

## **CROISSANCE ECONOMIQUE ET DECROISSANCE DEMOGRAPHIQUE A LONG TERME: L'OPTIMISME DU MODELE NEOCLASSIQUE PUR EST-IL JUSTIFIE?**

**Bernard Fortin et Pierre Fortin**

*Université Laval, Québec, Québec, Canada*

*Abstract* — A key prediction of Solow's neoclassical economic growth model is that in the long run standards of living would increase if population growth slowed down. That this conclusion is fragile is illustrated through a numerical model of the Canadian economy that reaches the opposite verdict through taking account of greater old age dependency, increased government expenditures related to the age structure, and reduced savings propensities. Thus there is no substitute to a finer theoretical and empirical investigation of the behaviour of the particular society under study.

*Résumé* — Le modèle néoclassique de croissance économique dû à Solow prédit qu'une réduction de la croissance démographique finit par relever le niveau de vie. La fragilité de cette prédiction est illustrée au moyen d'un modèle numérique de l'économie canadienne qui aboutit à la conclusion opposée en tenant compte de la dépendance accrue du vieil âge, de l'alourdissement des dépenses publiques à caractère démographique et de la réduction de la propension à épargner. Il n'y a donc pas de substitut à une analyse théorique et empirique plus fine des comportements de la société étudiée.

*Key Words* — economic growth, numerical model, standard of living

*Introduction*

La présente analyse vise à démontrer que l'optimisme manifesté par l'approche "néoclassique" (par exemple, Solow, 1972) quant à l'incidence à long terme de la décroissance démographique sur la croissance économique repose sur des hypothèses très fragiles. Ces hypothèses concernent, notamment, l'absence de distinction claire entre population active et population adulte totale, l'indépendance entre la structure d'âge et les dépenses publiques à caractère démographique, et l'insensibilité de la propension globale à épargner au taux de croissance démographique.

Il est bien connu que le relâchement de chacune de ces hypothèses restrictives prise séparément affaiblit le résultat selon lequel le vieillissement démographique entraîne un relèvement permanent du niveau de consommation par personne à long terme. Notre analyse n'apporte rien de nouveau sur ce plan. Nous visons plutôt à réexaminer la question en relâchant les trois hypothèses en même temps. Nous montrons que dans une telle situation, plus conforme à la réalité, le résultat optimiste de l'approche néoclassique peut être complètement renversé, c'est-à-dire qu'un ralentissement de la croissance démographique peut abaisser le profil de la consommation per capita à long terme.

Notre démonstration possède deux caractéristiques importantes qui en délimitent la portée. Premièrement, elle est fondée sur un modèle abstrait très simplifié du lien entre la démographie et l'économie en très longue période. Elle néglige plusieurs ordres de phénomènes qui nourrissent ce lien dans d'autres dimensions que celles qui sont retenues. Elle fait également abstraction de la longue transition entre deux situations de croissance économique et démographique équilibrée. Deuxièmement, elle repose sur une simulation qui requiert un paramétrage particulier de l'économie. Le choix des paramètres est destiné à refléter la réalité canadienne dans une certaine mesure, mais il demeure une approximation forcément entachée d'incertitude.

Le corollaire de cet exercice est important pour l'analyse des conséquences économiques du vieillissement de la population. Il consiste dans la proposition que l'approche néoclassique, largement favorisée par les économistes depuis une trentaine d'années pour aborder le phénomène de la croissance, ne peut déterminer sans ambiguïté la direction finale de l'effet de la décroissance démographique sur le bien-être matériel d'une collectivité. Il n'y a pas, pour connaître cet effet avec quelque précision, de substitut à la recherche théorique et empirique patiente et détaillée des comportements de la société étudiée. Il n'y a donc pas de raccourci disponible. Par ailleurs, il va de soi que le

problème de la réaction de l'économie aux perturbations démographiques doit être attaqué dans un cadre qui dépasse le niveau d'abstraction et de simplification, ainsi que l'horizon particulier — très long — retenus pour les fins de notre démonstration.

