HAL
open science

Vieillissement et richesse des nations

Jacques Le Cacheux, Vincent Touzé

To cite this version:

Jacques Le Cacheux, Vincent Touzé. Vieillissement et richesse des nations. Revue de l'OFCE, 2003, 86, pp.231-275. 10.3917/reof.086.0231 . hal-01018172

HAL Id: hal-01018172

https://sciencespo.hal.science/hal-01018172

Submitted on 3 Jul 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

VIEILLISSEMENT ET RICHESSE DES NATIONS *

Jacques Le Cacheux

Directeur du Département des études de l'OFCE
Professeur à l'Université de Pau et des Pays de l'Adour

Vincent Touzé

Département des études de l'OFCE, THEMA et Institut d'études politiques de Lille

Cet article examine l'impact du vieillissement sur l'accumulation patrimoniale et la croissance économique, l'objectif étant d'analyser la diffusion des effets du vieillissement dans l'économie au niveau des comportements individuels, au niveau des finances publiques ainsi qu'en termes d'équilibre général. La démarche retenue est analytique. Nous montrons que pour certaines règles institutionnelles de régime de retraite, notamment à cotisations retraite inchangées, le vieillissement est toujours un facteur de développement : l'allongement de la durée d'inactivité incitant à une épargne plus abondante, il en résulte que le vieillissement des générations actuelles est aussi favorable aux générations futures. Seule une élévation majeure du poids du système par répartition peut conduire à une contraction du patrimoine et à une réduction de la croissance. Nous discutons également du bénéfice moral du vieillissement, des conséquences possibles sur la croissance ainsi que des règles de partage équitable et de l'incidence sur l'offre de travail.

En France, comme dans le reste de l'Europe, le débat public sur le vieillissement démographique est emprunt de pessimisme, voire de catastrophisme. Dominé par les problèmes de financement des systèmes publics de retraite par répartition, il met en exergue les risques encourus par les futurs retraités ou le fardeau qu'ils représenteront pour les futures générations actives, laissant entendre que le vieillissement des sociétés occidentales développées est une malédiction. Du point de vue des finances publiques, l'allongement de la durée de la vie est, certes, probablement un facteur négatif, notamment parce qu'il oblige à reconsidérer l'ensemble des

* Une première version de cet article a été présentée au congrès annuel de la Société canadienne de science économique (Québec, 2001) ; nous remercions ses participants pour leurs commentaires. Nous sommes aussi redevable à Eric Heyer pour ses remarques critiques. Bien entendu, toutes erreurs ou omissions nous incombent.

paramètres des systèmes de retraite et à poser explicitement des questions sur la durée d'activité et la répartition des revenus et des richesses entre les générations, dont le système de retraite n'est que l'un des mécanismes. Pourtant, du point de vue du bien-être, l'allongement de la durée de la vie est surtout une bonne nouvelle : il procure en effet des gains d'utilité importants, notamment parce que, dans une perspective purement utilitariste, il accroît la durée de consommation.

En première approximation, l'hypothèse de cycle de vie suggère qu'au niveau individuel, l'allongement de la durée d'inactivité par le biais du recul de la date de décès devrait se traduire par une hausse du niveau moyen d'épargne pendant la durée d'activité. Au niveau national, parce que les générations entrant dans l'inactivité laissent place à de nouvelles générations actives, le vieillissement devrait également conduire à une hausse de l'épargne et par voie de conséquence de la richesse nationale (l'épargne supplémentaire est une externalité positive pour les générations futures). Toutefois, un tel raisonnement ne tient compte ni de l'évolution du niveau de prélèvement obligatoire lié au financement des retraites, ni des mécanismes d'équilibre macroéconomique.

L'objet de cet article est d'exposer, dans un cadre théorique simplifié, un certain nombre d'implications économiques du vieillissement démographique [1]. Le cadre d'analyse retenu est celui d'un modèle à générations imbriquées avec deux périodes de vie dans lequel on suppose que la longueur de la seconde période de vie est variable. L'article comprend sept sections. La première présente quelques considérations générales sur le vieillissement démographique, ses caractéristiques et ses conséquences économiques supposées. La deuxième section rappelle les hypothèses constitutives du modèle. Quatre niveaux d'analyse de l'impact économique du vieillissement sont ensuite détaillés dans la troisième section : l'équilibre partiel, la petite économie ouverte, l'économie fermée, puis l'économie mondiale. La quatrième section est consacrée à l'étude des conséquences du vieillissement sur le bien-être. Dans la section suivante, nous introduisons une offre de travail élastique et nous examinons les sensibilités respectives de l'intensité du travail et de l'âge désiré de cessation d'activité à l'allongement de la durée de la vie. Par la suite, nous discutons sur différents autres aspects de l'articulation entre vieillissement et activité économique. Pour terminer, nous adoptons une approche plus normative : comment les transferts entre générations doivent-ils évoluer avec l'allongement de la durée de la vie ?

1. Pour un survey sur les principales études empiriques, on peut se reporter à Malmberg (2000). Pour une discussion théorique générale, on peut se reporter à Blanchet (2001).

Le vieillissement, sa perception et ses conséquences supposées

Le phénomène de vieillissement démographique des sociétés, que l'on peut définir sommairement comme l'allongement de la durée de vie moyenne des individus qui les composent [2], est une tendance séculaire, pour ne pas dire millénaire, commune à la très grande majorité des pays, et qui apparaît intimement liée à celle du développement économique, c'est-à-dire de l'accroissement des revenus et des richesses. Les relations causales entre ces deux tendances sont vraisemblablement complexes et, comme nous nous efforcerons de le montrer dans la suite de cet article, réciproques; mais il est indéniable que l'amélioration du niveau de vie qui caractérise le développement économique favorise la longévité moyenne des individus, c'est-à-dire l'espérance de vie. Pour une bonne part, toutefois, ces gains d'espérance de vie sont, dans les premières étapes du vieillissement, dus à la baisse de la mortalité périnatale et infantile que permettent les progrès médicaux, une meilleure hygiène et une alimentation plus équilibrée. La hausse de l'espérance de vie aux âges élevés constitue, en général, l'étape suivante, celle notamment dans laquelle se trouvent, depuis plusieurs décennies, les pays économiquement les plus développés.

Par la suite, selon un idéal-type que les démographes ont baptisé « transition démographique », les populations qui bénéficient d'un allongement de la durée moyenne de la vie connaissent, pour différentes raisons, une baisse de la fécondité qui, tendanciellement, permet de stabiliser la population totale. Dans l'intervalle, cependant, la transition démographique engendre un accroissement substantiel de la population. Le processus de vieillissement démographique correspond ainsi à la combinaison de deux phénomènes: un vieillissement « par le haut de la pyramide des âges », qui traduit l'augmentation de la longévité moyenne, et un vieillissement « par le bas de la pyramide », engendré par la baisse de la fécondité, qui réduit la taille des nouvelles cohortes.

À cette évolution tendancielle, séculaire, commune à la plupart des sociétés de la planète [3], se superpose, dans la plupart des pays développés, une évolution transitoire, qui accentue momentanément — sur quelques décennies — le phénomène de vieillissement et rend plus aiguës sa perception et celles des difficultés qu'il est susceptible

2. *Cf. infra* pour une discussion précise des différentes mesures disponibles du phénomène et de leur signification.

3. Même si, du fait d'épidémies, de guerres ou autres, elle n'est pas partout apparente, il semble raisonnable de faire l'hypothèse que la transition démographique est un processus universel, les pays les plus pauvres ne s'y engageant que plus tardivement. De la sorte, la population mondiale, qui croît de manière quasi exponentielle depuis l'apparition de l'homme sur terre, finirait par se stabiliser. Voir, sur ces questions, les projections démographiques de l'ONU (2000) et la présentation stylisée d'une hypothèse de transition démographique généralisée dans INGENUE (2000).

d'engendrer : les effets, sur la taille des cohortes, de l'évolution heurtée de la fécondité au 20e siècle, caractérisée par un *baby-boom*, c'est-à-dire une hausse marquée de la fécondité dans l'immédiat après-guerre, dont l'intensité et la durée ont été très diverses selon les pays, suivi d'un *baby-bust*, c'est-à-dire une baisse, voire, dans certains cas, un effondrement de la fécondité. Conjuguées, ces deux variations de la natalité ont engendré une « bosse » dans la pyramide des âges, qui s'élève inexorablement, et dont les cohortes les plus élevées commenceront à se retirer du marché du travail dans le futur proche, provoquant une accélération brutale, mais transitoire, du vieillissement.

L'universalité du phénomène de vieillissement est illustrée par les données du tableau 1, pour un échantillon de pays. Selon ces projections dues au *US Census Bureau*, les pays en retard devraient connaître un allongement de la durée de la vie plus important que celui dont bénéficieront les pays les plus développés : entre 6 et 8 années supplémentaires d'espérance de vie à la naissance, contre environ 3 années pour les pays développés. Quant aux scénarios résumés dans le tableau 2, ils montrent qu'à l'horizon d'un siècle, le *US Census Bureau* prévoit, pour les États-Unis, une hausse de l'espérance de vie comprise entre 10 et 17 années. Cette hausse est considérable puisqu'elle signifie un allongement de la durée de la vie compris entre 13 et 22 %.

1. Espérance de vie du moment à la naissance

En années et dixièmes d'années

	2000	2025	Variation
Allemagne	78,8	81,8	+ 3 ans
Cameroun (*)	54,8	58,7	+ 3,9 ans
Chine (*)	71,4	77,4	+ 6 ans
Etats-Unis	77,1	80,6	+ 3,5 ans
France	78,8	81,8	+ 3 ans
Inde (*)	62,5	70,9	+ 8,4 ans
Japon	80,7	82,9	+ 2,2 ans
Philippines (*)	67,5	74,6	+ 7,1 ans
Royaume-Uni	77,7	81,1	+ 3,4 ans
Russie (*)	67,2	73,0	+ 2,8 ans
Turquie	71,0	77,0	+ 6 ans

(*) Prévision hors SIDA.
Source : US Census Bureau, janvier 2000.

2. Espérance de vie du moment à la naissance aux États-Unis

En années et dixièmes d'années

	2000	2025	2050	2100
Scénario bas	77,0	79,6	81,0	87,2
Scénario moyen	77,0	80,6	84,0	90,1
Scénario haut	77,0	81,1	86,1	93,8

Source : US Census Bureau, janvier 2000.

À côté de cette réalité quantifiable du vieillissement, existent des perceptions et des discours sur ce phénomène et ses conséquences. Souvent, il est associé à l'idée de la vieillesse individuelle, synonyme, dans l'imaginaire collectif de nos sociétés, de déchéance, d'enlaidissement, de capacités physiques et intellectuelles diminuées, etc. La notion de vieillesse est pourtant largement culturelle, relative et subjective (Bourdelais, 1993) ; le déclin qui est censé l'accompagner et la caractériser est lui-même fonction des conditions, matérielles et intellectuelles, dans lesquelles se déroule le processus. Dès lors, s'il est indiscutable que l'âge moyen des personnes que l'on croise dans la rue, celui des salariés de la plupart des entreprises, celui des parlementaires (Chauvel, 2002), etc., augmente effectivement avec le vieillissement actuel, il n'est pas moins évident que l'état moyen de santé, physique et mentale, des personnes plus âgées que la moyenne, celles que l'on aura tendance, dans toute société, à considérer comme « vieilles », s'améliore constamment.

L'accroissement tendanciel de la longévité est-il illimité ? La vie humaine est-elle, naturellement, génétiquement, bornée, par exemple à 130 ans ? L'allongement de l'espérance de vie correspondrait alors au fait qu'une proportion sans cesse plus importante de chaque cohorte atteindrait des âges proches de cette limite indépassable. Ou bien les progrès de l'hygiène, de l'alimentation et de la médecine sont-ils susceptibles de repousser indéfiniment cette limite ? Il ne semble pas que les scientifiques puissent, aujourd'hui, apporter une réponse ferme et définitive à cette question cruciale ; cette incertitude se reflète dans les écarts entre les scénarios des diverses projections démographiques disponibles [4].

À supposer que l'on puisse lever ces incertitudes, que dire alors des conséquences économiques du vieillissement démographique ? Outre la préoccupation, au demeurant légitime, sur l'avenir des systèmes publics de retraite par répartition, dont certains paramètres devront inéluctablement être modifiés, l'accélération perceptible du vieillissement suscite, dans les sociétés européennes et parmi les commentateurs du phénomène, des peurs dont les fondements sont, pour le moins, ténus.

4. Cette incertitude est illustrée, notamment, par les scénarios du tableau 2 pour les États-Unis. Dans le passé, la plupart des projections démographiques, notamment celles des Nations Unies, ont systématiquement sous-estimé l'allongement tendanciel de l'espérance de vie. Il semble qu'il en aille de même pour les projections réalisées ces dernières années (Dinh, 1991). Ajoutons qu'une incertitude non négligeable entoure également les évolutions futures des taux de fécondité : baisseront-ils, dans les pays où ils sont encore élevés, jusqu'à une descendance finale d'un peu plus de 2 enfants par femme, niveau qui assure juste le renouvellement des générations ? Et dans les pays développés, où ils sont souvent inférieurs à ce niveau, se redresseront-ils pour empêcher, à long terme, un déclin démographique inéluctable à court terme ? En outre, bien sûr, il est possible, voire probable, que des flux migratoires viennent modifier les conséquences des évolutions naturelles ici évoquées. Sur ce dernier point, voir notamment : ONU, 2001 ; Héran, 2002 ; Dantec, 2002a.

Elles concernent, notamment, l'évolution de la productivité moyenne de la main-d'œuvre et celle de la structure de la consommation. Sur le premier point, il existe fort peu d'éléments empiriques étayant la thèse d'une crainte d'une baisse tendancielle — ou même d'une moindre croissance — de la productivité de la main-d'œuvre du fait de l'accroissement de son âge moyen. Tout au plus convient-il de développer les possibilités de formation permanente et de recyclage pour les actifs.

