation dans chaque secteur au temps t sera:

$$\phi_t = \lambda\phi(n_t) \quad (3.4)$$

Les dépenses en recherche sont subventionnées au taux proportionnel β_n . Le coût marginal devient $1-\beta_n$ et le bénéfice marginal est le produit de la valeur de l'innovation et de l'effet marginal de la recherche sur le taux Poisson d'innovation.

On a donc

$$1 - \beta_n = \lambda \frac{\phi(n_t)}{n_t} v_t \quad (3.5)$$

$$v_t = V_t / A_t^{\max}$$

La valeur d'une innovation est la valeur présente de tous les profits gagnés par le monopoleur avant son remplacement. En utilisant 3.3, 3.4 et 3.5 on peut réécrire le flux de profit par produit ajusté à la productivité.

$$\pi_t = \alpha(1 - \alpha)\ell k_t^\alpha = \pi(k_t)\ell \quad (3.6)$$

$$\pi' > 0$$

On remarque donc que les profits augmentent en intensité capitalistique k_t . L'accumulation de capital et l'innovation sont tous les deux importants pour le taux de croissance à long terme.

$$V_t = \int_t^\infty e^{-\int_t^s (r_s + \phi_s) ds} A_t^{\max} \pi(k_s)\ell d\tau \quad 3.7$$

La croissance dans le paramètre de pointe A_t^{\max} est le résultat de l'effet de débordement produit par les innovations. À n'importe quel temps t , la technologie de pointe, est disponible à un innovateur et cette connaissance croît à un taux proportionnel à celui du taux agrégé d'innovation. Le facteur de proportionnalité, une mesure de l'impact marginal de chaque innovation sur le stock de connaissance publique est :

$$\sigma/Q_t > 0$$

Lorsque l'économie développe un nombre grandissant de produits spécialisés, une innovation d'une taille donnée liée à un produit aura un impact plus petit sur l'économie agrégée. Le taux de progrès technologique peut donc être défini ainsi :

$$g_t = \frac{\dot{A}}{A} = \sigma \lambda \phi(n_t) \quad (8)$$

On a $A_t^{\max} = A_t(1+\sigma)$, donc le taux de croissance de la productivité moyenne A_t sera aussi donné par (8). Le taux de changement du stock de capital par unité d'efficience k_t est donné par :

$$\dot{k}_t = f(k_t) - c_t(1+\sigma)/\ell - (\delta + g_L + g_t)k_t \quad (9)$$

où δ est la dépréciation du capital et c_t est la consommation par unité d'efficience de travail.

Le taux de croissance G_t de l'output réel par personne correspond au taux de croissance de l'output par unité d'efficience (k_t^α) plus le taux de progrès technologique.

$$G_t = \alpha \dot{k}_t / k_t + g_t \quad (10)$$

Les résultats sont quelque peu différents lorsque l'hypothèse de débordement international est avancée. Le modèle, ci haut décrit, donne des résultats bien intéressants. Il faut toutefois étendre le tout dans un état d'économie ouverte.

Selon un processus de transferts de technologie, il y a débordement de la R&D (*spillovers*). Le modèle suivant ne tient pas compte du commerce international et prédit qu'à long terme tous les pays croissent à un taux identique comme le veut l'étude d'Evans (1996).

Le modèle shumpetarien explique les différences d'output par capita selon les différences en capital per capita et les différences en productivité. Le modèle néoclassique quant à lui, prend les différences en productivité comme exogènes.

Supposons qu'il y a m pays, possiblement avec des paramètres et des conditions initiales différentes. Il n'y a pas d'interaction au niveau agrégé, donc l'épargne domestique va directement dans l'accumulation de capital domestique et dans la R&D. Par contre, il y a des débordements de R&D au niveau international. Le paramètre λ de la recherche en technologie dans chaque pays dépend du niveau cumulatif de R&D dans chaque pays.

$$\ln \frac{Y_t^j}{L_t^j} = a + \frac{\lambda + \gamma}{\lambda} \left[\frac{\alpha}{1 - \alpha} \ln s^j - \frac{\alpha}{1 - \alpha} \ln(\delta^j + g_L^j + g) \right] + \frac{\gamma}{\lambda} \ln \frac{D_t^j}{Y_t^j} + \frac{\gamma}{\lambda} \ln g_L^j \quad (11)$$

Où : λ est la productivité de la R&D

Cette équation est pratiquement identique à celle de Mankiw, Romer et Weil (1992), on rajoute tout simplement la fraction de l'output qui va à la R&D. C'est l'équation « multi-pays » d'Aghion – Howitt (1998).

2.8 – Résultats empiriques portant sur le modèle R & D

Dans un article précurseur, Glaeser et Shleifer (1990), élargissent l'influence des débordements technologiques sur la croissance. Ils avancent que les débordements sont très efficaces dans les villes, car la communication entre les divers agents est très intense. En utilisant un échantillon industriel de 168 villes américaines entre 1956 et 1987, ils découvrent que la compétition et la variété urbaine, mais non la spécialisation régionale, favorisent la croissance de l'emploi dans ces industries. Ils suggèrent que les débordements puissent se faire entre (*between*) les industries comparativement qu'à l'intérieur de celle-ci (*within*).

Jones et Williams (1999) développe un modèle et détermine qu'une économie décentralisée investit en deçà du niveau optimal. Les seules exceptions étant lorsqu'il y a présence d'une externalité de congestion ou d'un taux d'intérêt élevé.

2.9 – Modèle dynamique de réseaux

La dynamique des technologies d'information et de communication et du transport aurait un impact sans équivoque sur la structure sociale d'un espace géographique. Les TCI (Technologies de communication et d'information) sont particulièrement intéressantes en raison de leur implication dans les coûts de production. Innis (1951) énonce la dynamique de deux coûts dans un système de production. Premièrement, lors d'une production qui requiert une distribution spatiale des agents, la coordination de ceux-ci entraîne des coûts de transmission de l'information. Celle-ci doit être décodée, l'information doit être disponible facilement aux agents. Dudley (1995, 1999). De plus, l'information doit être stockée. Des changements dans ces coûts se répercuteront sur la structure des espaces étudiés. Toujours selon Innis (1951), une diminution des coûts de stockage mène à un phénomène de décentralisation.

Graphique II – Illustration de la dynamique des coûts reliés au processus informatif selon Dudley (1999)

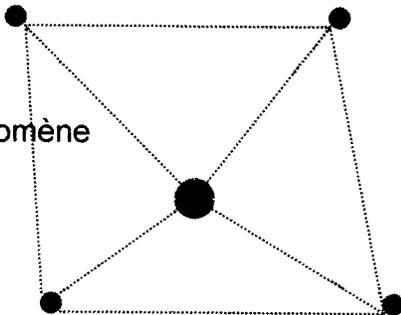
Pour un espace géographique donné, une innovation dans les *TCI*, qui diminuent les coûts de transmission de l'information, poussera les réseaux sociaux à se centraliser. Il s'agit du réseau centralisé

Le cercle rouge
représente une ville
et celle-ci envoie de
l'information vers
l'espace géographique
avoisinant. Il s'agit
du rôle de la ville
mère.



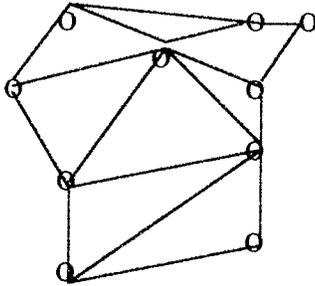
Une deuxième innovation permet de réduire les coûts de stockage de l'information. La ville mère voit son rôle relatif diminué et cela favorise l'émergence de nouveaux centres urbains. Il s'agit du réseau décentralisé.

L'émergence de
ces nouvelles villes
provoque un certain phénomène
de régionalisation.



Selon Dudley (98) lorsque les coûts de décodage diminuent suite à une innovation, on assiste à un réseau maillé.