### *Méthode*

Notre approche identifie un certain nombre de canaux par lesquels le ralentissement de la croissance naturelle d'une population — ou sa diminution absolue — influe sur son bien-être économique global, entendu ici au sens de consommation par personne adulte. Nous comparons deux trajectoires de croissance économique équilibrée à long terme. La première est empruntée par une population qui connaît une croissance démographique, elle aussi équilibrée, d'un pour cent par année. La seconde est suivie par la même population dans le cas où elle connaîtrait une baisse régulière d'un pour cent par année.<sup>1</sup>

Dans ce contexte, l'hypothèse d'équilibre économique signifie que l'économie obéit à un certain nombre de paramètres relativement stables à long terme, tels le progrès annuel de la productivité, le degré de sensibilité de la production au stock d'équipement disponible, le niveau d'endettement de l'Etat, le taux de dépréciation de l'équipement, le taux d'impatience des consommateurs pour les reports de consommation, et le taux de chômage. Nous ne nous attachons pas pour l'instant aux transitions vécues par l'économie lorsque ces variables s'écartent pendant de "brèves" périodes (moins de 10 ans) de leurs tendances longues. Bien que le temps mis par l'économie à rejoindre sa trajectoire de croissance équilibrée, une fois celle-ci perturbée par le choc démographique, ne fasse pas tout à fait consensus, il nous paraît plausible d'envisager ici un long terme de 30 à 40 ans.

Il en va de même pour l'hypothèse d'équilibre démographique. Nous n'étudions pas la période de transition de la population entre un taux de croissance annuelle d'un pour cent et un taux de décroissance d'un pour cent, mais nous comparons la situation initiale avec la situation vers laquelle tend la population en longue période. Nous comparons deux populations stables.

Cela ne veut pas dire que les transitions économique et démographique n'ont pas d'importance. Nous sommes conscients, bien au contraire, de leur importance capitale pour les années à venir et de l'importance d'un programme de recherche efficace sur la question. Nous sommes cependant d'avis que, pour comprendre les transitions, et encore plus pour juger s'il est nécessaire que l'Etat intervienne sur le plan économique et sur le plan démographique, il faut d'abord bien saisir la destination ultime théorique de la population et de

l'économie. De toute façon, sur le plan technique, la comparaison de deux populations et de deux économies stables exige la mise au point d'instruments de modélisation et de calcul qui n'ont pas besoin de beaucoup de raffinement pour permettre ensuite l'analyse des transitions.

*L'approche néoclassique et son optimisme*

L'approche néoclassique à la question de l'incidence à long terme du déclin démographique sur la croissance économique donne généralement un verdict assez optimiste: le déclin démographique rehausse nettement la trajectoire de la croissance économique. Le mécanisme est simple: étant donné la propension de la population à épargner une fraction stable du revenu national pour financer l'accumulation d'équipement productif (l'investissement), un rythme de croissance moins rapide de la population active diminue la fraction de l'épargne nationale annuellement nécessaire au financement de l'investissement démographique pur — l'investissement requis pour permettre à chaque nouvel arrivant de travailler avec la même quantité et la même qualité d'équipement que ses prédécesseurs — et en laisse une plus grande fraction pour financer une augmentation de l'équipement par travailleur. La proposition est évidemment renforcée si on est témoin d'un déclin absolu de la population. Ainsi, plus équipé et mieux équipé, chaque travailleur peut alors réaliser un niveau plus élevé de production de biens ou de services.

Il pourra également atteindre un niveau plus élevé de consommation, celle-ci étant égale à la partie du revenu national qui n'est pas réinvestie. Car, non seulement l'investissement démographique pur est-il allégé, mais la hausse de la production et de revenu qui découle de l'augmentation de la quantité d'équipement par travailleur, c'est-à-dire le rendement économique du nouvel équipement, est généralement plus importante que la hausse de l'investissement annuel qui est nécessaire pour maintenir le stock d'équipement à son niveau devenu plus élevé, et qui comprend le remplacement du stock déprécié, l'investissement démographique et l'investissement associé au progrès technique.<sup>2</sup>

Le tableau 1 illustre la situation pour une population qui a coutume d'épargner 20 pour cent de son revenu national, lorsqu'elle se met à décroître d'un pour cent par année plutôt que de croître d'un pour cent. La décroissance lui permet ultimement d'augmenter son revenu et sa consommation d'environ 13 pour cent par travailleur.<sup>3</sup>