Quant à la structure de la consommation, son évolution est tout aussi incertaine. Bien sûr, la part des dépenses que chaque société développée consacre à la santé a eu tendance à croître avec le vieillissement, les causalités étant évidemment dans les deux sens ; on peut donc, sans risque de se tromper, prévoir une poursuite de cette tendance. Mais est-elle vouée à s'accentuer avec le vieillissement démographique ? Oui, en raison de l'effet mécanique de l'accroissement du nombre de personnes atteignant les âges les plus élevés. Mais pour le reste, rien n'est moins sûr, car l'allongement de la durée moyenne de la vie correspond, pour une part importante, à une augmentation progressive de l'espérance de vie *en bonne santé*. De même, les dépenses de prises en charge spécifiques des personnes âgées dépendantes augmentent, et continueront de s'accroître ; mais davantage, sans doute, sous le simple effet du nombre que par tête [5].

Que consommeront les futures personnes âgées ? Sur cette question, les discours impressionnistes et néanmoins péremptoires sont légion : à quand le déclin annoncé des nouvelles technologies, que « les vieux » ne consomment guère ? À quand la disparition de certaines modes, supposées liées aux « jeunes » ? Pas si probable que l'on semble le croire, car « les vieux » de demain sont les adultes d'aujourd'hui et les jeunes d'hier, et leurs habitudes de consommation ne seront peut-être pas si radicalement différentes de celles qu'ils ont actuellement, comme le suggèrent les observations concernant la consommation, par les personnes du « troisième », voire du « quatrième âge », de tourisme et de loisirs, d'automobiles, etc. [6].

Les hypothèses du modèle

Le cadre analytique dans lequel les interactions entre tendances démographiques et évolutions économiques sont habituellement

5. En outre, la tendance est d'autant plus apparente que la prise en charge de ces dépenses est, de plus en plus, socialisée, alors qu'elle a été, pendant longtemps, le fait des familles. Signalons aussi qu'en contrepartie, le vieillissement engendre aussi des économies substantielles dans les dépenses liées à la politique familiale et à l'éducation des enfants.

6. Pour une analyse sociologique et une excellente discussion prémonitoire sur ces questions, voir Mendras (1984).

étudiées est le modèle de croissance (exogène, le plus souvent) à générations imbriquées [7] à la Diamond, qui combine un secteur des ménages composé d'une succession de cohortes de ménages dont le comportement est guidé par l'hypothèse de cycle de vie, et un secteur des entreprises dont les choix de production sont représentés par une fonction de production usuelle [8].

Avancée par Modigliani [9], l'hypothèse du cycle de vie (HCV) constitue un cadre intellectuellement séduisant pour l'analyse des interactions entre vieillissement démographique et évolutions économiques dans les sociétés salariales contemporaines, généralement caractérisées par une période, plus ou moins longue, d'inactivité — ou plus précisément de cessation des activités productives marchandes — à la fin de la vie. Dans ce cadre de choix individuel rationnel, les agents économiques cherchent à lisser les évolutions de leur consommation sur l'ensemble de leur vie et prévoient qu'elle se terminera par une période au cours de laquelle ils ne percevront plus de revenus d'activité ; ils prennent donc des dispositions, notamment d'épargne et de placement, pendant leur vie active en vue de financer, pendant leur retraite une consommation qu'ils souhaitent généralement voir croître pendant toute la vie ou, en tout cas, qu'ils ne souhaitent pas voir pas décroître faute de moyens financiers suffisants.

Bien qu'analytiquement convaincante, l'hypothèse de cycle de vie est souvent rejetée pour des raisons empiriques : bon nombre d'économistes [10] font en effet valoir que l'on n'observe, ni dans les données agrégées, ni dans les données microéconomiques, une désépargne des personnes âgées pendant leur retraite ; au contraire, même, semble-t-il. Sans doute les outils de comptabilité dont nous disposons captent-ils mal ces phénomènes ; mais il est indéniable que le mécanisme fondamental sous-jacent, à savoir qu'au-delà d'un certain âge — celui de la retraite —, les individus, dans nos sociétés, consomment beaucoup plus qu'ils ne produisent, c'est-à-dire désépargnent, au sens économique du terme, est bien une caractéristique majeure des économies développées.

7. Pour une présentation du modèle, voir Michel (1992).

8. Pour une revue de littérature récente sur ces modèles, voir Le Cacheux et Touzé, 2002.

9. En fait, les premiers articles dans lesquels cette hypothèse est formulée sont tous cosignés (Modigliani et Brumberg, 1954 ; Ando et Modigliani, 1957 ; etc.). Une synthèse très utile des travaux, théoriques et empiriques, sur cette hypothèse, est présentée par Modigliani dans sa conférence Nobel (Modigliani, 1986).

10. Sur ces points, voir notamment, Blanchet (1994), Arrondel et Masson (1994 et 1996). Et les éléments de réfutation de la critique fournis par Modigliani (1986) ou par Miles (2000).

Les ménages

Le cadre théorique utilisé est un modèle à générations imbriquées de ménages. Chaque ménage vit deux périodes [11] : une première période d'activité d'une durée normalisée à 1 pendant laquelle il perçoit un revenu du travail (l'offre de travail est supposée exogène et normalisée à 1) ; une période de vieillesse et d'inactivité d'une durée [12] notée μ^+. Chaque ménage est ainsi successivement travailleur puis capitaliste ou rentier, et il adopte un comportement de consommation-épargne visant à maximiser son bien-être sur l'ensemble de son cycle de vie.

Par commodité, les indices temporels seront omis lorsqu'ils ne sont pas utiles, et les signes + ou – en exposant et l'absence de signe distingueront respectivement les périodes futures, passées et courantes : x^+ pour x_{t+1}, x^- pour x_{t-1} et x pour x_t.

On note c et z^+ les niveaux de consommation en première et en seconde période de vie. $1+\mu^+$ correspond à la durée (certaine) de la vie [13]. τ est le taux de prélèvements, se réduisant ici à un taux de cotisation sociale retraite. w est le taux de salaire instantané durant la première période de vie. p^+ est le montant de la pension de retraite perçue pendant la seconde période de vie. R^+ est le facteur d'intérêt. On note u et v les niveaux de bien-être en première et seconde périodes. Ces fonctions d'utilité vérifient les propriétés habituelles de décroissance de l'utilité marginale : $u' > 0$; $u'' < 0$ et $v' > 0$; $v'' < 0$.

Le programme d'un jeune ménage s'écrit :

$$\max_{c,z^+,S} \; u(c) + \mu^+ \cdot v(z^+)$$

sous les contraintes : (P1)

$$\begin{cases} c = (1-\tau)w - S \\ \mu^+ \cdot z^+ = R^+ S + \mu^+ \cdot P^+ \end{cases}$$

Les conditions du premier ordre se réduisent à $u'(c) = R^+ \cdot v'(z^+)$. Compte tenu des caractéristiques du modèle, le montant d'épargne individuelle est fonction de quatre arguments : le salaire net, la pension de retraite, le taux d'intérêt et l'espérance de vie :

11. Pour analyser des questions similaires, Futagami et Tetsuya (2001) étudient une certaine forme du vieillissement dans un modèle à générations imbriquées en temps continu. En outre, dans leur modèle, la technologie de production est de type AK, et conduit à une dynamique économique avec croissance endogène.

12. Dans ce modèle, la notion de durée de vie pourrait être présentée également comme une probabilité de survie à la fin de la première période de vie. Pour simplifier la présentation des résultats, nous ignorons cette autre lecture, qui permet notamment de s'intéresser à la rente viagère. Voir Abel (1986) pour une étude des marchés d'assurance viagère. Voir aussi Yaari (1965).

13. On suppose ici que les ménages ont une anticipation parfaite de leur durée de vie effective. Pour une étude sur les anticipations de durée de vie, voir Hamermesh (1985).

$$S^* = S\left((1-\tau)w, P^+, R^+, \mu^+\right).$$

Cette fonction (*cf.* Blanchard et Fischer, 1989) est croissante du revenu net de cotisation et décroissante du niveau de la pension. L'effet du facteur de rendement est indéterminé (effets richesse et substitution). La sensibilité de l'épargne à la durée de vie reste à déterminer (*cf.* section suivante).

Dans le cas particulier habituellement spécifié où l'individu a une préférence log-linéaire, c'est-à-dire où $u = v/\beta = log$ (où β est le facteur d'escompte psychologique) [H1], le montant optimal d'épargne est :

$$S = s \cdot (1-\tau) \cdot w - \sigma \cdot \frac{P^+}{R^+}$$

où $s = \mu^+\beta / (1 + \mu^+\beta)$ et $\sigma = s / \beta$ sont respectivement les propensions marginales à épargner le revenu présent et à consommer le revenu futur.

Le système de retraite par répartition

À chaque période, les ménages se répartissent en deux groupes : les jeunes et les vieux. Les pensions de retraite sont financées à l'aide de cotisations prélevées sur les salaires. On note ρ le taux de remplacement sur le salaire brut courant : $P = \rho \cdot w$. L'équilibre financier est vérifié si le montant des cotisations prélevées est égal au montant des pensions versées, d'où l'égalité : $\mu \cdot \rho = \tau \cdot G$ où G est le facteur de croissance de la population active que l'on suppose de taille N ($G = N / N^-$). On note $\Gamma = w / w^-$ le facteur de croissance des salaires. Le rendement implicite de la retraite par répartition se calcule à l'aide du ratio montant des pensions sur montant des cotisations :

$$R^+_{\text{rep}} = \left(\mu^+ \cdot P^+\right) / (\tau \cdot w) = \Gamma^+ \cdot G^+ \cdot \left(\tau^+ / \tau\right).$$

Le rendement (facteur) est le produit de trois éléments : la croissance de la productivité Γ^+, la croissance de la population active G^+ et la croissance de la fiscalité sociale τ^+ / τ.

Les différentes mesures du vieillissement

Dans cette économie, la taille moyenne de la population d'une période est $N + \mu N^-$ Son vieillissement peut être évalué à l'aide de différentes mesures :

— L'espérance de vie longitudinale : il s'agit de mesurer quelle sera la durée de vie moyenne effective d'une génération. Elle est égale à $1 + \mu^+$;

— L'espérance de vie du moment : il s'agit d'un indicateur instantané d'espérance de vie à la naissance calculé en supposant que les taux de survie observés pendant la période s'appliqueront à la génération qui vient de naître. Elle est égale à $1 + \mu$;

— Le taux de dépendance mesure le nombre d'inactifs par actif. Il est ici égal au ratio de la durée de vie des inactifs sur le facteur de croissance démographique : μ/G. Ce ratio joue un rôle-clé dans l'évolution de l'équilibre financier du système public de retraite par répartition ;

— La déformation de la structure par âge des taux de survie (en transversal ou en longitudinal) : il s'agit d'observer l'ensemble des taux de survie. Le vieillissement ne se mesure pas sous la forme d'un indice synthétique [14] mais il s'observe par un déplacement des taux de survie vers 1 ainsi que par un recul de l'âge maximal de survie ;

– — L'âge moyen : l'âge moyen dans ce modèle est : $A = 1 + \mu^2/(\mu+G)$. L'âge moyen est très influencé par la taille relative des différentes cohortes. Ainsi, dans la période présente, les générations nombreuses du *baby boom* pèsent beaucoup dans le calcul de l'âge moyen des pays développés. Tant que ces générations avaient un âge inférieur à l'âge moyen, l'effet provoqué par l'allongement de la durée de la vie n'apparaissait que de manière amortie dans l'évolution de l'âge moyen (ce qui n'est pas le cas en ce qui concerne l'espérance de vie transversale car la taille des cohortes n'intervient pas) ; à l'inverse, dès lors que l'âge de ces générations va dépasser l'âge moyen, il va y avoir une accélération dans l'augmentation de celui-ci. Pendant longtemps, la jeunesse de ces générations a joué en faveur d'une faiblesse de l'âge moyen. À l'inverse, l'augmentation de μ ou la baisse de G sont deux éléments de hausse de l'âge moyen ;

— L'âge médian : il s'agit d'un critère politique important. En effet, si l'intérêt pour le niveau des pensions de retraite croît avec l'âge, on peut s'attendre à un déplacement des votes de plus en plus favorable à la générosité des retraites à mesure que l'âge médian s'accroît, puisque, selon une théorie économique du vote, c'est l'électeur médian qui influence la décision politique.

Le vieillissement engendré par la transition démographique est, en réalité, une phénomène démographique plus complexe, puisque cette transition est caractérisée à la fois par une baisse de la fécondité (qui joue sur la croissance de la population active) et par une baisse des taux de mortalité. Toutefois, l'allongement de la durée de la vie est le seul paramètre à jouer sur l'ensemble des mesures du vieillissement et c'est sur les conséquences de cette dimension du vieillissement que nous nous penchons dans cet article.

14. Puisque les taux de survie sont en général une fonction décroissante monotone de l'âge, les propriétés d'un indicateur agrégé selon l'âge sont similaires à celles de l'indicateur par âge. Dans une certaine mesure, l'étude de l'indicateur agrégé, pour illustrer le vieillissement, peut suffire.

L'accumulation de patrimoine et la formation du capital productif national

L'analyse microéconomique

L'analyse de la sensibilité de l'accumulation d'épargne au vieillissement peut être menée à système de prix inchangé et sans tenir compte de la contrainte comptable au niveau macroéconomique. Pour un montant d'épargne individuelle donné, la consommation de seconde période sera d'autant plus faible que la durée de la seconde période sera plus grande ; par définition, la pension de retraite n'est pas directement affectée puisqu'elle est versée de façon continue [15] sur l'ensemble de la seconde période. Dès lors, l'allongement de la durée de la vie se traduit par une nécessité d'épargne plus grande, puisqu'il lui faut financer une consommation répartie sur une plus longue période de vie.

Proposition 1 : *L'élasticité de l'accumulation de patrimoine à la durée de la vie est positive et inférieure à 1.*

Ce premier résultat, essentiel, implique que l'allongement de la durée de vie engendre une hausse de l'épargne individuelle.