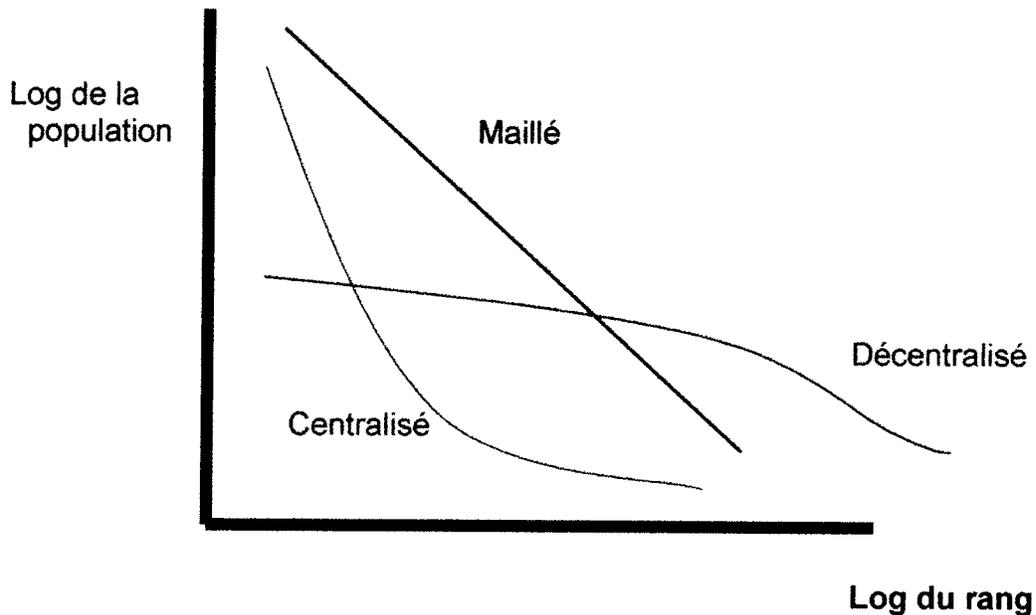
I



Les villes sont de plus en plus nombreuses et interagissent.

Graphique III – Analyse taille-rang (Dudley, 1999)

Il est intéressant de voir comment les villes agissent au sein des trois réseaux selon une analyse taille-rang.



De plus, Gabaix (1999) applique la loi de Zipf d'analyse taille-rang à la croissance des villes. Il avance que le respect de cette loi est une condition nécessaire à tout modèle de croissance urbaine. La loi est tout simplement l'obtention d'une pente négative de -1 dans un graphique taille-rang. Gabaix tente d'expliquer la loi de Zipf par la loi de Gibrat. Celle-ci stipule que la croissance des villes est indépendante de leur taille. Il conclut que si les villes

croissent de façon aléatoire, avec un taux de croissance anticipé et un écart type communs, la distribution convergera vers la loi de Zipf. Deux hypothèses mènent à la loi de Zipf. Premièrement, les comportements diffèrent selon la taille, les externalités sont identiques pour les grandes et moyennes villes mais différentes pour les petites. Deuxièmement, les villes connaissent des externalités perpétuelles qui s'accroissent à mesure qu'elles prennent de l'importance.

2.95 Résultats empiriques – modèle dynamique de réseaux

Dudley et Blum (1999) tentent d'expliquer le dynamisme qui a façonné les villes d'Europe entre 1500 et 1750. Historiquement, les villes du Nord se sont développées plus rapidement que les villes du sud. Le protestantisme étant surtout répandu au Nord, la théorie de Max Weber pourrait expliquer ce résultat étant donné que les villes du Sud sont surtout catholiques. Le mouvement protestant a toujours insisté pour que ses croyants développent leur faculté d'alphabétisation contrairement au catholicisme. Ainsi, les coûts de décodage de l'information ont diminué. De plus, cette alphabétisation a permis de développer le commerce de façon plus importante avec les libellés contractuels. Dudley et Blum (1999) testent les grandes théories de la croissance simultanément avec le modèle dynamique de réseaux.

$$d \ln POP_j = \gamma + \alpha \ln POP_{0j} + \beta Literacy_j + \gamma distance_j + \sum_{i=1}^I \delta_i X_{ij} + u_j$$

Où : POP_j est la croissance dans la ville sur l'intervalle, POP_{0j} est la population à l'année initiale, $Literacy$ est le taux d'alphabétisation sur la période, $Distance$ est la distance en Km d'un point central et X_{ij} est un ensemble de variables dichotomiques qui représentent un choc commercial. Les hypothèses de convergence, de croissance endogène et de chocs exogènes sont rejetés préférant l'hypothèse de réseaux.

III – Modélisation

La question se pose : lequel de ces modèles explicatifs capte le mieux la croissance économique? Le modèle proposé cerne les idéologies des théories ci-dessus énoncées et les teste sur un échantillon des 56 plus grandes zones métropolitaines aux Etats-Unis. (Voir liste en annexe II)

Le modèle estimé est :

$$d \ln RPC = \beta_0 + \beta_1 \ln RPC_0 + \beta_2 LIT + \beta_3 N + \beta_4 RD + \beta_5 PA + \beta_6 GL + \varepsilon$$

Où :

$\ln \text{RPC}$ = Logarithme du revenu personnel per capita sur la période 1969 – 1996

(dollars de 1996)

RPC_0 = Revenu personnel en 1969 (dollars de 1996)

LIT = Estimation du capital humain

N = Effet réseaux

RD = Estimation de la R&D

PA = région Pacifique

GL = région des Grands Lacs

3.1 – Explication des variables du modèle

3.1.1 - Le revenu personnel per capita

La variable dépendante représente le taux de croissance entre 1996 et 1969 en dollars constants de 1996. Celui-ci comprend tous les revenus disponibles pour l'individu incluant les transferts. Empiriquement, le logarithme de cette valeur est utilisée. Le tableau 2 de l'annexe II classe les zones urbaines selon la valeur brute de croissance. West Palm Beach est la ville qui a connu la plus grande progression du revenu personnel per capita. Cette ville est devenue un lieu de retraite très populaire et attire une population assez aisée. Fresno et Los Angeles, Californie, ferment la marche avec une progression assez pauvre.

3.1.2 - Le revenu personnel per capita initial

Essentiellement, cette variable tente de capter un phénomène de convergence ou de divergence entre les villes. Il sera intéressant de voir si les villes les moins fortunées rattrapent d'une certaine façon les villes plus riches. À l'aide des tableaux II et III de l'annexe II, on peut déjà remarquer que dans les sommets des tableaux on retrouve les mêmes villes (New York, San Francisco), ce qui laisse présager un possible phénomène de divergence.

3.1.3 – Mesure du capital humain, pourcentage de la population ayant terminé des études universitaires.

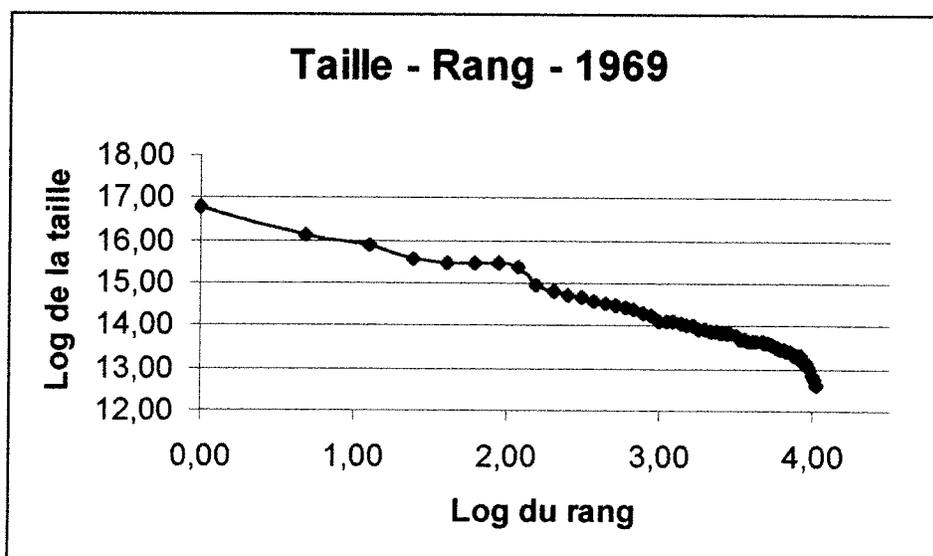
La variable 3.1.2. évaluait la théorie de la convergence, cette autre variable explicative mettra l'accent sur la croissance endogène, quelque peu à l'instar des modèles de Barro (1991) de Langlois (1998) et de Dudley (1999). Pour évaluer le rendement des régions métropolitaines en matière de capital humain, il convient d'utiliser le ratio de la population ayant terminé au moins quatre ans de scolarité universitaire. Vu la grande mobilité des travailleurs américains un dilemme survient. Certaines villes agissent comme de véritables pôles d'attraction sur la main d'œuvre qualifiée (New Orleans, Phoenix) sans toutefois en produire une quantité ou une qualité comparable. D'autres régions métropolitaines sont reconnues comme centre de production du capital humain (Boston, New York). J'utiliserai donc, deux mesures du capital humain. En un premier temps, une mesure qui capte tout simplement la quantité de capital