TABLEAU 1. ILLUSTRATION DE L'INCIDENCE A LONG TERME D'UN  
DECLIN DEMOGRAPHIQUE SUR LE REVENU ET LA  
CONSOMMATION SELON L'ANALYSE NEOCLASSIQUE

	Situation initiale	Situation finale	Variation
Taux de croissance démographique (1)	+1 %	-1 %	-2 %
Taux de croissance de la productivité (2)	2 %	2 %	-
Taux de dépréciation de l'équipement (3)	<u>5 %</u>	<u>5 %</u>	-
Taux de réinvestissement (4=1+2+3)	8 %	6 %	-2 %
Stock d'équipement par travailleur (000\$) (5)	<u>125</u>	<u>188,5</u>	+51%
Investissement par travailleur (6=4x5)	10	11,3	+13%
Revenu national par travailleur (000\$) (7) <sup>a</sup>	50	56,6	+13%
Taux d'épargne brute par travailleur (8)	<u>20 %</u>	<u>20 %</u>	-
Epargne (9=7x8=6)	10	11,3	+13%
Consommation par travailleur (10=7-9)	40	45,3	+13%

<sup>a</sup> On présume ici, pour fixer les idées, que chaque variation de 10% du stock d'équipement par travailleur entraîne une variation d'environ 3% de la production et du revenu dans la même direction, ce qui constitue un ordre de grandeur assez rapproché de la réalité canadienne.

*Trois corrections à l'analyse néoclassique*

Nous sommes d'avis que l'approche néoclassique ne donne pas "l'heure juste" quant aux conséquences de la chute démographique sur la croissance économique globale. Pour être plus précis, nous allons montrer qu'il suffit de tenir compte de quelques facteurs seulement pour aboutir à la conclusion opposée à la conclusion classique. Ces facteurs, mentionnés en introduction, découlent, d'une part, de l'activité gouvernementale et, d'autre part, de l'incidence du déclin démographique sur la structure par âge de la population. La pour-

suite de l'exemple du tableau 1 nous permet de constater qu'ensemble ils font diminuer d'environ 1,5 pour cent le bien-être économique. Il ne s'agit évidemment pas de prétendre ici à une réponse finale, mais plutôt d'illustrer concrètement l'importance d'une analyse et d'un calcul beaucoup plus raffinés et complets que l'approche classique pour nous permettre de bien appréhender la direction où l'évolution démographique actuelle, si elle se poursuit, entraînera la société canadienne à long terme.

#### La dépendance accrue du vieil âge

La première correction à l'analyse néoclassique peut sembler évidente; quoi qu'il en soit, elle est majeure. L'indicateur de bien-être matériel à retenir ne doit pas être la consommation par travailleur (comme au tableau 1), mais plutôt la consommation par personne adulte, qui est obtenue en ajustant le premier concept par la proportion de la population adulte qui est au travail.<sup>4</sup> Pour simplifier, nous assimilerons cette proportion au rapport entre la population de 20 à 64 ans et la population totale de 20 ans ou plus. Un calcul simple indique que si la croissance démographique passe du taux positif annuel d'un pour cent au taux négatif annuel d'un pour cent, les adultes de 20 à 64 ans passeront d'une fraction d'environ 86 pour cent des adultes de 20 ans ou plus à une fraction d'environ 78 pour cent seulement. Ainsi, la majeure partie de l'augmentation de la consommation par travailleur calculée au tableau 1 servirait à compenser la hausse du rapport de dépendance résultant du vieillissement de la structure par âge. La consommation par personne adulte n'augmenterait en fait que de 2,6 pour cent.<sup>5</sup>

Nous ne corrigeons pas ce chiffre pour la baisse concomitante du rapport de dépendance associée à la réduction du poids des jeunes de 19 ans ou moins dans la population totale, même si on conçoit facilement que la diminution du budget de dépense des adultes affecté à leurs enfants permet une consommation plus élevée de tous les autres biens et services et relève, en ce sens particulier, la consommation par personne adulte dans une société en décroissance démographique. La raison en est que nous croyons plus approprié de mesurer le bien-être économique des adultes par la taille de leur budget *total* de dépense, quelle que soit la répartition qu'ils choisissent librement de réaliser entre les divers postes de dépense à leur portée. Il n'y a pas de raison particulière de séparer ici la décision de dépenser plus ou moins au poste "enfants" des innombrables autres décisions économiques qu'ils prennent aux diverses étapes de leur vie. Cela ne veut évidemment pas dire que l'analyse des multiples facettes économiques et autres de la décision de procréer n'est

pas, par ailleurs, capitale pour d'autres fins, comme la compréhension du phénomène de la fécondité et la mise au point d'une intervention éclairée de l'Etat, le cas échéant.