Démonstration : En utilisant les conditions du premier ordre (CPO), on montre facilement que l'élasticité de l'accumulation de patrimoine à la durée de vie est :

$$\left(\frac{\Delta S / S}{\Delta \mu^{+} / \mu^{+}}\right)_{\text{ep}} = \frac{1}{1+\gamma} \quad \text{où} \quad \gamma = u''/\frac{R^{+2}}{\mu^{+}} v''.$$

Le dénominateur est toujours positif. Si $S>0$ (resp. $S<0$), une augmentation de la durée de la vie est toujours un facteur d'accroissement de l'accumulation patrimoniale (resp. accroissement de l'endettement en première période). ■

L'effet de l'allongement de la durée de vie est la résultante de deux effets, effet revenu et effet de substitution. Comme on l'a déjà souligné, l'allongement de la durée de vie se traduit par une durée d'inactivité (seconde période de vie) plus longue. Celle-ci engendre un effet revenu : il est nécessaire d'épargner plus pour maintenir un certain niveau de vie en seconde période. Quant à l'effet de substitution associé, il provient du fait que l'allongement de la durée de la vie accroît l'attrait de la consommation de seconde période : à montant d'épargne donné, le niveau de vie en seconde période étant moindre,

15. Cela provient du caractère viager des retraites par répartition. La pension viagère est, en quelque sorte, une assurance contre le risque de vivre longtemps.

l'utilité marginale de la consommation devient plus élevée. Afin de rétablir l'égalité avec l'utilité marginale de la consommation pendant la période d'activité (condition d'optimalité), le ménage va réduire sa consommation au profit d'une épargne plus grande [16].

Si l'individu est en situation d'endettement, l'allongement de la durée de la vie signifie qu'il dispose d'un temps plus long pour rembourser son emprunt. Il lui est donc possible d'accroître ses deux niveaux de consommation sur l'ensemble des deux périodes tout en accroissant son niveau d'endettement.

Inversement, à patrimoine donné, l'allongement de la vie signifie une baisse du niveau de vie instantané pendant la période d'inactivité à patrimoine constant. Il en ressort que la seule façon de conserver une correspondance entre les niveaux de vie moyen des deux période est d'accroître le stock d'épargne.

Les raisonnements qui précèdent sont valables dans une analyse en équilibre partiel, puisque l'on a supposé invariants le système de prix et les transferts sociaux.

Sous [H1] (*cf. supra*), on trouve:

$$\frac{\Delta S_{\text{ep}}}{\Delta\mu^{+}} = \left(\beta\cdot(1-\tau)\cdot w - \frac{P^{+}}{R^{+}}\right)\cdot\frac{\Delta\sigma}{\Delta\mu^{+}} \text{ avec } \frac{\Delta\sigma}{\Delta\mu^{+}} = \frac{1+\beta\cdot\mu^{+}\cdot(1-\beta)}{\left(1+\beta\mu^{+}\right)^{2}} > 0\,.$$

L'allongement de la durée de la vie est bien favorable à une accumulation supplémentaire de patrimoine.

Équilibre macroéconomique d'une petite économie ouverte

L'hypothèse de petite économie ouverte est une hypothèse d'école qui induit que tout déséquilibre entre l'offre et la demande de capital au niveau national se solde toujours sur le marché international des capitaux sans modification du taux d'intérêt. L'intensité capitalistique de la production, qui dépend du taux d'intérêt, n'est alors pas sensible au vieillissement, mais seulement à la croissance démographique que l'on suppose, par ailleurs, inchangée. Dès lors, le niveau de salaire est également exogène et insensible au vieillissement. Une petite économie ouverte n'a donc pas à se soucier de la question du vieillissement en terme de croissance, mais uniquement en termes de répartition du revenu national entre les travailleurs et les retraités. En effet, par rapport à l'analyse en équilibre partiel, le vieillissement va désormais

16. Morrow et Roeger (2001) recensent différentes études macroéconomiques empiriques de l'impact du vieillissement sur l'épargne. La très grande majorité des estimations trouvent un effet négatif. Ces résultats ne sont pas nécessairement incompatibles avec l'hypothèse de cycle de vie, dans la mesure où le vieillissement peut induire d'autres effets, notamment en termes de prélèvements sociaux. Ce point fait d'ailleurs également l'objet de notre investigation de la question du vieillissement.

avoir un impact sur l'équilibre des finances publiques, c'est-à-dire, sur l'évolution des règles institutionnelles du système de retraite par répartition.

On s'intéresse à une variation soutenue et constante de la durée de la vie $\Delta\mu = \Delta\mu^{+} > 0$. Cela signifie que le taux de cotisation sociale pendant la période courante est également affecté par le vieillissement.

Désormais, la sensibilité de l'épargne à un allongement de la durée de la vie est une combinaison de plusieurs effets :

$$\Delta S_{\text{eo}} = \underbrace{\frac{\Delta S_{\text{ep}}}{\Delta\mu^{+}} \cdot \Delta\mu^{+}}_{(1)} - \underbrace{\frac{1}{1+\gamma} \cdot \frac{\Delta P^{+}}{R^{+}}}_{(2)} - \underbrace{\frac{\gamma}{1+\gamma} \cdot w \cdot \Delta\tau}_{(3)} \ .$$

Le premier effet (1) correspond à l'évolution des niveaux individuels d'épargne sous l'effet direct du vieillissement. Les deux autres effets traduisent les réactions de l'épargne aux ajustements du système de retraite. On observe des effets très attendus : la réduction du montant des pensions est favorable à l'accumulation de l'épargne (2) ; l'élévation du taux de cotisation retraite nuit à l'accumulation de richesse (3). Une forte augmentation des cotisations peut compromettre les intentions d'accroissement du patrimoine tandis qu'un abaissement du niveau des pensions les renforce.

Deux scénarios extrêmes peuvent être envisagés : les taux de cotisation sont fixes [H2] ; les taux de remplacement sont fixes [H3].

Dans la première configuration, on trouve une élasticité négative et unitaire du taux de remplacement à la durée de la vie :

$$\frac{\Delta\rho / \rho}{\Delta\mu / \mu} = -1 \ ;$$

tandis que dans la seconde configuration, on observe une élasticité unitaire du taux de cotisation :

$$\frac{\Delta\tau / \tau}{\Delta\mu / \mu} = 1 \ .$$

Une troisième configuration, mixte des deux premières, peut être proposée [H4] [17] : τ et ρ sont variables, mais sont déterminées à partir d'un paramètre commun. Fixons, par exemple, un niveau de réactivité respective des paramètres de la répartition définie en fonction de l'évolution du ratio de dépendance μ/G. Si ε est l'élasticité du taux de cotisation sociale au ratio de dépendance, alors, afin

17. Les réformes des systèmes publics de retraite par répartition mises en œuvre ces dernières années dans plusieurs pays européens s'inspirent parfois de ce scénario mixte, notamment dans le cas de la Suède.

que l'équilibre comptable soit encore satisfait, $1-\varepsilon$ est l'élasticité du taux de remplacement au ratio de dépendance. On a alors :

$$\tau = \overline{r} \cdot \left(\frac{\mu}{G}\right)^{\varepsilon} \text{ et } \rho = \overline{r} \cdot \left(\frac{\mu}{G}\right)^{\varepsilon - 1}$$

où $\overline{r}$ est une constante. À chaque instant, taux de cotisation et taux de remplacement sont endogènes au processus de vieillissement mais l'équilibre comptable est toujours garanti. Les situations les plus extrêmes s'observent si :

(i) $\varepsilon > 1$: l'augmentation des cotisations fait plus que compenser la hausse des besoins de financement et le taux de remplacement peut alors augmenter : il s'agit d'une situation où le poids de la répartition augmente considérablement. Cette configuration peut être particulièrement défavorable à l'accumulation de patrimoine ;

(ii) $\varepsilon < 0$: la baisse du montant des pensions conduit à une réduction des besoins de financement, de sorte que le taux cotisation peut donc également diminuer : il s'agit d'une situation d'affaiblissement de la répartition. Cette configuration est dans tous les cas favorable à l'accumulation de patrimoine.

Pour des situations intermédiaires $0 < \varepsilon < 1$, on s'attend à voir simultanément augmenter le taux de cotisation et se réduire le niveau des pensions. L'effet sur l'épargne est donc indéterminé.

Proposition 2 : *À l'équilibre général d'une petite économie ouverte, la variation d'épargne est plus élevée que celle observée en équilibre partiel dans la mesure où l'augmentation des cotisations retraite n'est pas trop forte. Pour cela, il est nécessaire et suffisant que l'élasticité du taux de cotisation sociale au taux de dépendance (ε) soit inférieure à :*

$$1 / \left(1 + \frac{\gamma}{\mu} \cdot \frac{R^{+} / \mu^{+}}{R^{+}_{\text{rep}}}\right).$$

La proposition 2 énonce donc une condition sur l'élasticité du taux de cotisation au vieillissement : celle-ci doit être suffisamment faible si l'on ne veut pas voir se réduire les incitations à épargner.

Démonstration : Lorsqu'on tient compte des effets du vieillissement sur les incitations directes à épargner (durée d'inactivité plus longue) et sur les évolutions des paramètres du système de retraite par répartition, on observe la réactivité suivante :

$$\frac{\Delta S_{\text{eo}}}{\Delta \mu^{+}} = \frac{1}{1+\gamma} \cdot \left[\frac{S}{\mu^{+}} + \frac{w^{+} \cdot \left(\rho^{+} / \mu^{+}\right)(1-\varepsilon)}{R^{+} / \mu^{+}} - \frac{\gamma \cdot w \cdot \tau \cdot \varepsilon}{\mu}\right].$$

La condition sur les élasticité de la proposition 2 se déduit en comparant cette évolution en petite économie ouverte à celle observée sans prise en compte de l'évolution des paramètres institutionnels (analyse en équilibre partiel). ■

En matière de finances sociales, la règle d'ajustement intermédiaire souvent proposée (*cf.* rapport Cottave, 1991) est le maintien constant de l'écart relatif de niveaux de revenus (hors revenus du patrimoine) entre les retraités et les actifs. Il s'agit de fixer le taux de remplacement de manière à maintenir une parité constante (ρ) entre la pension versée et le salaire net de cotisation sociale:

$$\frac{\tau}{1-\tau} = \rho^* \left(\frac{\mu}{G}\right).$$

La sensibilité des paramètres du système de retraite au vieillissement est alors:

$$\varepsilon = \frac{\Delta\tau}{\tau} / \frac{\Delta\mu}{\mu} = (1-\tau) \text{ et } \frac{\Delta\rho}{\rho} / \frac{\Delta\mu}{\mu} = -\tau .$$

On remarque que l'élasticité du taux de cotisation au vieillissement est négativement corrélée au taux de cotisation: plus ce dernier est élevé, moins la sensibilité est forte (frein). Au contraire, la sensibilité du taux de remplacement au taux de dépendance est d'autant plus forte (accélération), d'un point de vue absolu, que le taux de cotisation est élevé.

Équilibre macroéconomique d'une économie fermée

Dans le cas d'une économie fermée, les déséquilibres induits par la modification du niveau de l'épargne ne peuvent plus se solder sur le marché international des capitaux. Désormais, il faut tenir compte des variations du taux d'intérêt et des salaires induites par la modification de l'intensité capitalistique. L'équilibre macroéconomique se résume à la dynamique d'accumulation de capital: $k^+ = S/G^+$ où G^+ est le facteur de croissance démographique et où k^+ désigne le ratio d'intensité capitalistique (stock de capital par travailleur).

À l'équilibre sur les marchés du travail et du capital, la rémunération des facteurs de production à leur productivité marginale implique des revenus (R pour le facteur de rendement net du capital et w pour le taux de salaire) qui dépendent de l'intensité capitalistique notée k: $R = f'(k)$ et $w = f(k) - k \cdot f'(k)$ où la fonction $f(k)$ désigne la production par tête au sens large, c'est-à-dire y compris le stock de capital net de sa dépréciation [18].

18. Van Groezen *et al.* (2002) étudient certaines formes de l'impact du vieillissement dans un modèle de croissance avec deux secteurs de production.

Désormais, il faut tenir compte du fait qu'une hausse (resp. baisse) de l'épargne induit une baisse (resp. hausse) du taux d'intérêt futur dont les effets rétroactifs sur l'épargne sont, *a priori*, indéterminés : la hausse (resp. baisse) est soit amplifiée, soit réduite. Tout dépend de la sensibilité de l'épargne au taux d'intérêt : il faut savoir si l'effet substitution l'emporte sur l'effet revenu lorsque le taux d'intérêt varie ($S_{R+} < 0$ ou > 0). Par ailleurs, les variations passées du stock d'épargne ont un effet cumulatif sur l'accumulation présente et à venir de patrimoine.

Proposition 3 : *Si $v''' < 0$ et si $\Delta S_{eo} > 0$, alors, suite à un choc de vieillissement, la variation initiale du stock d'épargne en économie fermée est inférieure à celle observée dans une petite économie ouverte ($\Delta S_{ef} < \Delta S_{eo}$).*

Démonstration :

Posons $\gamma' = \mu^+ \cdot S \cdot \dfrac{\partial R^+}{\partial S} \cdot \left(1 + \dfrac{v'}{R^+ / \mu^+ \cdot S \cdot v''}\right)$.

À l'équilibre macroéconomique, la variation de l'épargne totale, consécutive à un allongement de la durée de la vie, s'écrit :

$$\Delta S_{ef} = \frac{1+\gamma}{1+\gamma+\gamma'} \Delta S_{eo} + \frac{\gamma}{1+\gamma+\gamma'} \cdot \frac{(1-\tau) \cdot w'}{G} \cdot \Delta S_{ef}^{-} .$$

La condition $\gamma' > 0$ est équivalente à celle sur la décroissance de la dérivée seconde : $v''' < 0$. Au premier instant de l'accroissement de la durée de la vie, il n'y a pas encore d'effets cumulés, et on a $\Delta S_{ef}^{-} = 0$. Puisque $\gamma' > 0$, on a bien $\Delta S_{ef} < \Delta S_{eo}$. ■

Dans une économie fermée, le vieillissement sera favorable à l'accroissement de la richesse nationale ($\Delta S_{ef} > 0$) si l'alourdissement du système par répartition ne réduit pas les incitations à épargner. Il s'agit alors d'une véritable externalité positive de richesse pour les générations futures, car ces dernières bénéficieront indirectement d'une augmentation de la productivité de leur travail grâce aux accumulations successives supplémentaires de capital productif ($w' \cdot \Delta S_{ef}^{-} > 0$). Si $v''' > 0$, la réactivité de l'épargne au taux d'intérêt est négative. La pression à la baisse sur le taux d'intérêt associée à l'accroissement de l'épargne amplifie alors les effets favorables sur l'accumulation, en accroissant l'épargne désirée.