humain présent dans une ville et dans un second lieu, une mesure estimant la quantité et la qualité du capital humain produit par une ville, selon le classement développé par Proulx-Kresl-Langlois (1999). Ce classement est simplement une attribution de points aux villes qui possèdent des établissements universitaires dans différentes strates du *US News and World Report College Ranking*. Ainsi, une ville se voit octroyer trois points si elle a un établissement dans le premier tiers du classement, deux points pour le second tiers et ainsi de suite. Pour ce qui est du ratio de la population ayant quatre années ou plus de scolarité universitaire, une année milieu de période temporelle est choisie. Ceci est principalement dû au manque de données sur le thème de l'éducation. Toutefois, le fait de choisir une année milieu réduit le problème de non-simultanéité de l'effet d'éducation sur la croissance économique lorsqu'on étudie ces deux mesures pour une même période. Les nouveaux finissants universitaires seraient positivement liés à la croissance économique dans quelques années non pas à l'année courante. Pour ce qui est de la production du capital, la stabilité du paysage universitaire américain permet d'utiliser des données récentes. Le classement universitaire a très peu changé au cours des dernières années. Les tableaux 4 et 5 de l'annexe II présentent les villes dans un classement croissant selon les variables énoncées.

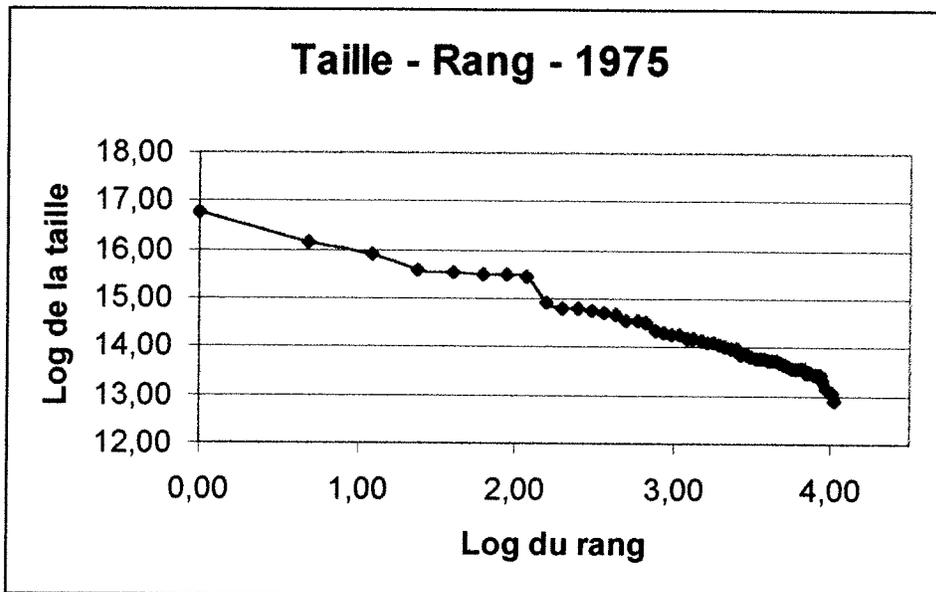
3.1.4 – Effet réseaux

Tel qu'indiqué par le graphique III – Analyse taille-rang, l'innovation en technologie de l'information forgera la structure sociale de la ville. La fin des années cinquante a vu apparaître le circuit intégré, lequel a permis le développement de l'informatique. Ainsi, les coûts reliés au stockage de l'information ont chuté, provoquant du fait même un tendance de décentralisation urbaine. Quoique la période étudiée ici 1969-1996 est beaucoup plus petite que les périodes utilisées par Dudley et Blum (1999), on remarque une perte de concavité du graphique IV au graphique VIII comme le suggère le graphique III.

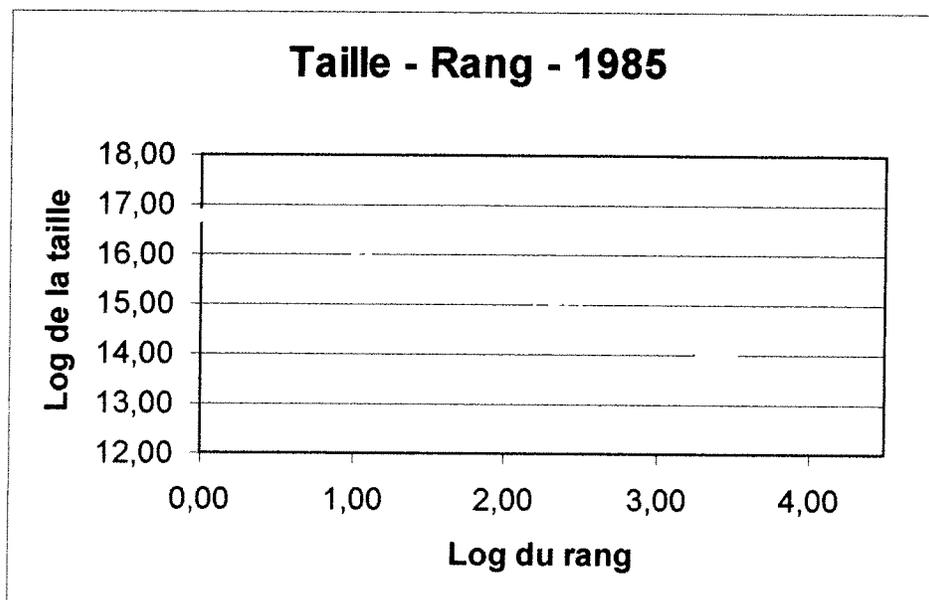
Graphique IV – Analyse taille-rang –1969 – MSAs américaines



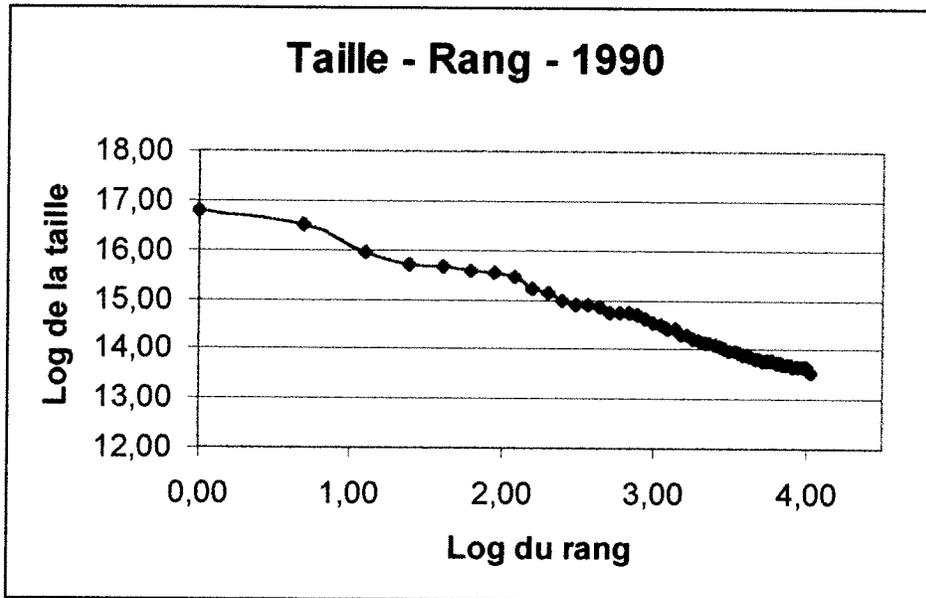
Graphique V – Analyse taille-rang –1975 – MSAs américaines