### L'alourdissement des dépenses publiques

La deuxième correction à l'effet du déclin démographique sur la consommation par tête touche les dépenses publiques en biens et en services, dont l'importance est évidemment très grande au Canada comme dans les autres sociétés industrielles. Pour passer du revenu national à la consommation privée, il faut, en effet, déduire non seulement l'investissement privé, mais également la dépense publique en biens et en services. Or, le vieillissement de la population qui résulte de la chute de sa croissance naturelle et de son déclin provoque, à programmes gouvernementaux constants, une importante augmentation nette des dépenses publiques. Comme plusieurs auteurs l'ont démontré (par exemple, Clark *et al.*, 1978; F.M.I., 1986), la hausse des dépenses affectées au bien-être des personnes âgées, notamment dans les domaines de la santé et des services sociaux, l'emporte sur la baisse des dépenses reliées aux jeunes (éducation surtout) et à la maternité, du moins à long terme. Une telle augmentation sert purement à maintenir, et non pas à augmenter les services publics auxquels chaque personne aura accès au cours de sa vie. Financée par des impôts plus lourds, la hausse des dépenses publiques en biens et en services se répercute ainsi défavorablement sur le revenu disponible des adultes et les force à comprimer d'autant leur consommation privée.

Pour illustrer la situation, fixons à deux unités de pourcentage du produit intérieur brut (ou 10 milliards \$ de 1987) l'augmentation nette des dépenses publiques en biens et en services "requise" par la chute du taux annuel de croissance démographique envisagée. En l'occurrence, nous faisons augmenter cette part à 24,5 pour cent du revenu national à partir du niveau de 22,5 pour cent observé en 1985. Nous ne faisons pas un absolu de cet ordre de grandeur, mais nous l'estimons plausible compte tenu de la structure actuelle des programmes de dépense publique au Canada. La conséquence pour la sensibilité de la consommation privée par personne adulte est appréciable: plutôt que de la faire croître de 2,6 pour cent, la chute démographique la fait maintenant décroître de 1,0 pour cent.<sup>6</sup>

Dans ce contexte de longue période, nous présumons l'absence d'incidence des régimes de sécurité du revenu de la vieillesse (pensions de vieillesse, supplément de revenu garanti, allocation au conjoint, régimes de rentes du Canada et du Québec) sur la tendance de la consommation. Nous faisons l'hypothèse que les dépenses plus importantes effectuées par l'Etat au titre de ces régimes

lorsque la population a vieilli sont financées par une augmentation des impôts pendant la vie active, ce qui laisse à peu près inchangé le revenu disponible net pour la durée totale de la vie d'une génération. Il s'agit, encore ici, d'une simple approximation. Comme on sait, l'évolution des dépenses du financement de ces régimes pendant la transition entre deux populations stables peut modifier très sensiblement le bien-être des générations qui la vivent, parce qu'elle entraîne inévitablement des transferts intergénérationnels de revenu très importants des travailleurs aux retraités d'aujourd'hui. Ces derniers n'ont pas contribué à certains régimes autant qu'ils en reçoivent.

### La diminution de l'épargne nette disponible

La troisième correction modifie l'analyse néoclassique en relâchant l'hypothèse, factuellement erronée, de la stabilité de la propension globale à épargner d'une population qui vieillit. L'une des plus importantes découvertes des 20 dernières années en théorie de l'épargne est celle d'une association *positive* entre la propension nationale à épargner, soit la fraction du revenu disponible épargnée, et le taux de croissance du revenu national. C'est en particulier le cas pour les variations du taux de croissance économique qui proviennent de variations dans le taux de croissance démographique. Franco Modigliani fut le premier à faire la démonstration théorique de cette relation (Modigliani et Brumberg, 1979); il en a également fait la vérification empirique par analyse comparative internationale (Modigliani, 1970; Modigliani et Sterling, 1983). A sa suggestion, nous appellerons *effet Neisser* cette relation positive entre la propension à épargner et le taux de croissance démographique (Modigliani, 1986; Neisser, 1944).