Supposons que [H5] : $f(k) = Ak^{\theta}$ où A représente la productivité globale des facteurs et θ la part des revenus du capital, ainsi que l'hypothèse [H1] d'utilité log-linéaire. On a alors :

$$G^+ k^+ = S\left(w, \tau, \mu^+, G^+\right) = s' \cdot w(k)$$

avec $$s' = \frac{s \cdot (1-\tau)}{1 + \frac{\sigma}{G^+} \frac{1-\theta}{\theta} \cdot \rho^+} \text{ et } w(k) = (1-\theta) \cdot k^{\theta} .$$

Sous [H4], le taux d'épargne est précisément :

$$s' = \frac{s \cdot \left(1 - \bar{r} \cdot (\mu / G)^{\varepsilon}\right)}{1 + \left(\sigma / G^{+}\right)(1-\theta)/\theta \cdot \bar{r} \cdot \left(\mu^{+} / G^{+}\right)^{\varepsilon - 1}}$$

et l'état stationnaire est: $\bar{k} = (\bar{s}' \cdot (1-\theta))^{1-\theta}$. À long terme les effets se cumulent, et le sens de variation du niveau stationnaire d'intensité capitalistique reproduit des propriétés identiques aux changements transitoires.

Équilibre mondial

Les analyses en petite économie ouverte et en économie fermée sur le vieillissement affichent des résultats, par nature, très différents : impact nul sur le capital productif national *versus* impact positif. À l'instar d'Obstfeld et Rogoff (1998) ou des versions calculables des modèles à générations imbriquées (*cf.* INGENUE, 2001 pour une étude prospective de l'économie mondiale dans un contexte de vieillissement généralisé ; voir également, Turner *et al.*, 1998 ainsi que Blanchet et Kessler, 1992), on est tenté de poursuivre l'analyse dans un contexte intermédiaire, celui de grandes économies ouvertes avec marchés nationaux du travail (facteur pas mobile) et un marché mondial du capital (facteur très mobile). Plusieurs questions se posent. Que se passe-t-il s'il y a vieillissement général de la population mondiale ? Comment les différences de vieillissement influencent-elles les échanges internationaux, notamment de capitaux (INGENUE, 2002) ?

Considérons désormais une économie mondiale composée de *I* zones et réduisons les comportements des ménages à ceux décrits dans le cadre d'une fonction d'utilité de cycle de vie log-linéaire. Chaque zone se distingue par des différences de productivité globale des facteurs (A_i), de croissance démographique (G_i), de longévité μ_i et de système de retraite (τ_i et ρ_i). L'équilibre de l'économie mondiale peut être décrit par le système suivant :

$$\begin{cases} S_i = s_i \cdot (1-\tau_i) \cdot w_i - \sigma_i \cdot \dfrac{P_i^{+}}{R^{+}}, \ \forall i \\ R^{+} = f_i^{+'}\left(k_i^{+}\right), \ \forall i \\ w_i = w_i\left(k_i\right), \ \forall i \\ \sum_{i=1}^{I} \lambda_i G_i^{+} k_i^{+} = \sum_{i=1}^{I} \lambda_i S_i \end{cases}$$

où $\lambda_i = N_i / \Sigma_i N_i$ mesure le poids de la population active du pays dans la population active mondiale. La première équation décrit les comportements régionaux d'accumulation de patrimoine. La deuxième équation

traduit l'égalisation de la productivité marginale du capital dans l'ensemble des pays au taux d'intérêt mondial. La troisième équation exprime le fait que les travailleurs sont rémunérés à la productivité marginale régionale. Enfin, la dernière équation stipule que les offres et demandes de capital s'équilibrent sur le marché mondial.

Lemme 1 : *Sous [H1] et [H5], le facteur d'intérêt qui équilibre le marché mondial du capital est :*

$$R^+ = \theta \cdot \left(\sum_{i=1}^{I} \alpha_i \cdot w_i \right)^{\theta-1}$$

avec

$$\alpha_i = \frac{\lambda_i \cdot s_i \cdot (1-\tau_i)}{\sum_{i=1}^{I} \lambda_i G_i^+ A_i^{+\frac{1}{1-\theta}} \left(1 + \frac{\sigma_i \cdot \rho_i^+}{G_i^+} \cdot \frac{1-\theta}{\theta} \right)} .$$

Démonstration :

Avec des fonctions de production Cobb-Douglas et d'utilité log-linéaires, l'accumulation patrimoniale générale est :

$$S_i = s_i \cdot (1-\tau_i) \cdot w_i - \sigma_i \cdot \rho_i^+ \cdot \tfrac{1-\theta}{\theta} \cdot k_i^+ , \ \forall i .$$

Par ailleurs, la condition d'équilibre sur les marchés financiers conduit à l'égalisation des rendements marginaux du capital. On a alors une parité entre les intensités capitalistiques :

$$k_i^+ = \left(A_j^+ / A_i^+ \right)^{\frac{1}{\theta-1}} \cdot k_j^+ , \ \forall i, j .$$

On peut donc définir un niveau commun d'intensité capitalistique corrigé des niveaux de productivité des facteurs :

$$\tilde{k}^+ = A_j^{+\frac{1}{\theta-1}} \cdot k_j^+ , \ \forall j .$$

L'équilibre de l'économie mondiale signifie que offre et demande de capital s'égalisent :

$$\sum_{i=1}^{I} \lambda_i G_i^+ k_i^+ = \sum_{i=1}^{I} \lambda_i S_i .$$

Toute accumulation de capital productif régional peut être substituée par une proportion du capital dans une zone *j*. La condition d'équilibre général s'écrit désormais :

$$\tilde{k}^+ \cdot \sum_{i=1}^{I} \lambda_i G_i^+ A_i^{+\frac{1}{1-\theta}} = \sum_{i=1}^{I} \lambda_i \cdot s_i \cdot (1-\tau_i) \cdot w_i - \tilde{k}^+ \cdot \sum_{i=1}^{I} \lambda_i \cdot \sigma_i \cdot \rho_i^+ \cdot A_i^{+\frac{1}{1-\theta}} \cdot \tfrac{1-\theta}{\theta} .$$

On trouve une solution d'équilibre et les solutions associées. On déduit alors le facteur d'intérêt d'équilibre $R^+ = \theta \cdot \tilde{k}^{+\theta-1}$. ■

Lemme 2 : *La dynamique du facteur d'intérêt mondial est décrite par la relation :*

$$R^{+} = \varepsilon . R^{\theta} \quad où \quad \varepsilon = \left(\frac{\theta}{1-\theta}\right)^{1-\theta} \cdot \left(\sum_{i=1}^{I} \alpha_i \cdot A_i^{\frac{1}{1-\theta}}\right)^{\theta-1}.$$

Démonstration :

Le facteur d'intérêt d'équilibre détermine les niveaux rentables d'intensité capitalistique régionaux et donc les salaires. Il suffit de substituer dans l'équation d'équilibre les intensités capitalistiques comme des fonctions du taux d'intérêt pour identifier la dynamique du taux d'intérêt. ■

Le scalaire ε est un agrégat complexe des caractéristiques régionales en termes institutionnels, technologiques et de préférences intertemporelles. La croissance par accumulation de capital se traduit par une décroissance du facteur d'intérêt [19] (à profil donné de productivité globale des facteurs). Pour déterminer si une zone est en situation débitrice ou créditrice par rapport au reste du monde, il suffit de comparer la productivité potentielle de l'épargne des ménages au taux d'intérêt mondial.

Si $R^{+} > (\text{resp. } <)\ f_i^{+'}$ alors la zone i est exportatrice (resp. importatrice) nette de capital.

Proposition 4 : *Un choc permanent de vieillissement dans une région conduit à une baisse permanente du taux d'intérêt mondial si l'ajustement du système par répartition ($\Delta\tau_i$ et $\Delta\rho_i^{+}$) ne compromet pas l'incitation régionale à épargner (Δs_i et $\Delta\sigma_i$). La condition s'écrit :*

$$s_i \cdot \Delta\tau_i - \alpha_i \cdot A_i^{+\frac{1}{1-\theta}} \cdot \sigma_i \cdot \Delta\rho_i^{+} < \Delta s_i \cdot (1-\tau_i) - \alpha_i \cdot A_i^{+\frac{1}{1-\theta}} \cdot \left(\Delta\sigma_i \cdot \rho_i^{+}\right).$$

Démonstration :

Si la région *i* connaît un allongement permanent de la durée de la vie, alors le taux d'intérêt mondial est modifié comme suit :

$$\Delta R^{+} = \frac{(\theta-1)\cdot R^{+}}{\tilde{k}^{+}} \cdot \Delta\tilde{k}^{+} \quad \text{avec} \quad \Delta\tilde{k}^{+} = \Delta\alpha_i . w_i + \alpha_i . \Delta w_i \quad \text{et où :}$$

$$\Delta\alpha_i = \frac{\alpha_i}{(1-\tau_i)\cdot s_i}\left[-s_i \cdot \Delta\tau_i + \Delta s_i \cdot (1-\tau_i) - \alpha_i \cdot A_i^{+\frac{1}{1-\theta}} \cdot \left(\Delta\sigma_i \rho_i^{+} + \sigma_j \Delta\rho_i^{+}\right)\right]$$

19. Touzé (1999b) explicite une dynamique similaire dans une économie avec agents hétérogènes.

ainsi que : $$\Delta w_i = \frac{\theta \cdot w_i}{k_i} \cdot A_i^{\frac{1}{1-\theta}} \cdot \Delta \tilde{k} \ .$$

On a $\Delta\alpha_i > 0$ si et seulement si :

$$s_i \cdot \Delta\tau_i - \alpha_i \cdot A_i^{+\frac{1}{1-\theta}} \cdot \sigma_i \Delta\rho_i^+ < \Delta s_i \cdot (1-\tau_i) - \alpha_i \cdot A_i^{+\frac{1}{1-\theta}} \cdot (\Delta\sigma_i \, \rho_i^+) . \ \blacksquare$$

L'accroissement de l'épargne au niveau d'un pays, consécutif à un vieillissement intérieur, a un impact plus modéré sur la richesse nationale car le bénéfice est partagé avec les autres économies : une partie du patrimoine national finance du capital productif étranger. En effet, si en économie fermée on a une association parfaite entre l'accumulation de capital productif et le patrimoine des ménages du type :

$$\Delta k_i^+ = \frac{1}{G_i^+} \cdot \Delta S_i \ .$$

En économie mondiale, on observe :

$$\Delta k_i^+ = A_i^{+\frac{1}{1-\theta}} \cdot \Delta \tilde{k}^+ \ .$$

La variation de l'intensité capitalistique en économie mondiale est toujours plus faible que celle qu'on observerait en économie fermée uniquement si :

$$A_i^{+\frac{1}{1-\theta}} \cdot \Delta\alpha_i < \frac{s_i^{'}}{s_i \cdot (1-\tau_i)} \cdot \left[\Delta s_i \cdot (1-\tau_i) - s_i \cdot \Delta\tau_i - s_i^{'} \cdot A_j^{+\frac{1}{1-\theta}} \left(\Delta\sigma_i \cdot \rho_i^+ + \sigma_i \cdot \Delta\rho_i^+ \right) \right]$$

avec le taux d'épargne nationale en économie fermée :

$$s_i^{'} = \frac{s_i \cdot (1-\tau_i)}{G_i^+ \left(1 + \frac{\sigma_i}{G_i^+} \frac{1-\theta}{\theta} \cdot \rho_i^+ \right)}$$

Proposition 5 : *Un choc permanent et mondial de vieillissement conduit à une baisse permanente du taux d'intérêt mondial si les ajustement des systèmes par répartition nationaux*

$(\Delta\tau_i \, ; \Delta\rho_i^+)_{i=1,\ldots,I}$ *ne compromettent pas les incitations régionales à épargner*

$(\Delta s_i \, ; \Delta\sigma_i)_{i=1,\ldots,I}$ *. La condition s'écrit :*

$$s_i \cdot \Delta\tau_i - \alpha_i \cdot A_i^{+\frac{1}{1-\theta}} \cdot \sigma_i \cdot \Delta\rho_i^+ + \alpha_i \sum_{j \neq i} \lambda_j \cdot A_j^{+\frac{1}{1-\theta}} \cdot \sigma_j \cdot \Delta\rho_j^+ <$$

$$\Delta s_i \cdot (1-\tau_i) - \alpha_i \cdot A_i^{+\frac{1}{1-\theta}} \cdot (\Delta\sigma_i \cdot \rho_i^+) - \alpha_i \sum_{j \neq i} \lambda_j \cdot A_j^{+\frac{1}{1-\theta}} \cdot \Delta\sigma_j \cdot \rho_j^+ \ , \quad \forall i = 1, \ldots, I$$

Démonstration :

Dans cette configuration d'allongement de la durée de la vie dans l'ensemble des pays de l'économie mondiale, l'intensité capitalistique corrigée de la productivité globale des facteurs est modifiée comme

suit: $\Delta\tilde{k}^{+} = \Sigma_{i=1}^{I}\Delta\alpha_i \cdot w_i + \alpha_i \cdot \Delta w_i$. La condition sur les évolutions régionales des incitations marginales à épargner et sur les ajustements des systèmes de retraite est établie à partir de $\Delta\alpha_i > 0$ avec:

$$\Delta\alpha_i = \frac{\alpha_i}{s_i \cdot (1-\tau_i)} \cdot \Big[\Delta s_i \cdot (1-\tau_i) - s_i \cdot \Delta\tau_i$$
$$- \frac{\alpha_i}{\lambda_i} \sum_{j=1}^{J} A_j^{+\frac{1}{1-\theta}} \cdot \lambda_j \cdot \left(\Delta\sigma_j \cdot \rho_j^{+} + \sigma_j \cdot \Delta\rho_j^{+}\right)\Big]. \quad \blacksquare$$

Si la condition de la proposition 5 est vérifiée, le vieillissement mondial est alors bénéfique à l'ensemble des pays.