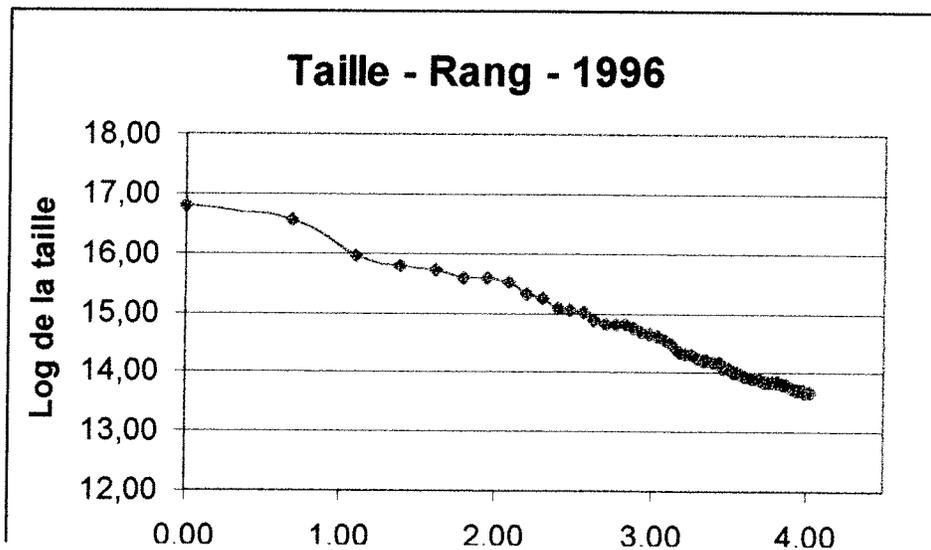
Graphique VI – Analyse taille-rang –1985 – MSAs américaines



Graphique VII – Analyse taille-rang –1990 – MSAs américaines



Graphique VIII – Analyse taille-rang –1996 – MSAs américaines



Le milieu des années 90 est le théâtre d'une autre importante innovation en technologie de l'information. La mise en réseaux via internet et la transformation en interface conviviale de plusieurs logiciels et progiciels permettent cette fois-ci d'assister à une diminution des coûts de décodage. De plus en plus d'individus deviennent familiers avec la micro-informatique, ce qui est dans un sens similaire à l'alphabétisation massive du nord de l'Europe au dix-huitième siècle (Dudley Blum, 1999). Or, ce qui est intéressant dans le cas des années quatre-vingt-dix, est la diminution simultanée de deux coûts reliés au traitement de l'information. Les coûts reliés au décodage viennent d'être exposés, mais les coûts reliés à la transmission seront également poussés vers le bas. Éventuellement, la diminution relative la plus forte (décodage vs. transmission) déterminera la nouvelle structure. Par ailleurs, quelque soit le résultat, il est assuré que la structure sociale subisse des modifications importantes puisque selon le graphique III, dans les deux cas (maillé et centralisé), il y a une transformation importante du système centralisé. Une hypothèse envisageable pourrait être liée à la taille géographique dans laquelle les villes évoluent. Par exemple, les villes américaines pourraient aboutir à un système centralisé puisque la baisse des coûts de transmission pourrait être supérieure à celle des coût de décodage, tandis qu'au Japon où le territoire est beaucoup plus compact, le réseau maillé pourrait ressortir.

Afin de mesurer l'effet réseau, suivant l'hypothèse de la décentralisation suite à l'apparition du circuit intégré, il convient de localiser les berceaux de l'activité économique avant cette innovation. Ainsi, les zones les plus éloignées de ce centre économique ont pu croître plus rapidement. Au niveau national, Chicago est un choix justifiable. Cette ville pratiquement au centre est-ouest du pays a vu son importance croître énormément dans les années soixante suite à son développement comme centre *hub*. La navigation sur les Grands Lacs et le développement de l'ouest américain a permis à Chicago de devenir l'une des villes les plus importantes du monde. Au Canada, le même phénomène peut expliquer l'émergence de Toronto comme métropole du Canada. De plus, dans une analyse régionale, la partie Est du pays, (à l'est du Mississippi) se verra attribuer New York comme centre économique pour des raisons plus qu'évidentes. Pour l'Ouest le choix est plus ambiguë entre San Francisco et Los Angeles. Certes, San Francisco fut la première à s'ériger comme ville importante de la côte ouest, suite à la ruée vers l'or de la fin du dix-neuvième siècle. Par contre, Los Angeles lui a ravi le titre de première métropole de la côte ouest. Elle est la deuxième plus grande ville du pays et a probablement pris avantage sur San Francisco grâce à la malchance de cette dernière. (tremblement de terre, feu). Ainsi, Los Angeles sera choisi comme centre économique.

3.1.5 – R&D

Mesurer la quantité de R&D dans une zone urbaine n'est pas une mince tâche. On pourrait suggérer le nombre de brevets déposés dans une ville, mais bien des inventions se développent sans brevet. De plus, il est pratiquement impossible de cerner toutes les activités de R&D. Chose certaine, lorsque de la R&D est présente il faut nécessairement un capital humain pour l'entourer. Que ce soit, par l'informatique ou la télécommunication. Ainsi, un estimateur de la R&D pourrait être une mesure du capital humain dans les secteurs de l'informatique, les communications et technologie d'information. Une liste exhaustive des emplois utilisés est en annexe I. Un classement absolu pour ces trois catégories est disponible dans le tableau 6 de l'annexe II.

3.1.6 – Chocs exogènes

Une variable dichotomique est ajoutée à fin de percevoir des chocs commerciaux exogènes. Au début de la période étudiée, les zones urbaines établies en périphérie des Grands Lacs ont pu bénéficier de la navigabilité de ces derniers. Ainsi, ces MSA devenaient des incontournables pour le système de transport. Par contre, la plupart des villes de cette région sont spécialisées dans les industries secondaires. Comme l'économie a radicalement changé vers une exploitation grandissante du troisième secteur, il sera intéressant de constater l'effet régional pour ce sous-ensemble. De plus, la région de la côte ouest a également connu un choc commercial exogène. La croissance des échanges avec l'Asie n'est pas étrange au développement des MSAs de la région. Tout comme Vancouver au Canada, plusieurs villes de la côte ouest ont su trouver profit de ces échanges.

Variable dépendante: croissance du revenu personnel per capita (69-96)

		Toutes les villes	Toutes les villes	Est	Est	Ouest	Ouest
Convergence							
	Incon	-0,2622	-0,1997	-0,3512	-0,2406	-0,2211	-0,2198
	t-ratio	-2,382	-1,743	-2,619	-1,619	-2,149	-2,024
Croissance Endogène							
% pop avec un bacc		0,8883		1,5287		1,0329	
	t ratio	2,260		2,399		2,816	
universités	sur population		10802		8148,2		35091
	t-ratio		1,405		0,8572		2,405
R&D							
Travailleur en R&D sur la population	RDPOP t ratio	2,4799 0,9181	4,612 1,828	1,1771 0,2356	5,2085 1,033	3,866 1,807	6,2654 3,316
Effet de Réseaux							
Distance	Chicago t ratio	-0,00057302 -2,252	-0,00051403 -1,946				
	NY t ratio			0,00053 1,21	0,000483 0,8765		
	L.A. t ratio					0,000845 4,759	0,0009975 5,513
Chocs exogènes							
Distance	Grands Lacs t ratio	-0,0801 -2,034	-0,0928 -2,303				
	Pacifique t ratio	-0,0386 -0,775	-0,0372 -0,724				
Constante							
	constante t ratio	1,0498 3,406	1,0019 3,088	1,1315 2,984	1,0598 0,4368	0,68672 2,243	0,82336 2,672
R²							
	R ²	0,3773	0,3382	0,311	0,1985	0,7821	0,7598
	N	55	55	35	35	20	20