L'explication de l'effet Neisser est simple. Lorsque la population passe de la croissance à la décroissance, la proportion des jeunes familles, qui sont dans la phase d'accumulation d'épargne en vue de la retraite, diminue, alors que celle des retraités, qui tendent à épargner peu ou à désépargner, augmente au contraire. Ce vieillissement démographique engendre donc une diminution de la propension nationale moyenne à épargner. Des calculs préliminaires révèlent un effet Neisser très appréciable: si la croissance démographique annuelle d'un pour cent se transforme en déclin annuel d'un pour cent, tandis que la croissance de la productivité demeure à deux pour cent, le taux d'intérêt à cinq pour cent, la durée de vie active à 45 ans et la durée de vie adulte à 55 ans, alors la fraction du revenu national disponible qui reste pour l'épargne nette (après dépréciation) passe de 12 pour cent à 5 pour cent environ (voir l'annexe technique).

L'effet Neisser n'est pas le seul à réduire la propension nationale à épargner lorsque s'établit le déclin démographique. Car, en plus d'entraîner une réduction de la fraction du revenu disponible épargnée, la décroissance de la population fait également diminuer le revenu disponible lui-même en proportion du revenu national.

Deux raisons importantes expliquent ce phénomène. Premièrement, les dépenses publiques en biens et en services augmentent, comme on a vu, et requièrent, à moins qu'on n'accroisse le fardeau de la dette publique, un financement supplémentaire par impôt qui fait baisser le revenu disponible des familles. Deuxièmement, le ralentissement de la croissance économique globale qui découle du déclin démographique exige un ralentissement correspondant du rythme de l'endettement public, c'est-à-dire une réduction de la propension de l'Etat à réaliser des déficits budgétaires, à moins, encore une fois, qu'on n'accepte un accroissement permanent du fardeau de la dette. Une seconde augmentation d'impôt est donc rendue nécessaire et accentue la baisse de la fraction du revenu national qui est finalement mise à la disposition des unités familiales.

La baisse du taux d'épargne nette (effet Neisser) et celle du revenu disponible en proportion du revenu national atténuent l'encouragement à la hausse de l'intensité en capital de l'économie qui découle de l'allègement de l'investissement démographique pur. Ces effets ne sont compensés qu'en partie par la réduction des déficits budgétaires qui libèrent un peu d'épargne pour le financement de l'investissement privé. Au total, le rapport capital-production de l'économie, qui augmente de 33 pour cent dans l'exemple du tableau 1, finit par croître en réalité un peu moins, soit de 25 pour cent environ.

L'affaiblissement de la hausse de l'intensité en capital de l'économie possède, comme d'habitude, deux effets opposés sur la consommation par travailleur. D'un côté, l'augmentation de la production et du revenu par travailleur est moins prononcée; de l'autre, l'investissement en équipement productif s'accroît lui aussi dans une moindre mesure. C'est le premier effet, néfaste pour la consommation, qui l'emporte sur le second, qui lui est bénéfique (voir la note 2). La perte de bien-être économique est cependant assez mince: si on superpose cette troisième correction à l'analyse classique sur les deux précédentes, la consommation par personne adulte, après le passage au déclin démographique, diminue de 1,5 pour cent plutôt que d'un pour cent. Il faut s'attacher ici plus à la direction de l'effet qu'à son ordre de grandeur.

### *Conclusion*

Nous présentons en annexe le modèle et les résultats simulés qui nous ont guidés dans notre analyse. Le modèle est fondé sur un ensemble d'hypothèses simplificatrices sur la réalité économique canadienne et sur un paramétrage qui reproduit assez fidèlement ses grandes caractéristiques. Le modèle est plus complexe que l'illustration très simple du tableau 1, mais il demeure récursif et facile à manipuler. Il conduit à la conclusion que le déclin démographique amènera une augmentation de la consommation par personne adulte de 0,8 pour cent. Mais la similitude qualitative du résultat avec celui du tableau 1 est plus importante que sa dissimilitude quantitative.

Le lecteur peut se rendre compte lui-même de la sensibilité du résultat aux valeurs des paramètres. Il suffira, pour notre propos, de souligner les deux conclusions principales de l'exercice.