Dans le cas où l'équilibre des systèmes de retraite est maintenu en gardant constants les taux de cotisation, donc en réduisant les taux de remplacement, l'effet induit est toujours favorable à une augmentation de l'épargne des ménages. Dans d'autres situations d'ajustement (par exemple, en cas d'important accroissement des taux de cotisation pour maintenir le niveau des pensions retraites), l'ouverture internationale peut permettre d'exporter ses problèmes de vieillissement s'il en ressort une forte contraction de l'épargne nationale. En effet, l'importation de capitaux étrangers permet de contrecarrer partiellement la réduction du patrimoine des ménages. L'incidence sur le niveau de vie des futurs travailleurs est donc moindre.

Par ailleurs, l'allongement de la durée de la vie modifie le partage de la production nationale entre les générations. Si le partage paraît trop inégalitaire (et trop pénalisant pour les générations futures), les différents pays pourraient souhaiter réduire les taux de remplacement. Mais dans un contexte généralisé de vieillissement au niveau international, les différentes nations du monde risquent alors de succomber à l'attentisme, puisque les réformes adoptées par les uns vont améliorer la situation nationale des autres. Toutefois, l'intérêt d'une telle démarche est limité s'il s'agit surtout de corriger la législation en suivant un concept d'équité nationale: la comparaison des niveaux de vie des jeunes à ceux des plus âgés est l'élément qui, dans ce cas, guide la réforme (*cf. infra*).

Enfin, nous avons supposé, dans le raisonnement qui précède, que la mobilité internationale de la main-d'œuvre était nulle. Si tel n'était pas le cas, les motivations à la migration dépendraient, dans un contexte de vieillissement généralisé, des évolutions des écarts de revenus de cycle de vie (revenu net du travail et pensions) entre les différentes zones. Les migrations corrigeraient alors les différences de salaires, mais les différences de fiscalité pourraient soulever des problèmes de viabilité fiscale [20].

20. Pour une analyse des questions de taxation en économie mondiale, voir Frenkel *et al.* (1991).

Quelle est la valeur économique de l'allongement de la durée de la vie?

Dans le domaine des décisions publiques (choix d'infrastructures routières, équipements médicaux, ...), la valeur de la vie humaine est souvent une mesure clé pour juger l'intérêt d'une infrastructure ou d'une recherche qui viserait à baisser les taux de mortalité. En général, on restreint l'évaluation à une analyse en équilibre partiel. Pourtant, le vieillissement démographique exprime la baisse tendancielle des taux de mortalité. Il est donc assez naturel de s'interroger sur le gain supplémentaire en équivalent monétaire (et en situation d'équilibre général) résultant de l'accroissement d'une année de l'espérance de vie. Cette question est fondamentale car, même dans les scénarios pessimistes où les effets négatifs du vieillissement sur les prélèvements sociaux conduiraient à une contraction du capital productif, on pourrait néanmoins observer une croissance du bien-être par le simple fait que la durée de la consommation augmente [21]. Toutefois, pour qu'une durée de vie plus longue soit véritablement source de bien-être, il faut supposer que le vieillissement accroît l'espérance de vie *en bonne santé* [22].

L'équivalent monétaire de la longévité

En l'absence de système de retraite par répartition, on peut noter $S^* = S(w,R^+,\mu^+)$ l'offre d'épargne à l'équilibre d'une économie fermée. On déduit alors la fonction d'utilité indirecte associée $W(w,R^+,\mu^+)$. Il en ressort une mesure de l'équivalent monétaire d'un allongement de la durée de la vie. Ce dernier, noté Δw, vérifie l'égalité suivante [23] :

$$W(w + \Delta\overline{w},R^+,\mu^+) = W(w,R^+,\mu^+ + \Delta\mu^+).$$

21. Et, bien sûr, parce que le temps consacré au loisir augmente, ce que notre cadre analytique néglige puisque l'utilité ne dépend ici que de la consommation. *Cf. infra*, la discussion des effets du vieillissement sur les marchés du travail.

22. Il s'agit d'une notion d'espérance de vie sans invalidité (*cf.* Chauvel, 1996).

23. Dans un contexte où le bien-être tend vers l'infini négatif lorsque le niveau de consommation tend vers 0, un problème de rationalité du consommateur peut se poser. En effet, la disparition (mort) du consommateur signifie qu'il ne consommera plus. Puisque cet événement arrivera un jour, la somme de ses bien-être instantanés actualisés sera toujours l'infini négatif. Dès lors, il n'est plus possible de déterminer un comportement rationnel de cycle de vie. Le consommateur est alors nihiliste, il n'accorde aucune valeur à rien. Probablement, est-il, dans ce cas, indifférent au suicide. Par exemple avec une fonction d'utilité logarithmique, on a bien $\log(0) = -\infty$. Dans une telle configuration, la valeur de la vie humaine est toujours infinie. Dans la mesure où tout le monde ne se suicide pas, cela peut signifier que la valeur de la vie humaine est finie... Une manière de dépasser le problème de l'impossibilité de la valorisation du bien-être au moment du décès, est l'altruisme, soit dynastique, c'est-à-dire vis-à-vis de sa descendance (hypothèse beckerienne), soit pur, c'est-à-dire pour l'humanité en général. Pascal proposait une autre solution : le divertissement. Ce dernier peut provoquer une certaine myopie sur cette échéance.

Proposition 6 : *L'équivalent monétaire de l'allongement de la durée de la vie est toujours positif.*

Démonstration :

La fonction d'utilité indirecte s'écrit :

$$W\left(w, R^{+}, \mu^{+}\right) = u\left(w - S\left(w, R^{+}, \mu^{+}\right)\right) + \mu^{+} \cdot v\left(\frac{R^{+}}{\mu^{+}} \cdot S\left(w, R^{+}, \mu^{+}\right)\right).$$

Au premier ordre, une variation de la longévité produit deux effets contradictoires sur le bien-être : la durée de consommation accrue est bénéfique ; à patrimoine donné, le niveau de consommation moyen diminue. Compte tenu de la spécification retenue, on trouve :

$$W_{\mu^{+}} = v - \frac{R^{+}S}{\mu^{+}} v' .$$

La concavité de la fonction v signifie qu'on a toujours $W_{\mu^{+}}$ positif. Par ailleurs, une augmentation marginale de revenu produit un gain de bien-être proportionnel à l'utilité marginale ($W_w = u'$). L'égalisation des gains en bien-être conduit à identifier un équivalent monétaire (marginal) $\Delta\overline{w}$ tel que :

$$\Delta\overline{w} = \frac{W_{\mu^{+}}}{W_w} \Delta\mu^{+} .$$

Cet équivalent monétaire est toujours positif. ■

Cette proposition stipule simplement que le bien-être est une fonction croissante de la longévité à niveau de revenu de cycle de vie inchangé. Un facteur conduisant à la stabilité des prix réels est l'invariance du taux d'épargne. On déduit donc de façon triviale, le corollaire suivant :

Corollaire de la proposition 6 : *À taux d'épargne constant, l'allongement de la durée de la vie améliore le bien-être de toutes les générations.*

Conséquences globales sur le bien-être ou une approche de l'équivalent monétaire en situation d'équilibre général

En présence d'un système de retraite par répartition, le bien-être à l'optimum est une fonction croissante des quatre arguments : salaire net, rendement du capital, niveau de la pension retraite et durée de la vie. On a donc :

$$W^{*} = W\left(\underset{+}{(1-\tau)w}, \underset{+}{P^{+}}, \underset{+}{R^{+}}, \underset{+}{\mu^{+}}\right).$$

On cherche la variation de revenu $\Delta\overline{w}_{eg}$ équivalente, en termes de bien-être, à l'ensemble des effets induits par le vieillissement. La propo-

sition suivante donne une valorisation, au premier ordre, de cet équivalent monétaire.

Proposition 7 : *En situation d'équilibre général, la valeur économique du vieillissement pour un ménage (en approximation du premier ordre), notée $\Delta\overline{w}_{eg}$, est égale à la somme des variations du revenu de cycle de vie induites et de l'équivalent monétaire de longévité.*

Démonstration :

La variation totale du niveau de satisfaction somme l'ensemble des effets en termes de bien-être induit par les variations des revenus nets du travail, des pensions et des revenus du capital :

$$\Delta W^* = u' \cdot \left((1-\tau)\Delta w - w\Delta\tau\right) + \mu^+ \cdot v' \left(\Delta P^+ + \frac{S}{\mu^+}\Delta R\right) + \left(v - \frac{R^+}{\mu^+} S \cdot v'\right)\Delta\mu^+ .$$

Il est alors aisé d'identifier la variation marginale du revenu qui produirait le même effet sur le bien-être :

$$\Delta\overline{w}_{eg} = (\Delta w - w\Delta\tau) + \frac{\mu^+}{R^+} \cdot \left(\frac{S}{\mu^+}\Delta R^+ + \Delta P^+\right) + \Delta\overline{w} . \blacksquare$$

Comme on pouvait s'y attendre, l'affaiblissement du système par répartition ($\Delta P^+ < 0$) ou son relèvement ($\Delta\tau > 0$) engendrent des variations de l'équivalent monétaire (et donc du bien-être), et ce d'autant que les contractions éventuelles de patrimoine peuvent nuire à la croissance de la productivité du travail ($\Delta w < 0$).

Une autre analyse du vieillissement sur le bien-être est celle en termes de consommation moyenne. Dans ce modèle, celle-ci est égale à $c_{\text{moy}} = (1 - s^*) \cdot f(k) \cdot G / (G + \mu)$ où s^* est le taux d'épargne macroéconomique. À taux d'épargne constant, ce niveau moyen de consommation diminue avec la durée de la vie : il s'agit d'un effet malthusien [24] induit par l'augmentation implicite de la population par allongement de la durée de la vie. Cette diminution pourrait s'interpréter comme un appauvrissement. Toutefois, à taux d'épargne inchangé, le système de prix ne bouge pas, et d'après le corollaire de la proposition 6, le bien-être augmente.

La population active

L'augmentation des taux d'activité aux âges élevés est souvent présentée comme une voie possible pour compenser les effets de l'allongement de la durée de la vie sur les systèmes de retraite publics par répartition. C'est ainsi que, dans le cadre de la stratégie européenne pour l'emploi, les gouvernements européens se sont engagés à atteindre des taux d'emploi élevés des populations et, en

24. Malthus n'examine que les conséquences du taux de natalité.

particulier, à augmenter très sensiblement ce taux pour les tranches d'âges 55-65 ans.

Les conséquences d'une telle politique d'allongement de la durée d'activité sont multiples. Au niveau individuel et dans un contexte de plein emploi, travailler plus est un facteur d'enrichissement. Si le préjudice moral, comme nous l'avons supposé dans tout ce qui précède, du travail est nul, c'est-à-dire si le loisir ne procure pas explicitement de bien-être, allonger la durée d'activité engendre un gain immédiat certain pour la première génération. Imposer un âge légal (avec obligation) de départ à la retraite apparaît alors bien peu légitime puisqu'il correspond à un rationnement de l'offre de travail en appliquant une discrimination en fonction de l'âge. Dans le même temps, l'allongement de la durée d'activité signifie aussi une moindre incitation à épargner, dans la mesure où la période sans revenu d'activité est réduite. Toutefois, les finances du système de retraite par répartition s'améliorant, il pèse moins sur les revenus des actifs, ce qui accroît l'épargne.

Dans ce contexte, plusieurs questions doivent cependant être soulevées. Quelle est la valeur du préjudice moral du travail ? Pourquoi ne pas laisser la liberté aux travailleurs de fixer eux-mêmes leur offre de travail ? Si la désutilité du travail pour un travailleur âgé est infinie ou encore, ce qui reviendrait au même, si sa productivité est nulle, la solution est triviale. En revanche si sa productivité est positive, et si la désutilité du travail a une valeur finie, il y a matière à aménager la seconde période de sorte que les travailleurs âgés consacrent une partie de la seconde période à la production. Pourquoi faut-il un âge obligatoire de départ à la retraite ? Les travailleurs disposent-ils d'un véritable libre-arbitre en matière d'offre de travail ? Si la durée d'activité désirée est supérieure à la durée légale, l'argument de myopie peut, éventuellement, être avancé : les travailleurs âgés sous-estiment le coût en bien-être de l'effort (ainsi que les risques pour leur santé). En revanche, si l'inverse se produit, il peut paraître difficile de prétendre agir pour le « bien de la collectivité », la durée d'activité supplémentaire obligatoire au-delà de ce qui est souhaité pouvant alors être assimilé à du « travail forcé ». Si un travailleur peut ou doit travailler plus, le montant total de la pension de retraite qu'il percevra diminuera et, par voie de conséquence, le rendement de la répartition sera plus faible, à moins que le système récompense la durée d'activité.

Dans cette section, nous étudions la manière dont l'allongement de la durée de la vie modifie les incitations à produire des richesses. Nous considérons successivement deux dimensions dans l'offre de travail : la durée d'activité et l'intensité. L'État peut facilement légiférer sur la durée, notamment en agissant sur l'âge de départ à la retraite ou les durées de cotisation, mais plus difficilement sur l'intensité, qui

représente, dans notre analyse, le taux d'activité de première période, c'est-à-dire l'offre de travail des ménages d'âge actif.

Offre de travail : intensité

Introduisons un comportement d'offre de travail (intensité) dans le modèle de cycle de vie [25]. Pour simplifier l'analyse, on suppose dans un premier temps qu'il n'y a pas de système de retraite par répartition et que la consommation de fin de cycle de vie est financée uniquement à l'aide d'une épargne capitalisée. On note l, l'intensité de l'offre travail et $q(l)$, le coût en bien-être du travail (avec $q' > 0$; $q'' > 0$). Le programme d'un ménage s'écrit désormais [26] :

$$\max_{c,z^+,S,l} u(c) + \mu^+ \cdot v(z^+) - q(l)$$

sous la contrainte (P2)

$$\begin{cases} c = w \cdot l - S \\ \mu^+ \cdot z^+ = R^+ S \end{cases}$$

Les conditions du premier ordre sont :

$$\begin{cases} S : u'(c) = R^+ \cdot v'(z^+) \\ l : w \cdot u'(c) = q'(l) \end{cases}.$$

On se limite à déterminer la sensibilité de l'offre de travail dans un contexte où les prix et les paramètres institutionnels restent inchangés. L'allongement de la durée de vie déforme les conditions d'arbitrage entre travail ou loisir et consommation ou épargne.