Au niveau national, en prenant toutes les régions métropolitaines disponibles. La croissance endogène semble le facteur explicatif le plus important. Toutefois, il faut garder à l'esprit que la définition du capital humain a été dans ce cas scindée en deux parties : l'attraction et la production de capital humain. Vu l'immense mobilité des Américains, il semble que le fait d'être en mesure d'attirer le capital humain soit synonyme de croissance. Dans la plupart des études sur la croissance endogène, l'aspect est mis sur l'investissement en éducation afin de produire le capital humain. Cette perspective est sans doute valable dans un modèle avec une coupe transversale de plusieurs pays. Par contre, en économie urbaine avec une mobilité quasi parfaite des agents, l'attraction du capital humain est l'élément primant. Cette idée est similaire à l'idéologie derrière les modèles en R&D. Essentiellement toute recherche et développement doivent se faire avec une main d'œuvre qualifiée. Dans les résultats, le modèle R&D ne ressort pas vraiment. La raison peut être liée au premier effet de la croissance endogène qui semble gober une bonne partie de l'explication. Ensuite, la spécification des travailleurs en R&D n'est peut être pas la meilleure mesure de recherche disponible. Le nombre de centres de recherche, les budgets publics et privés consacrés à la R&D pourrait peut-être mieux cerner le phénomène. Malheureusement, les données sur ces variables ne sont pas disponibles.

La divergence est significative dans la plupart des équations régressées. Certaines villes riches seraient donc en processus d'enrichissement (New York). Toutefois, une critique de l'indice de croissance utilisée peut être faite. En effet, la situation analytique idéale en serait une où une correction des données pourraient être établie afin de bien cerner le pouvoir d'achat des agents économiques dans des zones urbaines différentes. Certes, New York est une des villes les plus riches mais parallèlement elle est une des villes les plus onéreuses.

L'effet réseaux présente des résultats surprenants, il suggère une centralisation de l'activité économique autour de Chicago. À priori, une décentralisation nationale aurait été envisagée. Trois facteurs peuvent expliquer ce résultat. Premièrement, le développement du circuit intégré n'a peut être pas touché toutes les régions américaines de façon égale. Le processus de décentralisation n'est peut être pas terminé et pourrait être capté ex-post et non ex-ante comme tel est le cas. Deuxièmement, la mesure de croissance économique utilisée n'est nécessairement ce qui est de plus limpide afin de visualiser l'activité urbaine. Une critique des instruments de mesure de croissance sera faite. Troisièmement, le choix de Chicago peut aussi laisser place à critique. Un test a été effectué avec St. Louis, qui se trouve au cœur même du pays et les résultats furent semblables. Avant la venue du circuit intégré, l'activité économique était plus concentrée sur la côte est. New York aurait peut être été un meilleur choix

de lieu de décentralisation au niveau national, mais empiriquement cette hypothèse est également rejetée.

Les chocs exogènes commerciaux cernant la région des Grands Lacs et le Pacifique présentent des résultats à la fois sans surprise et intrigant. L'effet négatif et significatif de la région des Grands Lacs représente bien la transformation industrielle de cette dernière. Les villes de Détroit et Cleveland ont connu passablement de problèmes lors de la période étudiée. Par contre, on aurait pu s'attendre à un effet positif pour le Pacifique. Cette région a connu un développement important. Par contre, la démilitarisation et l'immigration massive provenant du sud a sûrement réduit le niveau de revenu per capita. La position de Los Angeles à cet égard est très révélatrice.

Pour la deuxième équation, la croissance endogène est modifiée afin de capter la production du capital humain corrigée pour différencier la qualité. Les résultats ne démontrent pas de signification pour cette nouvelle variable, l'hypothèse de la mobilité se confirme. Ainsi, la variable sur la R&D devient positive significative. Celle-ci est semblable à la première notion de croissance endogène utilisée.

Lors de la régionalisation de l'échantillon national, est et ouest, des résultats intéressants apparaissent. Pour ce qui est de la région Est, (les villes à l'est du Mississippi) tout comme dans les deux premières analyses, la croissance

endogène évaluée avec le pourcentage de la population ayant un baccalauréat est significative et positive. Cette fois, l'effet de réseaux est positif (décentralisation) mais non significatif. Pour ce qui est de la région Ouest, l'effet réseaux devient le meilleur facteur explicatif. Ceci vient peut être confirmer, ce qui a été mentionné à l'effet que la décentralisation ne s'est pas fait à la même vitesse partout. Peut être que dans une quinzaine d'années, l'effet réseaux pourra expliquer la croissance sur l'échantillon national.

Par ailleurs, lors de l'évaluation en remplaçant le pourcentage de la population ayant un baccalauréat par la production de capital (classement universitaire), on voit que la R&D devient positive et significative et que la présence d'universités de qualité explique le mieux la croissance du revenu per capita. Ce qui laisse présager que le capital humain de la côte ouest est moins mobile que celui du reste du pays.

V Conclusion

L'étude de la croissance économique à un niveau urbain est fort différente des études à n pays qui composent la plupart des études empiriques sur le sujet. La mobilité des agents économiques, les débordements technologiques constituent les différences majeures. En résumé, une évaluation de la croissance endogène qui se base sur la capital humain et qui est parallèle aux modèles R&D expliquent relativement bien la croissance du revenu personnel sur la période 1969-1996. Toutefois, en régionalisant l'échantillon dans une coupe est/ouest, l'effet de réseaux revêt une importance certaine dans la région Ouest. Ceci pourrait résulter du fait, que l'effet réseaux est un moyen d'analyse ex-post. Il ne pourrait donc évaluer la croissance des autres régions qui sont plus en retard que l'Ouest en matière d'informatisation. La région Est semble être le terrain d'une compétition urbaine afin de s'accaparer les diplômés universitaires. Cette région possède des lieux déterminés de production du capital humain (Boston, NY, Washington) et le fait d'attirer ces diplômés a un effet sur la croissance du revenu personnel. Tandis que la situation est un peu différente dans l'Ouest, où le fait de posséder ses propres installations de haut savoir semble être lié à une croissance économique certaine. On pourrait insinuer que les gens de l'Ouest sont moins mobiles que leurs concitoyens de l'Est. La superficie du territoire occidental en est peut être une raison.

Les chocs commerciaux exogènes ne sont pas à sous-estimer. Toute la région des Grands Lacs a connu une période difficile avec les changements industriels liés à cet endroit. Pittsburgh et ses aciéries ont connu un déclin certain. On aurait pu s'attendre à une décentralisation significative pour la région de l'Est afin d'expliquer le boom économique du *South Belt* (Dallas, Houston, New Orleans). Toutefois, la contre-performance des villes de la région des Grands Lacs (Déroit, Cleveland, etc..) est venu fort probablement tuer la signification du terme de décentralisation. Celle-ci ne serait donc pas complétée pour la région Est.

La divergence des métropoles américaines est confirmée, mais toutefois les données ne sont pas corrigées afin de prendre conscience de la différence du coût de la vie à travers les zones urbaines américaines.

La taille de l'échantillon à 56 métropoles (55 en enlevant Honolulu) peut également laisser présager une modification des résultats si on avait pu incorporer un plus grand nombre de villes. Toutefois, les résultats obtenus aident certes à mieux comprendre les facteurs explicatifs de la croissance.

La mesure de la croissance

Il n'est pas évident de déterminer l'indice macro-économique à utiliser afin de quantifier la croissance. La croissance du revenu n'est pas une mesure satisfaisante. Par exemple, entre 1969 et 1996, New York arrive au second rang

en matière de croissance. Il est un fait connu, que le revenu personnel per capita est très élevé à New York, mais rien n'est dit sur le pouvoir d'achat des New Yorkais. Est ce qu'un revenu personnel de 60,000 USD à New York est plus avantageux qu'un salaire de 40 000 USD à Kansas City? Une mesure de l'indice des prix à la consommation urbains serait fort utile afin d'évaluer les villes avec un pouvoir d'achat identique. Souvent ce qui diffère entre les villes, ce sont les prix de quelques besoins de base. Le transport, le logement sont des éléments qui varie énormément d'une ville à l'autre. Une mesure du revenu personnel une fois les dépenses liées à ces deux éléments pourrait être aussi envisagée.