Premièrement, les perspectives optimistes de l'analyse économique néoclassique de la décroissance démographique à long terme ne sont pas recevables, parce qu'elles omettent trois phénomènes importants: l'alourdissement du poids démographique et économique des personnes âgées, la plus grande place occupée par la dépense publique en biens et en services, et la réduction de l'épargne nette qui reste disponible pour le financement des nouveaux équipements. Lorsqu'on tient compte explicitement de ces trois corrections à l'analyse classique, il n'est plus du tout évident que la décroissance démographique s'accompagnera d'une amélioration des niveaux de vie. Nous n'affirmons pas que le niveau de vie diminuera, mais qu'une telle diminution est possible.

Deuxièmement, il ne nous est justement pas possible, dans l'état actuel des connaissances sur l'économie canadienne, de déterminer avec assurance si la chute démographique sera vraiment bénéfique ou maléfique pour le bien-être économique. Il faudrait, d'une part, une analyse beaucoup plus soignée de la structure par âge des comportements que nous avons étudiés; et il faudrait, d'autre part, tenir compte d'un certain nombre de comportements supplémentaires que nous avons dû négliger dans cette étude exploratoire. En particulier, la structure par âge des impôts et des transferts et du taux de participation au marché du travail (et du lien de ce dernier au taux de fécondité), la substitution possible de l'immigration à la croissance naturelle, la rétroaction de la structure d'âge sur l'âge d'entrée et de sortie du marché du travail, l'effet du nombre d'enfants sur le profil de l'épargne dans le cycle vital, la rétroaction des variations du taux d'intérêt sur l'épargne, le lien entre la productivité et l'âge, l'ouverture du pays sur les marchés internationaux de l'épargne, etc. sont des aspects importants du problème qui gagneraient à être explorés et qui pourraient modifier les résultats de façon très sensible. Il serait aussi capital d'en

tenir compte dans une analyse de la phase de transition démographique. Enfin, pour ne pas compliquer l'analyse, nous nous sommes permis d'identifier la mesure du bien-être économique à la consommation privée par personne adulte. Une étude plus complète devrait reposer sur un indicateur de bien-être plus acceptable, qui tiendrait compte du rôle de la consommation publique, du temps affecté au loisir et du nombre d'enfants librement choisi. Dans ce dernier cas, il faut toujours demeurer conscient que l'effet du déclin de la natalité sur le bien-être est le solde net du gain présumé de satisfaction qu'il procure aux personnes qui choisissent librement d'avoir moins d'enfants et, le cas échéant, de la perte de consommation ou d'autre élément socialement ou individuellement valorisé qu'il impose, en tant qu'effet externe, à tous les membres de la société.

### *Remerciements*

Nous sommes redevables aux deux lecteurs de notre manuscrit. Leurs commentaires en ont grandement amélioré la forme finale.

### *Notes*

1. Ces taux de croissance naturelle sont choisis de manière à illustrer les conséquences possibles de la baisse de la fécondité au Canada. Ce ne sont pas des absolus.
2. Nous postulons donc ici que la production de l'équipement est, à la marge, plus élevée que le taux de croissance naturel de l'économie, hypothèse généralement confirmée par la recherche empirique.
3. Bien noter qu'à long terme le taux annuel d'augmentation du revenu par personne qui résulte du progrès des techniques de production est le même pour les deux trajectoires de croissance. Celles-ci ne diffèrent qu'en ce que la seconde — qui correspond à la décroissance démographique — engendre un bien-être matériel constamment supérieur de 13 pour cent au bien-être associé à la première.
4. Il n'y a aucune perte de généralité, à ce niveau, à considérer tous les adultes de 20 à 64 ans comme des travailleurs si on est prêt à accepter l'hypothèse que le taux d'activité est relativement indépendant de la structure par âge. Ce n'est pas exactement le cas, mais il s'agit d'une bonne première approximation. Une analyse plus raffinée permettrait de corriger facilement l'erreur ainsi faite. Un problème plus profond de l'analyse est celui du traitement de la relation inverse entre le taux de fécondité et le taux d'activité féminin.
5. Dans la situation initiale, la consommation par personne adulte est de  $(40)(0,86) = 34,4$  milliers \$. Dans la situation finale, elle devient égale à  $(45,3)(0,78) = 35,295$  milliers \$, soit une augmentation de 2,6 pour cent.