Proposition 8 : *L'allongement de la durée de la vie accroît les incitations à travailler plus intensément.*

Démonstration :

En utilisant les conditions du premier ordre, on détermine par différenciation la sensibilité de l'offre d'épargne à une modification de la durée de la vie :

$$\frac{\Delta S / S}{\Delta \mu^+ / \mu^+} = \frac{1}{1+\gamma''} \quad \text{où} \quad \gamma'' = \gamma \cdot \left(1 + \frac{1}{1 - q''/\left(w^2 \cdot u''\right)} \right).$$

25. Voir notamment Nourry (2001) et Touzé (1999a) pour des travaux sur l'offre de travail dans un modèle à générations imbriquées. Nourry (2001) étudie les propriétés de stabilité locale. Touzé (1999a) entreprend une analyse globale de la dynamique et s'intéresse à l'incidence de la fiscalité intertemporelle ainsi qu'à la retraite par répartition. Dans les modèles d'équilibre général calculables appliqués aux questions de retraite, plusieurs, parmi lesquels ceux de Auerbach et Kotlikoff (1987) pour les États-Unis, et de Cazes *et al.*, (1992) pour la France, font l'hypothèse d'une offre de travail endogène.

26. Cazzavillan et Pintus (2002) étudient précisément les conditions de stabilité et de bifurcation des trajectoires dans cette configuration additive des fonctions de bien-être.

Par définition $\gamma'' > 0$, et on déduit alors que l'élasticité de l'offre de travail à la longévité :

$$\frac{\Delta l / l}{\Delta \mu^+ / \mu^+} = \frac{\Delta S / S}{\Delta \mu^+ / \mu^+} \cdot \frac{S / w}{1 - q'' / \left(w^2 u''\right)}$$

est toujours positive. ■

Cette proposition signifie que l'augmentation de l'intensité de travail permet d'accompagner l'effort d'accroissement de patrimoine nécessaire au maintien du niveau de consommation pendant l'inactivité.

L'analyse menée jusqu'ici ne tient pas compte du système de retraite. Or le mode de calcul des pensions de retraite en fonction de l'effort de cotisation fourni et l'évolution des paramètres institutionnels peuvent modifier les incitations à travailler. Par exemple, si le montant des pensions de retraite est considéré, pour une part λ, comme contributif (c'est-à-dire calculé en fonction des cotisations versées), et pour une part $1 - \lambda$, comme forfaitaire, la pension totale peut se calculer à l'aide de la formule :

$$P^+ = \rho^+ w^+ l^+ \left(\lambda \cdot \frac{l}{\bar{l}} + (1 - \lambda) \right)$$

où $\bar{l}$ désigne l'intensité moyenne de travail de la cohorte. La condition du premier ordre sur l'offre de travail devient :

$$l : \left(1 - \tau \cdot \left(1 - \lambda \cdot \frac{R^+_{rep}}{R^+ / \mu^+} \right) \right) \cdot w \cdot u'(c) = q'(l) \text{ où } R^+_{rep} = \left(\rho^+ \cdot w^+ \cdot l^+\right) / (\tau \cdot w \cdot l).$$

R^+_{rep} mesure précisément le rendement de la répartition.

Le coin fiscal provoqué par le système de retraite par répartition [27] est mesuré par :

$$\tau \cdot \left(1 - \lambda \cdot \frac{R^+_{rep}}{R^+ / \mu^+} \right).$$

Les cotisations ne sont perçues comme un impôt que dans la mesure où le caractère contributif des retraites est faible et que l'écart de rendement entre la répartition et la capitalisation est élevé (la retraite par répartition apparaît dans ce cas comme une perte d'opportunité de placement préjudiciable, et donc nuisible aux incitations à produire des richesses). La prise en compte d'un système par répartition peut alors modifier le sens de la proposition précédente car l'accroissement du coin fiscal (effet substitution) sous l'effet du vieillissement peut réduire les motivations de travail. On peut noter que la baisse du taux de remplacement (qui constitue un motif d'épargne retraite volontaire) joue également en défaveur de l'offre de travail. Reste alors à

27. On remarque que le coin fiscal est minimal lorsque les pensions sont pleinement contributives.

savoir si les baisses du niveau de vie (effet revenu) pendant la retraite et l'activité n'engendrent pas des arbitrages suffisants pour être favorables à un accroissement de l'offre de travail.

Par ailleurs, les modifications des choix d'accumulation de capital productif et d'offre de travail vont influencer les productivités marginales d'équilibre, ce qui n'est pas sans effet sur ces modifications. Nous ne traitons pas ce point.

Offre de travail : choix de durée d'activité (âge volontaire de départ à la retraite)

Notons désormais L^+ la durée d'activité en seconde période de vie[28] et conservons une fonction convexe $q(L^+)$ qui mesure la désutilité induite par la durée d'activité [29]. Le programme de cycle de vie d'un ménage s'écrit dorénavant :

$$\max_{c,z^+,S,L^+} u(c)+\mu^+\cdot v(z^+)-q(L^+)$$

sous la contrainte

$$\begin{cases} c = w - S \\ \mu^+\cdot z^+ = R^+\cdot S + w^+\cdot L^+ \\ 0 \le L^+ \le \mu^+ \end{cases} \qquad \text{(P3)}$$

Les conditions du premier ordre sont :

$$\begin{cases} S : u'(c) = R^+\cdot v'(z^+) \\ L^+ : w^+\cdot v'(z^+) = q'(L^+) \end{cases}.$$

La première condition exprime l'égalité entre bénéfice et coût marginaux, en termes de bien-être, liés à une variation infime du niveau de l'épargne. La seconde condition exprime la même égalité pour des variation infimes de la durée d'activité.

De la même façon que dans la section précédente, il est possible de s'intéresser à la variation de la durée d'activité désirée consécutive à l'accroissement de la longévité. Compte tenu des arbitrages des ménages, il est possible d'énoncer la proposition suivante.

Proposition 8 : *L'allongement de la durée de la vie augmente les incitations à travailler plus longtemps.*

28. Implicitement, on suppose qu'en première période l'offre de travail désirée est égale à la durée de la période.

29. Michel et Pestieau (2000) s'intéressent précisément à la question de l'âge optimal de retraite. Voir également Crettez et Le Maitre (2002) pour une approche dans un modèle de croissance endogène.

Démonstration :

En utilisant les conditions du premier ordre, par différenciation, on trouve que l'offre de travail a le même sens de variation que l'épargne :

$$\Delta L^{+} = -\frac{w \cdot u''}{R^{+} \cdot q''} \Delta S$$

et on observe que :

$$\frac{\Delta S^{+} / S^{+}}{\Delta \mu^{+} / \mu^{+}} = \frac{1}{1+\gamma'''} \cdot \frac{\mu^{+} z^{+}}{R^{+} S} \text{ avec } \gamma''' = \gamma \cdot \left(1 - \frac{w^{+2} \cdot v''}{\mu^{+} \cdot R^{+} \cdot q''} \right).$$

Cette élasticité est toujours positive. Il en ressort que l'allongement de la durée de la vie est simultanément favorable à l'épargne et à l'augmentation de la durée d'activité. ■

L'intuition du résultat de cette proposition est la même que dans la configuration précédente : le besoin d'augmentation de la consommation de fin de cycle de vie peut être satisfait ici non seulement par une baisse éventuelle de la consommation de première période mais également par la possibilité de jouer sur la durée d'activité. L'augmentation des utilités marginales de la consommation consécutive à la baisse des niveaux de consommation rend plus utile l'accroissement de l'offre de travail. Au final, l'augmentation de l'offre de travail permet de modérer la baisse des niveaux de consommation.

La proposition est valable lorsque le système de prix reste inchangé et, particulièrement en l'absence de système de retraite par répartition. Si on introduit un système par répartition, ce dernier a une influence sur les choix de départ en retraite. Supposons que le montant de la pension dépend pour une part λ des cotisations versées. On a alors :

$$P^{+} = \rho^{+} \cdot w^{+} \cdot \left(\lambda \cdot \frac{1+L^{+}}{1+\overline{L}^{+}} + (1-\lambda) \right)$$

où $\overline{L}^{+}$ est la durée d'activité moyenne de fin de cycle de vie. La pension est perçue pendant une durée $(\mu^{+} - L^{+})$ et le taux de dépendance est égal à $(\mu^{+} - L^{+})/(1 + L^{+})$.

La condition d'arbitrage en termes de durée d'activité est modifiée et devient : $\left(1-\tau^{+}-\rho^{+}+\lambda \cdot \tau^{+}\right) \cdot w^{+} \cdot v'\left(z^{+}\right) = q'\left(L^{+}\right)$. Le coin fiscal est :

$$\tau^{+} \cdot \left(1 + \frac{\rho^{+}}{\tau^{+}} - \lambda \right).$$

Il se décompose en trois éléments : le taux de cotisation sociale (τ^{+}), la perte d'opportunité de pension (ρ^{+}) et l'amélioration du montant de la pension retraite en raison de son caractère contributif ($\lambda \cdot \tau^{+}$). Si les pensions sont pleinement contributives ($\lambda = 1$), alors le coin fiscal est minimal, il se réduit à la perte d'opportunité de pension, et est égal au taux de remplacement ρ^{+}. On notera qu'en fin de cycle

de vie, le travailleur est moins sensible à l'écart de rendement entre la répartition et la capitalisation, car il subit cet écart moins longtemps. Dans cet exemple simplifié, au moment de la cessation d'activité professionnelle, la dernière unité de cotisation versée n'occasionne aucune perte d'opportunité de meilleure rémunération financière puisqu'elle est simultanée à la perception de la pension.

Dans la mesure où l'allongement de la durée de la vie peut modifier, à la hausse, le taux de cotisation, le coin fiscal induit par la répartition va s'accroître. En revanche, si le taux de remplacement diminue, le coin fiscal se réduira car la perte (d'opportunité) de pension liée à une durée d'activité plus longue est plus faible. Bien entendu, l'accroissement du coin fiscal provoque toujours des effets contradictoires et difficiles à cerner, en termes de substitution (défavorable à l'offre de travail) et de revenu (favorable à l'offre de travail).

Dans une logique d'optimum social, le planificateur-régulateur ne choisirait pas nécessairement, dans cette configuration d'offre de travail endogène, quelle serait la durée d'activité légale (sauf existence au niveau des entreprises d'entraves aux libertés individuelles de cessation d'activité), dans la mesure où il peut déterminer des règles de contributivité et du niveau de pension compatible avec l'optimalité sociale. Laisser aux salariés le libre choix en matière de durée d'activité, c'est faire preuve de neutralité sur les préférences individuelles (principe de justice sociale). Toutefois, on remarque ici que le système de retraite peut conduire à une certaine distorsion fiscale des comportements des travailleurs. Imposer une durée légale du travail peut alors apparaître comme une façon naturelle de supprimer la distorsion.

Déséquilibre sur le marché du travail

En général, deux thèses concourent à l'explication du chômage : l'insuffisance de la demande (pour les secteurs productifs en régime keynésien) et la rigidité du salaire réel (pour les secteurs productifs en régime classique). On peut s'intéresser à savoir dans quelle mesure le vieillissement peut conduire à une aggravation du chômage [30] soit par une élévation de l'offre de travail, soit par une baisse de la demande de travail.

Côté offre de travail, les effets suivants peuvent simultanément apparaître :

(i) Si l'allongement de la durée de la vie est un facteur d'augmentation de la durée d'activité désirée, dans un contexte de rationnement de l'offre de travail, le phénomène de chômage pourrait être amplifié.

30. On pourrait aussi s'intéresser à l'influence du chômage sur la morbidité (dégradation de la santé physique et morale), et par voie de conséquence sur la mortalité. Chauvel (1997) relève une surmortalité liée au suicide chez les chômeurs (conséquence d'une dépression).

Qui faut-il rationner ? Les travailleurs âgés mais expérimentés ou les jeunes travailleurs qui ont besoin d'acquérir de l'expérience ?

(ii) Vieillissement par effet de taille de cohorte : une génération nombreuse prend sa retraite (signe de vieillissement) mais libère beaucoup de postes de travail sans pour autant que la demande globale diminue ;

Côté demande de travail, deux situations sont possibles :

(i) Pour une économie en situation de chômage keynésien, l'impact du vieillissement est lié à l'évolution de la demande [31] : ici, l'allongement de la durée de la vie est un choc positif sur la taille de la population de consommateurs — l'allongement de la durée de la vie augmente implicitement la taille de la population —, sans qu'il y ait pour autant plus de travailleurs. Dans une analyse en termes de demande globale, c'est plutôt favorable à son maintien voire à sa croissance, et cela est donc favorable pour l'emploi ;

(ii) Pour une économie en situation de chômage pour des raisons structurelles, les gains de productivité résultant d'une augmentation souhaitée du temps d'éducation peut permettre d'élargir la marge de négociations salariales futures.

La productivité de la main-d'œuvre

Pour un état donné des techniques, la productivité du travail [32] dépend principalement de deux facteurs : l'éducation et l'expérience (principe du « *Learning by doing* »). Avec l'âge, l'expérience augmente, mais l'usure de l'état de santé et l'éventuelle obsolescence des connaissances participent à la dépréciation du capital humain. De leur côté, les jeunes générations auront probablement bénéficié d'une formation dans des technologies plus productives : à une génération de capital peut être associée une génération de travailleurs. Il en ressort deux résultats.

— Si les gains de productivité tirés de l'expérience dominent toujours ceux perdus par dégradation du capital humain et ceux acquis par la formation, alors la productivité peut apparaître croissante [33]

31. *Cf.* Keynes (1937), Hansen (1939) et Myrdal (1940) : ces auteurs anticipaient dans le ralentissement de la croissance démographique un freinage de la demande globale et de la production.