Inégalités sociales

Jusqu'à très récemment, on croyait que les inégalités sociales avaient un effet d'incitation sur l'accumulation du capital et sur la croissance. Par contre plusieurs études empiriques ont démontré qu'il y avait une corrélation négative entre la croissance et les inégalités (Alesina et Rodrick (1994), Perotti (1996)). Ce qui est contraire au modèle de Kuznets (1955) qui démontrait une relation en « U » inversé entre les deux phénomènes. L'effet de réseaux insinue une piste intéressante en matière de réduction des inégalités sociales. Puisque suite à une innovation, la forme dynamique des entités géographiques se modifient, comme tel est le cas de la région Ouest. Ce qui entraîne cette modification n'est rien d'autre qu'un ajustement technologique exécuté les agents via une

formation. Ainsi, afin de réduire les inégalités sociales, le rôle de l'état serait de permettre au plus grand nombre possible de gens d'avoir accès et d'utiliser cette technologie.

Application aux planificateurs sociaux

Essentiellement, tout travail dans le domaine de l'économie publique devrait impliquer une forme de recommandation aux dirigeants. Ce travail désire prendre cette voie. Tel que stipulé dans les résultats, l'attraction du capital humain, qui est près également du modèle de R&D, représente un but à atteindre. La présence d'entreprises intenses en capital humain et l'effet de grappe qui pourrait en résulter semblent être une voie à la croissance économique soutenue. Toutefois, la mobilité des travailleurs joue un rôle crucial. Dans un espace, où la mobilité est plus réduite, le Québec par exemple, il faut s'assurer qu'il y ait production d'un capital humain de qualité. Or, si la mobilité du capital humain est grande, des villes peuvent croître aisément sans essentiellement produire ce capital. C'est le cas de villes comme Memphis, Richmond, Hartford, Birmingham. De plus, l'éducation de base en matière de technologie d'information pourrait résulter à la réduction des inégalités sociales et incidemment favoriser la croissance. Toutefois, il n'est pas évident d'enseigner la micro-informatique aux défavorisés lorsque plusieurs d'entre eux sont carrément analphabètes.

Annexe I

Définition des secteur d'emplois encadrant la recherche et développement

- informatique
- terminaux
- équipement de périphérie
- communication audiovisuelle
- circuit imprimé
- semi-conducteurs
- composantes et connecteurs électroniques
- programmation
- logiciel
- ordinateur intégré
- traitement de données
- système d'information
- gestion informatique
- réparation et entretien informatique
- location informatique

Annexe II - Tableaux

Tableau 1 – Classement des régions métropolitaines par population

Metropolitan statistical areas Source : MISER	1997 population
New York-New-Jersey-Long Island	19876488
Los Angeles-Riverside-Orange County	15608886
Chicago-Gary-Kenosha	8642175
Washington – Baltimore	7206517
San Francisco – Oakland – San Jose	6700753
Philadelphia – Wilmington – Atlantic City	5971860
Boston - Worcester – Lawrence – Lowell – Brockton	5827654
Detroit - Ann Arbor - Flint	5438756
Dallas - Fort Worth	4683013
Houston – Galveston – Brazoria	4320041
Atlanta	3627184
Miami - Fort Lauderdale	3515358
Seattle - Tacoma – Bremerton	3367872
Cleveland – Akron	2908439
Phoenix – Mesa	2839539
Minneapolis - St. Paul	2792137
San Diego	2722650
St. Louis	2557806
Pittsburgh	2361019
Denver - Boulder - Greeley	2318355
Tampa - St. Pete – Clearwater	2227000
Portland - Salem	2112802
Cincinnati – Hamilton	1934145
Kansas City	1709273
Sacramento – Yolo	1655866
Milwaukee – Racine	1636572
Norfolk - Virginia Beach – Newport News	1544945
San Antonio	1511386
Indianapolis	1503468
Orlando	1467045
Columbus	1460242
Charlotte – Gastonia - Rock Hill	1350243
New Orleans	1307758
Las Vegas	1262099
Salt Lake City – Ogden	1247554
Buffalo - Niagara Falls	1164721
Greensboro – Winston - Salem – High Point	1152779
Nashville	1134524
Hartford	1105174
Rochester	1086082
Memphis	1083186
Austin - San Marcos	1071023

Raleigh -Durham – Chapel Hill	1050054
Jacksonville	1034064
Oklahoma City	1030504
Grand Rapids – Muskegon – Holland	1026295
West Palm Beach - Boca Raton	1018524
Louisville	993369
Dayton – Springfield	944934
Richmond – Petersburg	943934
Providence – Warwick – Pawtucket	904831
Greenville – Spartanburg – Anderson	904729
Birmingham	900029
Albany – Schenectady – Troy	876420
Honolulu	869857
Fresno	868703

Tableau 2 – Revenu personnel per capita pour les métropoles américaines

Différence entre 1969 et 1996

Tableau 2	
Metropolitan statistical areas	1996-1969
Différence du revenu personnel per capita, en dizaine de milliers de dollars	
Source MISER	
West Palm Beach - Boca Raton	18,721
New York-New-Jersey-Long Island	11,885
Boston – Worcester – Lawrence – Lowell – Brockton	11,687
Raleigh –Durham - Chapel Hill	11,622
San Francisco – Oakland – San Jose	11,556
Nashville	11,208
Washington – Baltimore	11,098
Memphis	11,031
Denver - Boulder – Greeley	10,976
Richmond – Petersburg	10,674
Atlanta	10,532
Charlotte – Gastonia – Rock Hill	10,443
Minneapolis - St. Paul	10,223
Hartford	10,136
Philadelphia – Wilmington – Atlantic City	10,053
Birmingham	9,894
Houston – Galveston – Brazoria	9,828
Austin - San Marcos	9,672
Seattle - Tacoma – Bremerton	9,104
Dallas - Fort Worth	9,041
Greensboro – Winsten – Salem – High Point	9,008
Tampa - St. Pete – Clearwater	8,988
Chicago-Gary-Kenosha	8,902
Jacksonville	8,837
St. Louis	8,781
Piitsburgh	8,780
Kansas City	8,625
Louisville	8,566
Milwaukee – Racine	8,501
Columbus	8,368
Indianapolis	8,305
Portland - Salem	8,124
Cincinnati –Hamilton	8,116
Greenville – Spartanburg – Anderson	7,944
Detroit - Ann Arbor – Flint	7,895
Grand Rapids – Muskegon – Holland	7,893
Providence – Warwick – Pawtucket	7,779
Albany – Schenectady – Troy	7,646

San Antonio	7,522
Phoenix – Mesa	7,313
Cleveland – Akron	7,239
New Orleans	7,174
Salt Lake City – Ogden	7,056
Orlando	7,007
Honolulu	6,747
Sacramento – Yolo	6,629
Dayton – Springfield	6,577
Buffalo - Niagara Falls	6,393
Norfolk - Virginia Beach – Newport News	6,386
Rochester	6,326
Miami - Fort Lauderdale	6,019
San Diego	5,949
Las Vegas	5,561
Oklahoma City	5,323
Los Angeles-Riverside-Orange County	4,413
Fresno	3,224

Tableau 3 – Revenu personnel per capita pour les métropoles américaines en 1969.