6. Dans la situation initiale, la consommation par personne adulte est égale à  $(50 - (0,225)(50 - 10)(0,86) = 24,725$  milliers \$. Dans la situation finale, elle devient égale à  $(56,6 - (0,245)(56,6 - 11,3)(0,78) = 24,486$  milliers \$, soit une diminution de 1 pour cent.
7. Les membres de la population sont tous identiques, travaillent *dva* années à partir de l'âge de 20 ans et meurent avec probabilité unitaire à l'âge de  $(20 + dva)$  ans. L'économie et la population sont stables au sens de Solow (1970) et de Keyfitz (1968), respectivement. Voir Summers (1981) pour les autres hypothèses simplificatrices et la méthode d'obtention du résultat. Notre paramètre *phi* correspond au produit  $\sigma(r-\delta) = (r-\delta)/(1-\gamma)$  de Summers, où  $\delta$  est le taux d'impatience (taux d'actualisation de l'utilité) et  $\sigma$  est l'élasticité de substitution temporelle de la consommation. La valeur de *phi* est choisie de manière que les résultats de la simulation initiale ( $n = 0,01$ ) reflètent assez bien la réalité canadienne.

### Références

- Clark, R., J. Kreps et J. Spengler. 1978. Economics of aging: A survey. *Journal of Economic Literature* 16:919-962.
- Fonds Monétaire International(F.M.I). 1986. Aging and social expenditure in the major industrial countries, 1980-2025. Par P.S. Heller, R. Hemming et P.W. Kohnert, Occasional Paper No.47, Washington D.C.
- Fortin, P. 1980. Une démonstration élémentaire du théorème de Sharpe-Lotka dans le cas discret. *L'Actualité économique* 56:127-132.
- Keyfitz, N. 1968. *Introduction to the Mathematics of Population*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.
- Modigliani, F. 1970. The life-cycle hypothesis of saving and intercountry differences in the saving ratio. Dans W.A. Eltis *et al.* (dir.), *Induction, Growth and Trade*. Londres: Clarendon Press.
- \_\_\_\_\_. 1986. Life cycle, individual thrift, and the wealth of nations. *American Economic Review* 76:297-313.
- Modigliani, F. et R. Brumberg. 1979. Utility analysis and the aggregate consumption function. Dans A.A. Abel (dir.), *Collected Papers of Franco Modigliani*, vol. 2. Cambridge, Massachusetts: M.I.T. Press.
- Modigliani, F. et A. Sterling. 1983. Determinants of private saving with special reference to the role of social security – cross-country tests. Dans F. Modigliani et R. Hemming (dir.), *The Determinants of National Saving and Wealth*. New York: St. Martin's Press.
- Neisser, H.P. 1944. The economics of a stationary population. *Social Research* 11:470-490.
- Solow, R.M. 1972. *Théorie de la croissance économique*. Paris: Colin.
- Summers, L.H. 1981. Capital taxation and accumulation in a life cycle growth model. *American Economic Review* 71:533-544.

### ANNEXE TECHNIQUE

Nous présentons ici une description sommaire du modèle mathématique de simulation qui a servi de guide à notre exploration préliminaire de l'impact du déclin démographique sur la croissance économique à long terme.

Les paramètres du modèle et leurs valeurs sont les suivants:

- $a$  = élasticité de la production intérieur brute (coût des facteurs) par rapport aux variations du stock d'équipement productif (0,35).
- $b$  = paramètre d'échelle de la fonction de production (0,10).
- $dep$  = taux annuel de dépréciation du stock d'équipement (0,045).
- $dv$  = durée de la vie après 20 ans (égale à 55 ans).
- $dva$  = durée de la vie active après 20 ans (égale à 45 ans).
- $dy$  = rapport entre l'endettement public et le produit intérieur brut (prix du marché)(0,6).
- $g$  = taux annuel de croissance du produit intérieur brut par travailleur (0,02).
- $mgn$  = augmentation de la proportion des dépenses publiques en biens et en services dans le produit intérieur brut par unité de diminution du taux de croissance de la population (1,0).
- $n$  = taux annuel de croissance de la population (0,01 ou -0,01).
- $phi$  = taux annuel de croissance de la consommation par âge (0,03).
- $r$  = taux d'intérêt réel net sur l'épargne (0,05).
- $ti$  = taux de la taxation indirecte (0,11).