32. La rémunération peut parfois être déconnectée de la productivité, par exemple lorsque la rémunération est simplement à l'ancienneté. Les entreprises peuvent avoir intérêt (fidélisation, incitation) à maintenir un profil de salaire croissant pendant la durée d'activité à productivité du travail constante (voir Lazéar, 1976).

33. Une autre explication de l'augmentation de la productivité est le darwinisme : dans la mesure où ce sont les plus résistants qui survivent, la moyenne de la vaillance (et très probablement de la productivité) augmente avec l'âge, à moins que ce ne soient les plus courageux qui décèdent précocement en raison d'un « acharnement » au travail (forcé ou volontaire) peu bénéfique à leur chance de survie. Par exemple, on observe que l'espérance de vie des cadres est nettement supérieure à celle des ouvriers. Chauvel (1996) relève une différence de 5 années d'espérance de vie à 60 ans, soit près de 30 % en plus pour les professions supérieures. Cette surmortalité des ouvriers provient pour l'essentiel d'inégalités dans l'accès aux soins médicaux, en raison de leurs coûts ou de manque d'information sur les bénéfices de la prévention, ainsi que de différences de conditions de travail.

avec l'âge. Le vieillissement de la population active, et notamment celui par allongement de la durée d'activité, produira alors une hausse de la productivité moyenne.

— En revanche, si la productivité décroît à partir d'un certain âge [34], alors le vieillissement signifie une baisse de la productivité moyenne.

Une cause possible d'un niveau plus élevé de la productivité des travailleurs les plus expérimentés est une imperfection du marché du travail conférant aux travailleurs âgés un pouvoir de prédation du capital, ou d'accaparement, qui pourrait être défavorable à la productivité des plus jeunes. En effet, les travailleurs plus âgés et plus expérimentés sont-ils intrinsèquement plus productifs ou le sont-ils parce qu'ils sont capables de se faire allouer davantage de capital ? Une telle situation serait susceptible d'engendrer de graves risques de conflits entre les générations. Bien que les générations les plus jeunes soient de futures générations âgées, il est possible, notamment en cas de variations numériques importantes des effectifs des cohortes successives, que certaines générations cherchent à tirer parti de leur situation au détriment des suivantes. Ainsi, la prédation de la valeur ajoutée par une génération est notamment une thèse défendue par Chauvel (1998), celle du risque de conflit entre les générations est proposée par Kessler (1996), qui prétend qu'un tel risque est présent dès lors qu'une génération gagne significativement plus qu'une autre. Le vieillissement rendrait alors automatiquement plus pesante la prédation des plus âgés.

Mais par ailleurs, la productivité des générations successives de salariés dépend aussi de la capacité de la société de transmettre ses savoirs. L'allongement de la durée d'activité signifie que les différentes générations passent plus de temps ensemble, et que des générations qui n'auraient jamais dû se côtoyer vont travailler ensemble. L'échange de savoir par le travail ne peut être que favorable à une meilleure transmission des savoirs, et donc à la productivité moyenne.

Poursuivant cette voie de réflexion, on peut même supposer qu'il existe une forme de synergie productive : le travail est d'autant plus productif que les individus jouent des jeux coopératifs ; la durée de collaboration (mémoire) et le partage d'une culture commune sont probablement des éléments favorables à une telle coopération, notamment parce que le travail est un élément qui participe à la culture commune. Les travailleurs les plus expérimentés ont donc probablement des capacités de coordination plus fortes que les jeunes travailleurs. En termes de synergie productive, cela peut jouer aux dépens des plus jeunes, notamment si les capacités de coordination des plus expérimentés leurs permettent également d'imposer l'éviction

34. La cessation d'activité se traduit dans les faits par une productivité du travailleur qui devient nulle.

des plus jeunes de l'expérimentation par le travail (par le chômage des jeunes sans expérience). Dans un tel contexte, d'un côté, les plus âgés bénéficient d'une bonne synergie productive, d'un autre côté, les plus jeunes ont des capacités moindres à se coordonner, et ce d'autant que le chômage [35] et les moindres chances de carrière professionnelle renforcent l'esprit individualiste et de concurrence exacerbée dans les comportements productifs. L'allongement de la durée d'activité peut donc, dans ce cas, avoir des effets défavorables, en aggravant le déséquilibre des rapports de force, par différence de synergie productive et en termes de productivité.

Ajoutons un dernier élément de réflexion, concernant les origines de l'allongement de la durée de la vie : s'il est bien une conséquence de l'amélioration de l'état de santé de la population [36], qui est également un facteur d'augmentation du capital humain — on travaille mieux lorsqu'on est en bonne santé —, alors le vieillissement est un signe d'amélioration de la productivité.

Divers autres aspects de l'articulation entre vieillissement et activité économique

La croissance

Quatre canaux d'incidence de la longévité sur la croissance de long terme semblent particulièrement pertinents.

(i) L'accumulation de capital au sein de chaque entreprise peut produire, au niveau collectif, une meilleure productivité de l'ensemble des facteurs. Dès lors, si le vieillissement est un facteur d'accroissement de l'épargne, cela ne peut être que favorable à la croissance de long terme ;

(ii) Si les structures de préférences [37] des ménages varient avec l'âge, le vieillissement va se traduire par une déformation [38] de la structure

35. Le chômage frappe également beaucoup les travailleurs les plus âgés, mais ils bénéficient souvent de préretraite ou de prestations chômage plus généreuses. Sur ces questions de préretraite, voir Blanchet (1995), Guégano (2002) et Dantec (2002b).

36. On peut aussi s'interroger sur les origines de l'amélioration de l'état de santé : pour l'essentiel, ils sont attribuables aux progrès de la médecine mais aussi aux changements des techniques de production. L'industrialisation a permis de remplacer les travailleurs par des machines dans des tâches fortement préjudiciables à la santé. La réglementation en matière de droit du travail a posé des contraintes de production qui peuvent paraître pesantes pour la production ; mais elle a permis de corriger des dysfonctionnements du marché du travail qui conduisaient à sous-estimer les préjudices, pour les travailleurs et pour la société, consécutifs à une dégradation générale de la santé.

37. Pour une évaluation empirique de l'effet du vieillissement sur la consommation, on peut se reporter à Darmon et *al.* (1991).

38. La déformation de la structure productive pose également la question de la formation de la main-d'œuvre. Dans la mesure où la durée de formation est longue (par exemple, pour un médecin, elle est d'une dizaine d'années), il est nécessaire d'anticiper très tôt cette déformation de la structure des besoins.

de la demande, donc de la structure productive, privée et publique. Dans la mesure où tous les secteurs de production ne sont pas porteurs des mêmes potentialités de croissance endogène, il peut en résulter un impact du vieillissement sur la croissance économique. Dans le domaine privé, la question est de savoir, par exemple, si la fabrication de médicaments pour les plus vieux est plus ou moins porteuse de progrès techniques que la confection d'aliments pour bébés. Et, dans le domaine public, si, par exemple, la construction d'une maison de gériatrie, avec tous les équipements hospitaliers qu'elle peut nécessiter, est plus ou moins porteuse de progrès techniques que celle d'une maternelle, avec tous ses équipements nécessaires [39]. Par ailleurs, d'un point de vue intergénérationnel, il peut y avoir compatibilité des gains technologiques. Ainsi, par exemple, les techniques opératoires des plus âgés peuvent aussi bénéficier aux jeunes : l'opération de la cataracte est souvent nécessaire à partir d'un certain âge ; elle a nécessité la mise au point de nouvelles techniques chirurgicales et d'implants de plus en plus performants, autant d'évolutions qui sont indéniablement favorables à la R&D en général, avec des retombées sur l'amélioration des soins de maladies oculaires congénitales, le traitement de la myopie, etc ;

(iii) Éducation et croissance : une durée de vie plus grande des grands-parents peut faciliter l'éducation des plus jeunes ;

(iv) Choix d'éducation : une vie active plus longue augmente la durée de rentabilité de l'éducation, il devient plus rentable de s'éduquer plus longtemps (avant d'entrer dans l'activité ou pendant l'activité).

Valeur de la monnaie

Selon une intuition due, notamment, à Samuelson (1958) [40], la demande de monnaie dépend de la volonté des jeunes générations d'accepter, donc de valoriser, la monnaie détenue par les générations les plus âgées. Les jeunes acceptent contre cette monnaie d'échanger leur production à un certain prix (nominal). De cette valeur dépend le niveau de vie des plus anciens. Dans une certaine mesure, la valeur de la monnaie peut s'assimiler à un vote sur le niveau des transferts entre les générations. En acceptant la monnaie des générations les plus anciennes et en en fixant la valeur, les actifs plébiscitent une certaine forme de système par répartition. Lorsque les actifs représentent la classe médiane (dans le modèle à deux périodes, ce cas est toujours vérifié car $\mu < 1$), la demande de monnaie peut s'analyser

39. Pour une réflexion sur le lien entre démographie et offre d'éducation publique, voir Poterba (1998).

40. Signalons, cependant, que dans l'analyse originale de Samuelson, la monnaie était le seul actif disponible dans l'économie, de sorte que les jeunes générations n'avaient guère d'autre choix que de l'accepter. Mais son prix pouvait varier.

comme une intention de vote de l'électoral médian[41] : quelle est la valeur accordée à la monnaie détenue par les vieux ? Ce qui signifie également : quel est le montant de la pension de retraite versée aux générations plus âgées ?

Tirole (1985), comme Samuelson (1958), s'est intéressé à la valeur de la monnaie. Il suppose que la jeune génération a la possibilité de placer une partie de son patrimoine sous la forme d'un actif monétaire. La détention de cet actif ne procure pas d'utilité en soi et ne donne droit à aucun dividende ou intérêt. En revanche, dans la mesure où il conserve une valeur d'échange dans le temps, il peut constituer un support d'épargne complémentaire. Supposons que la quantité de monnaie en circulation soit stable et égale à $\overline{M}$. On note p le niveau général des prix à l'instant t. Cela signifie que le pouvoir d'achat de la monnaie est égal à $\overline{M}/p$. En termes d'arbitrage entre détention d'un actif capitaliste et détention d'un actif monétaire, il est nécessaire que le rendement de l'actif monétaire (inverse du facteur d'inflation) soit identique à celui de l'actif capitaliste, à savoir :

$$\frac{p}{p^+} = R^+ \ .$$

Cette identité complète la condition habituelle du premier ordre qui détermine le niveau optimal de l'épargne : $u'(c) = R^+ \cdot v'(z^+)$, avec $c = w - (G^+ \cdot k^+ + m)$, $\mu^+ \cdot z^+ = R^+ \cdot G^+ \cdot k^+ + p/p^+ \cdot m$ et où $m = \overline{M}/(p \cdot N)$ est la valeur d'achat de la monnaie détenue par chaque travailleur. La monnaie perd sa valeur si le niveau général des prix tend vers un niveau infini (cas d'hyper-inflation). Dans cette situation particulière, l'équilibre à long terme est le même que celui d'une économie sans monnaie à la Diamond (1965). Cette situation révèle une véritable

41. Il existe, par ailleurs, toute une littérature économique sur les questions de l'impact du vieillissement sur les intentions de vote. On peut notamment se référer à Casamatta *et al.* (2001), Tabellini (2001) ainsi qu'à Razin *et al.* (2002).

Casamatta et al. (2001) montrent qu'un système par répartition redistributif (au sein d'une même cohorte) peut être viable politiquement même lorsque l'économie est dynamiquement efficiente. Ce résultat provient très probablement du fait que la redistribution intracohorte n'est pas distincte de la redistribution intercohorte. Pourtant, un parti politique qui proposerait de séparer les deux logiques redistributives serait en mesure de remporter les élections.

Tabellini (2001) tente de répondre à la question : Pourquoi un système redistributif pour une minorité de la population (les vieux) est-il soutenu politiquement ? Pour lui, l'explication la plus plausible du soutien politique est le caractère redistributif intracohorte des systèmes par répartition. C'est une façon de rallier les plus pauvres à la cause des plus âgés, de façon à constituer un groupe électoral majoritaire.

Razin et *al.* (2002) s'intéressent à l'impact du vieillissement sur l'évolution du soutien électoral du welfare state. Comme dans les deux autres études, ils étudient un système social avec prestation universelle financée à l'aide d'un prélèvement sur les revenus du travail ; les vieux ne payant pas d'impôt sur les revenus et percevant la prestation universelle, ils se comportent électoralement comme des pauvres (revenu inférieur à la moyenne). Il en ressort que l'âge de l'électeur médian croît avec le vieillissement. Toutefois, leur approche du vieillissement se réduit à une baisse de la croissance de la population active (augmentation de l'âge moyen), et non à un allongement de la durée de la vie. Le vieillissement augmente le poids électoral des retraités. Au final, c'est comme s'il y avait plus de pauvres qui revendiquent une prestation universelle élevée.

instabilité de la valeur de la monnaie. Chaque génération anticipe que les générations futures rejèteront la monnaie [42].

Dans la situation où la dynamique de l'économie est inefficiente, situation qui apparaît lorsque le taux d'intérêt est inférieur, en moyenne, au taux de croissance, Tirole montre comment la détention de monnaie peut permettre de corriger la trajectoire de suraccumulation de capital et d'orienter l'économie vers l'équilibre de la règle d'or : grâce à l'existence de monnaie, qui permet de réduire le taux de rendement du capital, celui-ci est, alors, sur l'ensemble de la trajectoire, égal au taux de croissance économique, si bien qu'à long terme, l'économie est à la règle d'or — situation de croissance équilibrée où la part allouée à la consommation est maximale.

L'état stationnaire lorsque la monnaie a de la valeur est simultanément caractérisé par deux relations : la stabilité de la valeur de la monnaie ($m^+ = m$) et la stabilité de l'intensité capitalistique ($k^+ = k$).

$$\begin{cases} m = m^+ : & \bar{G} = R\left(\bar{k}\right) \\ k = k^+ : & u'\left(w\left(\bar{k}\right) - \left(\bar{G}\cdot\bar{k} + \bar{m}\right)\right) \\ & = R\left(\bar{k}\right)\cdot v'\left(R\left(\bar{k}\right)/\,\bar{\mu}\cdot\left(\bar{G}\cdot\bar{k} + \bar{m}\right)\right). \end{cases}$$

L'accumulation de capital avec actif monétaire conduit à la règle d'or, et le taux d'inflation est inversement proportionnel au taux de croissance démographique.