Tableau 3		
	Metropolitan statistical areas	1969
	Revenu personnel per capita, en dizaine de milliers de dollars (1996)	
	Source MISER	
1	New York-New-Jersey-Long Island	21.41857028
2	San Francisco - Oakland – San Jose	21.37718477
3	Hartford	20.33699618
4	Chicago-Gary-Kenosha	20.29298891
5	Honolulu	20.29277845
6	Los Angeles-Riverside-Orange County	20.10901118
7	West Palm Beach - Boca Raton	19.35939773
8	Detroit - Ann Arbor – Flint	19.21781064
9	Rochester	19.21716779
10	Seattle - Tacoma – Bremerton	19.16487279
11	Las Vegas	19.14460846
12	Washington - Baltimore	19.1060461
13	Minneapolis - St. Paul	19.07660869
14	Cleveland - Akron	18.78630744
15	Boston - Worcester – Lawrence – Lowell – Brockton	18.67919119
16	Milwaukee - Racine	18.42189399
17	Philadelphia - Wilmington – Atlantic City	18.3593749
18	San Diego	18.33268753
19	Miami - Fort Lauderdale	18.32272525
20	Dallas - Fort Worth	17.86435933
21	Denver - Boulder – Greeley	17.67350354
22	Dayton - Springfield	17.66161353
23	Sacramento - Yolo	17.65854366
24	Indianapolis	17.59290615
25	St. Louis	17.55609115
26	Kansas City	17.32374117
27	Portland - Salem	17.21937659
28	Buffalo - Niagara Falls	17.19510617
29	Albany - Schenectady – Troy	17.04833619
30	Cincinnati -Hamilton	16.785353
31	Houston - Galveston – Brazoria	16.72867375
32	Atlanta	16.70886299
33	Providence - Warwick – Pawtucket	16.69950513
34	Pittsburgh	16.57958356
35	Columbus	16.49439961
36	Richmond - Petersburg	16.30031543
37	Grand Rapids - Muskegon – Holland	16.24661462

38	Louisville	16.19827709
39	Phoenix - Mesa	16.06472079
40	Oklahoma City	15.82470179
41	Greensboro - Winsten – Salem – High Point	15.58892718
42	Fresno	15.50356773
43	Orlando	15.41825599
44	Nashville	15.0537506
45	New Orleans	15.00586485
46	Charlotte - Gastonia - Rock Hill	15.00280074
47	Tampa - St. Pete – Clearwater	14.9958956
48	Norfolk - Virginia Beach – Newport News	14.924853
49	Jacksonville	14.84272102
50	Raleigh -Durham - Chapel Hill	14.63230374
51	Birmingham	14.33288424
52	Salt Lake City - Ogden	14.21504255
53	Austin - San Marcos	13.99666427
54	Memphis	13.91459862
55	San Antonio	13.71472447
56	Greenville - Spartanburg – Anderson	13.32294619

**Tableau 4 – Ratio de la population ayant complétée quatre années de
scolarité universitaire ou plus - 1980**

Tableau 4		
Metropolitan statistical areas		1980
Ratio de la population ayant complétée 4 ans et + de scolarité univ.		
Source MISER		
1	Austin - San Marcos	0,265588958
2	Denver – Boulder – Greeley	0,253518433
3	San Francisco - Oakland - San Jose	0,249644371
4	Raleigh –Durham - Chapel Hill	0,237277938
5	Washington - Baltimore	0,231159907
6	Honolulu	0,217471755
7	Minneapolis - St. Paul	0,21619623
8	Seattle - Tacoma – Bremerton	0,215734085
9	Houston - Galveston – Brazoria	0,214809297
10	San Diego	0,208570933
11	Salt Lake City - Ogden	0,204926622
12	Hartford	0,20327209
13	Boston - Worcester - Lawrence – Lowell – Brockton	0,202599069
14	Dallas - Fort Worth	0,200398752
15	Atlanta	0,196962748
16	Richmond - Petersburg	0,196646698
17	Sacramento - Yolo	0,195554637
18	New York-New-Jersey-Long Island	0,193824497
19	Portland - Salem	0,192354592
20	Oklahoma City	0,188050091
21	Rochester	0,187070796
22	Columbus	0,184652438
23	Los Angeles-Riverside-Orange County	0,184185967
24	Albany - Schenectady – Troy	0,180588029
25	Phoenix - Mesa	0,178165377
26	Kansas City	0,177641153
27	Chicago-Gary-Kenosha	0,177111899
28	West Palm Beach - Boca Raton	0,170972688
29	Nashville	0,167554744
30	Milwaukee - Racine	0,167551731
31	Philadelphia - Wilmington – Atlantic City	0,165442758
32	Miami - Fort Lauderdale	0,161121424
33	New Orleans	0,160573085
34	Orlando	0,156971602
35	San Antonio	0,155651488
36	St. Louis	0,154667042
37	Indianapolis	0,153237073
38	Dayton - Springfield	0,152859982

39	Cincinnati -Hamilton	0,152441382
40	Birmingham	0,149925199
41	Cleveland - Akron	0,149652443
42	Norfolk - Virginia Beach - Newport News	0,149457574
43	Detroit - Ann Arbor - Flint	0,147787849
44	Greensboro - Winsten - Salem – High Point	0,147343203
45	Providence - Warwick - Pawtucket	0,1468896
46	Fresno	0,146691169
47	Charlotte - Gastonia - Rock Hill	0,145647771
48	Buffalo - Niagara Falls	0,144607738
49	Memphis	0,144171207
50	Grand Rapids - Muskegon – Holland	0,142991413
51	Jacksonville	0,140800934
52	Piitsburgh	0,140187404
53	Louisville	0,136704919
54	Tampa - St. Pete – Clearwater	0,133647123
55	Greenville - Spartanburg – Anderson	0,13121444
56	Las Vegas	0,121118467

Tableau 5 – classement Universitaire par système de points- 1998

Tableau 5		
	Metropolitan statistical areas	1998
Classement Universitaire par système de point		
Source USNews and World Report		
1	Boston - Worcester - Lawrence - Lowell - Brockton	20
2	New York-New-Jersey-Long Island	14
3	Washington - Baltimore	12
4	Chicago-Gary-Kenosha	11
5	Los Angeles-Riverside-Orange County	11
6	Raleigh -Durham - Chapel Hill	7
7	Pittsburgh	6
8	San Francisco - Oakland - San Jose	6
9	Atlanta	5
10	Denver - Boulder - Greeley	4
11	San Diego	4
12	St. Louis	4
13	Detroit - Ann Arbor - Flint	3
14	Greensboro - Winsten - Salem - High Point	3
15	Houston - Galveston - Brazoria	3
16	Nashville	3
17	Philadelphia - Wilmington - Atlantic City	3
18	Providence - Warwick - Pawtucket	3
19	Rochester	3
20	Albany - Schenectady - Troy	2
21	Austin - San Marcos	2
22	Cleveland - Akron	2
23	Dallas - Fort Worth	2
24	Greenville - Spartanburg - Anderson	2
25	New Orleans	2
26	Sacramento - Yolo	2
27	Salt Lake City - Ogden	2
28	Seattle - Tacoma - Bremerton	2
29	Buffalo - Niagara Falls	1
30	Cincinnati -Hamilton	1
31	Columbus	1
32	Indianapolis	1
33	Miami - Fort Lauderdale	1
34	Minneapolis - St. Paul	1
35	Birmingham	0
36	Charlotte - Gastonia - Rock Hill	0
37	Dayton - Springfield	0
38	Fresno	0
39	Grand Rapids - Muskegon - Holland	0

40	Hartford	0
41	Honolulu	0
42	Jacksonville	0
43	Kansas City	0
44	Las Vegas	0
45	Louisville	0
46	Memphis	0
47	Milwaukee - Racine	0
48	Norfolk - Virginia Beach - Newport News	0
49	Oklahoma City	0
50	Orlando	0
51	Phoenix - Mesa	0
52	Portland - Salem	0
53	Richmond - Petersburg	0
54	San Antonio	0
55	Tampa - St. Pete - Clearwater	0
56	West Palm Beach - Boca Raton	0