La fonction  $i(x,h)$  est définie comme l'intégrale de l'exponentielle négative de  $x$  entre les bornes 0 et  $h$ :

$$i(x,h) = \int_0^h e^{-xs} ds,$$

pour  $h \geq 0$ . Le modèle calcule récursivement les variables suivantes:

$$cyl = \frac{i(r - g, dva) \cdot i(n + g - phi, dv)}{i(r - phi, dv) \cdot i(n, dva)}$$

le rapport entre la consommation et le revenu de travail net (après impôts et transferts)<sup>7</sup>;

$$wyl = (cyl - 1)/(r - n - g),$$

le rapport entre la richesse et le revenu de travail net;

$$sylvn = (n + g)wyl,$$

le rapport entre l'épargne nette et le revenu de travail net;

$$sydn = sylvn (1 - a)/(1 + r(1 + ti)dy),$$

le rapport entre l'épargne nette et le revenu disponible;

$$gy = 0,225 + (0,01 - n)mgn,$$

le rapport entre la dépense publique en biens et en services et le produit intérieur brut;

$$yd = 1 - gy + (n + g)dy,$$

le revenu disponible en proportion du produit intérieur brut;

$$syn = (sydn)(yd),$$

l'épargne nette en proportion du produit intérieur brut;

$$wy = syn/(n + g),$$

la richesse privée en proportion du produit intérieur brut;

$$ky = wy - dy,$$

le rapport capital-production (rapport entre le stock d'équipement et le produit intérieur brut);

$$syb = syn + (dep)(ky),$$

le rapportt entre l'épargne brute et le produit intérieur brut;

$$cy = 1 - gy - (n + g + dep)ky,$$

le rapport entre la consommation et le produit intérieur brut;

$$kl = (b)(ky)^{1/(1-a)},$$

le stock d'équipement par travailleur en unités d'efficience (fonction de type Wicksell-Cobb-Douglas);

$$yl = (1 + ti)(b)k^a,$$

la production intérieure brute par travailleur en unités d'efficience (fonction de type Wicksell-Cobb-Douglas);

$$cl = (cy)(yl),$$

la consommation par travailleur;

$$v = \exp(-(n)(dva)) \cdot i(n, dv - dva)/i(n, dv),$$

la proportion des personnes de 65 ans ou plus dans la population de 20 ans ou plus;

$$cn = (cl)(1 - v),$$

la consommation par personne adulte (20 ans ou plus); et

$$rk = a/((ky)(1 + ti)),$$

le rendement sur l'investissement en équipement.

Le tableau A1 rapporte les résultats des simulations initiale ( $n = 0,01$ ) et finale ( $n = -0,01$ ). La variable-clé  $cn$  augmente de 0,8 pour cent par suite du déclin démographique.

TABLEAU A1. SIMULATION DE L'EFFET SUR LA CROISSANCE  
 ECOMONIQUE A LONG TERME DU PASSAGE DU TAUX  
 D'AUGMENTATION ANNUEL DE LA POPULATION DE 1 POUR CENT  
 A MOINS 1 POUR CENT

obs	A	B	DEP	DV	DVA	DY
1	0.350000	0.100000	0.045000	55.0000	45.00000	0.600000
2	0.350000	0.100000	0.045000	55.0000	45.00000	0.600000

  

obs	G	MGN	N	PHI	R	TI
1	0.020000	1.000000	0.010000	0.030000	0.050000	0.110000
2	0.020000	1.000000	-0.010000	0.030000	0.050000	0.110000

  

obs	CYL	WYL	SYLN	SYDN	GY	YD
1	1.123530	6.176483	0.185294	0.116560	0.225000	0.793000
2	1.305248	7.631200	0.076312	0.048004	0.245000	0.761000

  

obs	SYN	WY	KY	SYB	CY	KL
1	0.092432	3.081069	2.481069	0.204080	0.588920	0.137532
2	0.036531	3.653124	3.053124	0.173922	0.587078	0.189246

  

obs	YL	CL	V	CN	RK
1	0.055432	0.032645	0.143431	0.027963	0.127089
2	0.061984	0.036390	0.224944	0.028204	0.103276