Tableau 6 – Capital humain encadrant la R&D

Tableau 6	
Metropolitan statistical areas	1988
Capital humain encadrant la R&D	
Source Miser	
1 San Francisco - Oakland - San Jose	190009
2 Los Angeles-Riverside-Orange County	127393
3 New York-New-Jersey-Long Island	109049
4 Boston - Worcester – Lawrence - Lowell – Brockton	95268
5 Chicago-Gary-Kenosha	66514
6 Dallas - Fort Worth	64225
7 Washington – Baltimore	36419
8 Phoenix – Mesa	29768
9 Minneapolis - St. Paul	27614
10 San Diego	25601
11 Philadelphia – Wilmington - Atlantic City	25318
12 Atlanta	19248
13 Detroit - Ann Arbor – Flint	19158
14 Denver - Boulder – Greeley	14946
15 Houston - Galveston – Brazoria	13403
16 Seattle - Tacoma – Bremerton	13396
17 Sacramento – Yolo	11216
18 Columbus	10479
19 Portland - Salem	9221
20 Miami - Fort Lauderdale	9200
21 St. Louis	8395
22 Orlando	8226
23 Tampa - St. Pete – Clearwater	8074
24 San Antonio	7285
25 Cleveland – Akron	6915
26 Pittsburgh	6728
27 Birmingham	6722
28 Austin - San Marcos	5944
29 Hartford	5931
30 Salt Lake City – Ogden	5660
31 Milwaukee – Racine	5633
32 Raleigh -Durham – Chapel Hill	5018
33 Indianapolis	4039
34 Cincinnati –Hamilton	4029
35 Dayton – Springfield	3374
36 Kansas City	3365
37 Rochester	3159
38 Charlotte - Gastonia – Rock Hill	3152
39 Norfolk - Virginia Beach - Newport News	2815
40 Providence - Warwick – Pawtucket	2496
41 Greensboro - Winsten – Salem - High Point	2397

42 Jacksonville	2271
43 Oklahoma City	1990
44 Albany - Schenectady - Troy	1929
45 West Palm Beach - Boca Raton	1897
46 Buffalo - Niagara Falls	1841
47 Nashville	1486
48 Memphis	1419
49 Honolulu	1249
50 New Orleans	1072
51 Richmond - Petersburg	1047
52 Grand Rapids - Muskegon - Holland	972
53 Greenville - Spartanburg - Anderson	607
54 Louisville	597
55 Las Vegas	579
56 Fresno	196

Bibliographie

- Aghion, P et P. Howit, "A Model of Growth through Creative Destruction", *Econometrica*, vol. 60, 1992, 323-351.
- Aghion, P et P. Howit, *Endogenous Growth Theory*, Mit Press, Cambridge, 1998.
- Aghion, P et J. Williamson, *Growth, Inequality and Globalization*, Cambridge University Press, Cambridge, 1998.
- Aghion, P. et C. Harris et P. Howitt et J. Vickers, "Competition, Market Structure and Growth with Step-by-Step Innovation" *The Ohio-State University*, Septembre 1997.
- Alesina, A. et R. Perotti, "The Political Economy on Growth : A Critical Survey of the Recent Literature" *World Bank Economic Review*, vol. 8, 1994, 351-371.
- Barro, Robert, "Government Spending in a Sample Model of Endogenous Growth", *Journal of Political Economy*, vol. 5, 1990, 103-125.
- Barro, Robert et Xavier Sala-I-Martin, "Quality Improvements in Models of Growth" *NBER Working Paper no. 4610*, 1990.
- Barro, Robert et Xavier Sala-I-Martin, "Convergence" *Journal of Political Economy*, 100, 1990, 223-251.
- Barro, Robert et Xavier Sala-I-Martin, *Economic Growth*, McGraw-Hill, New York, 1995.
- Baum, Donald et Shuanglin Lin. "The Differential Effects on Economic Growth of Government Expenditures on Education, Welfare, and Defense", *Journal of Economic Development*, Vol 18, Juin 1993, p. 175 – 185.
- Baumol, William. "Productivity Growth, Convergence among Countries", *Journal of International Economics*, Vol. 40, 1996, 1072-1085.
- Blum, Ulrich et Leonard Dudley. "Religion and Economic Growth, Was Weber Right?", *Université de Montréal*, 1999.

- Cassou, S. et K. Lansing. "Optimal Tax Reform and Public-Sector Investment in Human Capital" *Federal Reserve Bank of San Francisco*, Septembre 1998.
- Dudley, Leonard. "Space, Time, Number : Harold Innis as Evolutionary Theorist", *Canadian Journal of Economics*, Vol. 28, 1995, 754-769.
- Dudley, Leonard. "Technology, Networks and Social Policy: Lessons from the Economic History of the West", *Université de Montréal*, 1999.
- Dudley, Leonard. "Communications and Economic Growth" *European Economic Review*, Vol. 43, 1999, 595-619.
- Dudley, Leonard. "The Rationality of Revolution", *Université de Montréal*, 1999.
- Evans, P. "Using Cross-Country Variances to Evaluate Growth in Developing Countries" *Journal of Economic Dynamics and Control*, 20, 1996, p. 1027 – 1049.
- Gabaix, Xavier. " Zipf's Law and the Growth of Cities", *American Economic Review*, 1999, 129 –135.
- Glaeser, Edward. " The Economics of Cities", *NBER Reporter*, Hiver 1997-98, p.11-13.
- Glaeser, Edward et Heidi Kallal et Jose Scheinkman et Andrei Schleifer. " Growth in Cities" *University of Chicago*, Mars 1991.
- Hanson, Gordon. "North American Economic Integration and Industry Location" *NBER Working paper 6587*, Juin 1998.
- Helpman, E. "Innovation, Imitation, and Intellectual Property Rights", *Econometrica*, vol. 61, 1993, 1247-1280.
- Jones, Charles. "R&D Based Models of Economic Growth", *Journal of Political Economy*, vol. 103, 759 – 784.
- Jones, Charles. " Was an Industrial Revolution Inevitable? Economic Growth on the Very Long Run" *Stanford University*, 1999.
- Jones, Charles et John Williams. "Too Much of a Good Thing? The Economics of Investment in R&D", *Stanford University*, 1999.
- Jorgenson, Dale et Kevin Stiroh. " Information Technology and Growth ", *Harvard University*, 1999.

- Kresl, Peter et Pierre Langlois et Pierre-Paul Proulx. "La Région Métropolitaine de Montréal et les Métropoles de l'Amérique du Nord : Compétitivité et Politiques", *Rapport au Ministère des Finances du Québec*, 1999.
- Langlois, Pierre. "Vérification de la théorie de la croissance endogène pour l'Amérique Latine et l'Afrique sub-saharienne à partir d'un modèle à la Barro" *Université de Montreal*, 1998.
- Levine, R. et D. Renelt, " A Sensitivity Analysis of Cross-Country Growth Regressions", *American Economic Review*, vol. 82, 1992, 942-963.
- Lucas, Robert. "On the Mechanics of Economic Development", *Journal of Monetary Economics*, Vol. 22, 1988, 3 – 42.
- Mankiw, N.G., Romer, D. et D. Weil., "A Contribution to the Empirics of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 107, 1992, 407-437.
- Nissan, Edward. " Regional Metropolitan and Nonmetropolitan trends in Annual Growth Rates of Total Personal Income and Population", *Growth and Change*, Hiver 1992, p. 1 – 13.
- Perotti, R. "Growth, Income Distribution and Democracy ", *Journal of Economic Growth*, Vol. 1, 1996, 149-187.
- Quah, D. "Convergence Empirics Across Economies with Some Capital Mobility", *Journal of Economic Growth*, Vol. 1, 1996, 95 – 124.
- Ramsey, Frank. "A Mathematical Theory of Saving", *Economic Journal*, Vol. 38, 1928, 543-559.
- Romer, Paul. "Increasing Returns and Long run Growth", *Journal of Political Economy*, vol. 94, 1986, 1002 –1037.
- Romer, Paul "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy*, vol. 98, 1990, 71 – 102.
- Schumpeter, Joseph. *The Theory of Economic Development*, Harvard University Press, Cambridge, 1934.
- Solow, Robert. "A Contribution to the Theory of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 70, 1956, 65-94.
- Swan, Trevor. "Economic Growth and Capital Accumulation" *Economic Record*, vol. 32, 1956, 334 – 361.
- Young, A. "Growth Without Scale Effects", *NBER Working Paper no. 5211*, 1995.