On remarque que la condition de stabilité de la valeur réelle de la monnaie permet de déterminer le niveau d'intensité capitalistique stationnaire. Le paramètre de longévité n'intervient pas dans cette condition. On déduit trivialement la proposition suivante :

Proposition 10 : *En présence d'un actif monétaire (et une dynamique potentiellement inefficiente), le vieillissement est neutre sur l'intensité capitalistique de long terme.*

Puisque le vieillissement est neutre sur le niveau d'intensité capitalistique à l'état stationnaire, il en ressort que le niveau de consommation par tête diminue. Par ailleurs, dans la mesure où le vieillissement est un facteur supplémentaire d'épargne, le potentiel d'inefficience dynamique va s'aggraver, et donc, nécessairement si l'efficience de l'économie dépend de la valeur de la monnaie, il va falloir que celle-ci augmente.

42. Les constitutions reconnaissent en général, le droit aux générations futures de refuser les institutions/traditions mises en place par les générations passées. Pour exemple, l'article XXIII de la constitution de 1793 déclare : « Le peuple a toujours le droit de revoir, de réformer et de changer sa constitution : une génération ne peut assujettir à ses lois les générations futures ». Dans notre exemple, le soutien aux « valeurs » passées transite par la valorisation d'un actif sur un marché, celui de la monnaie.

Proposition 11 : *A long terme, dans une économie potentiellement inefficiente, l'élasticité de la valeur de la monnaie par rapport à la longévité est positive et supérieure à 1.*

Démonstration : *Cf.* proposition 1, on a ici :

$$\frac{\Delta m / m}{\Delta \bar{\mu} / \bar{\mu}} = \frac{1}{1+\bar{\gamma}} \quad . \quad \blacksquare$$

Ce résultat signifie que, à masse monétaire inchangée, le vieillissement est un facteur plus déflationniste. L'accroissement des besoins d'épargne pour l'ensemble des générations est globalement favorable au pouvoir d'achat de la monnaie. Chaque génération d'inactifs écoule à un meilleur prix la monnaie qu'elle détient.

Comportement dynastique et patrimoine familial

Une dynastie a un comportement similaire à celui d'un planificateur social puisque chaque génération retire de l'utilité du bien-être de sa descendance (*cf.* Becker), à ceci près que la fonction de lissage de la consommation sur l'ensemble de la durée de vie de la famille n'est possible que dans la mesure où la loi n'interdit pas de léguer des dettes, à moins, bien sûr, que l'on suppose également une ascendance dans l'altruisme, c'est-à-dire une bienveillance des enfants vis-à-vis de leur parent. Au final, les effets de l'allongement de la durée de la vie doivent jouer de façon comparable à ceux observés dans le cadre du programme du planificateur. L'allongement de la durée de la vie de chacun des membres d'une dynastie va modifier les niveaux de consommation individuelle mais pas nécessairement le profil de l'épargne totale. Si on reprend la version stylisée avec des fonctions de bien-être de cycle de vie log-linéaires, on peut facilement trouver une solution identique à celle obtenue avec un critère de planificateur (*cf.* section suivante). Cela n'est pas étonnant car chefs de famille et planificateur s'intéressent aux besoins futurs anticipés de leurs descendances pour les premiers et de la société pour le second. En présence d'un altruisme rationnel (l'altruisme des parents respecte la structure de préférence de sa descendance), on observe le principe de Barro connu sous le nom d'équivalence ricardienne : les modifications du système de retraite par répartition sont neutres sur les comportements d'épargne.

Néanmoins, l'allongement de la durée de la vie retarde l'âge de l'héritage. Ce retard peut modifier les comportements de consommation dans la mesure où les marchés financiers sont imparfaits et où ils ne permettent pas de s'endetter sur l'héritage potentiel. Ce retard peut rendre plus sévère la contrainte d'endettement. Le pouvoir paternel/maternel dure ainsi plus longtemps, car seulement des legs *inter vivos* peuvent corriger la contrainte d'endettement. Peut alors se

poser la question des services rendus au sein d'une famille dans la mesure où les legs *inter vivos* peuvent en être la rémunération.

Zhang *et al.* (2001) se sont intéressés à un autre aspect du vieillissement dans ce contexte : celui sur la fécondité. Ils supposent que chaque parent accorde de l'utilité sur le nombre d'enfants et sur leur niveau de bien-être. Leur analyse montre ainsi une interaction entre déclin de la mortalité, croissance de long-terme et sécurité sociale. L'impact sur la fertilité et l'investissement en capital humain dépend de la structure des préférences dynastiques et des règles d'ajustement du système de retraite. Ils trouvent des conditions à l'obtention d'un effet favorable de la longévité sur la croissance.

Quelle règle d'équité entre les générations ?

Comment doivent évoluer les paramètres du système de retraite par répartition suite à un choc de vieillissement, si l'on admet que ce système tente de résoudre un problème de partage équitable des ressources entre les différentes générations jeunes, âgées et futures [43] ? Ignorons la croissance démographique ($G = 1$) et optons pour un critère de justice sociale entre les générations basé sur une somme actualisée des bien-être des générations successives. Le programme de croissance optimale avec variable de vieillissement s'écrit :

$$\begin{cases} \max\limits_{\{c_t ; z_t ; k_{t+1}\}_{t=0,\dots+\infty}} v(z_0) + \sum_{t=0}^{+\infty} \delta^{t+1} \left[u(c_t) + \mu_{t+1} v(z_{t+1}) \right] \\ \text{s.c. } c_t + \mu_t \cdot z_t = f(k_t) - k_{t+1} \text{ avec } k_0 \text{ donnée} \end{cases} \qquad \text{(P4)}$$

où δ est le facteur d'escompte intertemporel du planificateur. Au niveau de la contrainte budgétaire de la nation, le vieillissement est un facteur de consommation et donc un facteur de pénurie à ressources inchangées. On trouve les conditions d'optimalité du premier ordre suivantes :

$$\begin{cases} \delta \cdot u'(c) = v'(z) \\ u'(c) = R^+ \cdot \delta \cdot u'(c^+) \end{cases}.$$

Elles correspondent à une double règle d'équité : la première équation exprime un principe de juste partage des ressources entre les générations présentes (on égalise les utilités marginales à un facteur près de taux d'escompte public) ; la seconde équation traduit un principe de juste partage des ressources entre les générations présentes et futures (on égalise les utilités marginales entre les générations présentes et futures à un facteur d'escompte public près).

43. Pour des questions d'équité entre les générations, voir Fleurbaey et Michel (1992).

Notons $\hat{c}$, $\hat{z}$ et $\hat{k}$, les solutions optimales de ce programme. Si le système par répartition est un moyen de décentraliser le programme de croissance optimale, les paramètres institutionnels doivent garantir à chaque période :

$$\rho^* = \frac{\hat{z} - \frac{\hat{R}}{\mu} \cdot \hat{k}}{\hat{w}} \quad \text{et} \quad (1-\tau^*) = \frac{\hat{c} + \hat{k}^+}{\hat{w}}$$

avec $\hat{R} = R(\hat{k})$ et $\hat{w} = w(\hat{k})$ les prix (productivités marginales) observés à l'optimum social.

Dans une version stylisée du modèle avec une fonction d'utilité log-linéaire [H1] et sous [H5] (fonction de production de type Cobb-Douglas), on détermine facilement :

— L'équation dynamique d'accumulation de capital : $\hat{k}^+ = \hat{s} \cdot f(\hat{k})$ avec un comme taux d'épargne $\hat{s} = \delta \cdot \theta$. Ce taux d'épargne national est constant, neutre de la longévité, et il dépend positivement du facteur d'escompte public ainsi que du paramètre de productivité du capital ;

— La règle de partage des ressources entre les jeunes et les vieux :

$$\hat{z} = \frac{\beta}{\delta} \hat{c} \quad .$$

Il s'agit d'une règle de parité stricte entre les deux niveaux de consommation. Le ratio β / δ fixe le niveau de la règle. Il mesure l'écart relatif entre facteur d'escompte privé et facteur d'escompte public. Le facteur d'escompte privé joue en faveur du niveau de vie des plus âgés (logique d'égalisation des utilités marginales entre les jeunes et les vieux), tandis que le facteur d'escompte public (favorable aux générations futures) est défavorable à l'affectation aux plus âgés.

Les taux de cotisation et de remplacement équitables permettant la réalisation de l'optimum social s'identifient alors :

$$\begin{cases} \rho^* = \frac{1}{1-\theta} \cdot \left(\frac{\frac{\beta}{\delta}(1-\hat{s})}{1+\frac{\beta}{\delta}\mu} - \theta \right) \\ (1-\tau^*) = \frac{1}{1-\theta} \cdot \left(\frac{(1-\hat{s})}{1+\frac{\beta}{\delta}\mu} + \hat{s} \right) \end{cases} .$$

On observe que les taux optimaux de cotisation et de remplacement sont respectivement croissant et décroissant en fonction de la durée de la vie. L'élasticité du taux de cotisation à la longévité vérifie la propriété :

$$\varepsilon^* = \frac{1}{\rho^*} \cdot \frac{1}{1-\theta} \cdot \frac{\left(\frac{\beta}{\delta}\right)^2 \cdot (1-\hat{s})}{\left(1+\frac{\beta}{\delta}\mu\right)^2} \quad .$$

Cette règle d'ajustement des cotisations et pensions est plus complexe que celle produite en prenant en compte une règle de taux de remplacement net constant (*cf. supra*) car ici le principe de parité s'applique sur les niveaux de consommation et non sur les niveaux de revenu disponible.

L'allongement de la durée de la vie se traduit par une pression sur le besoin de consommation totale, et la consommation par tête diminue : on observe bien un effet malthusien [44] lié à l'accroissement implicite de la taille de la population. Ce résultat provient de la neutralité du vieillissement sur le taux d'accumulation de capital de croissance optimale : la trajectoire d'intensité capitalistique ne varie pas, mais la population augmente. Avec ce système de retraite, le bilan en termes de diminution du revenu sur le cycle de vie liée à l'ajustement du système de retraite est égal à $(\varepsilon\,(1-\delta)+\delta)\cdot(1-\theta)\cdot\rho\cdot f(k)$.

Conclusion

Cet article prend pour point de départ l'intuition que le vieillissement, loin d'être uniquement source de difficultés de finances publiques, pourrait être un moteur de la croissance économique et de bien-être. En raison de faibles revenus futurs anticipés, les individus adoptent, en effet, une logique d'accumulation de patrimoine et d'accroissement de l'offre de travail. Au niveau macroéconomique, une longévité plus importante [45], à âge donné d'entrée dans l'inactivité, peut donc constituer un moteur de la croissance et du développement.

Nous avons examiné dans quelle mesure l'obligation d'équilibrer les finances des systèmes publics de retraite par répartition pouvait contrecarrer ou accentuer cette incidence sur le développement économique. Toutefois, il apparaît que même si les ajustements choisis pour assurer l'équilibre du système de retraite par répartition provoquent une baisse de l'épargne, le vieillissement pourrait demeurer un facteur d'amélioration du bien-être pour l'ensemble des générations dans la mesure où le fait de vivre plus longtemps est déjà en soi un facteur de progrès.

La sensibilité des paramètres institutionnels au vieillissement répond à deux logiques : une logique politique et une logique d'équité intergénérationnelle. La logique politique dépend de l'âge de l'électeur médian. Par ailleurs, nous étudions un système par répartition dont la fonction est de réaliser un optimum social. Taux de remplacement et taux de cotisation sont alors endogènes. Le rôle de la répartition est

44. Blanchet (1988) emploie le terme d'effet de dilution du capital.

45. Les propriétés énoncées dans cet article sont également vraies lorsqu'on assiste à un raccourcissement de la durée de la vie. Ce type d'événement peut apparaître à la suite d'un choc épidémiologique tel que le SIDA. Sur le sujet, voir notamment, Touzé et Ventelou (2002) et Pison (2002).

double : réguler le niveau d'épargne optimale afin de constituer un niveau de ressources suffisant pour les générations futures ; répartir de façon équitable les ressources entre les jeunes et les vieux. Dans une situation stylisée, les variations respectives des pensions et des cotisations neutralisent l'impact du vieillissement sur l'accumulation d'épargne : on demeure sur un sentier de croissance optimale avec un taux d'accumulation indépendant de la durée de la vie, et la règle de partage du revenu alloué à la consommation est une parité sur les niveaux de consommation jeunes/vieux.

L'offre de travail est vraisemblablement sensible au vieillissement. Nous détaillons certains aspects de cette question. Une durée d'inactivité plus longue nécessite un montant supplémentaire d'épargne que le renoncement à la consommation présente, mais également l'intensification du travail peuvent faciliter : un travail plus productif peut permettre d'éviter une réduction de la consommation. Par ailleurs, l'offre de travail ne s'apprécie pas seulement sur sa qualité, mais aussi sur sa durée. Comment l'âge désiré de la retraite évolue-t-il ? Nous avons mis l'accent sur les principaux arbitrages : retarder la date du départ en retraite implique une réduction de la durée de pension (forte sensibilité de l'écart de revenu entre le salaire et la pension au moment de la cessation d'activité) ; travailler plus longtemps permet d'obtenir une meilleure retraite, dans la mesure où la pension tient compte de la durée d'activité.

Enfin, le modèle à deux périodes peut paraître trop réducteur pour traiter dans sa globalité le problème du vieillissement. L'ensemble de nos résultats est conditionné par cette hypothèse. Probablement, un véritable modèle en temps continu, où la durée de vie serait traitée de façon plus précise, permettrait de généraliser notre étude [46].

46. La plus fameuse version d'un tel modèle est celle utilisée par Blanchard (1985) ; mais la résolution qu'il propose ne tient, justement, qu'à une hypothèse de jeunesse perpétuelle : l'espérance de durée de vie restante à un âge donné est invariante de l'âge. Cette hypothèse n'est pas satisfaisante pour reproduire des structures de taux de survie réalistes.

Références bibliographiques

ABEL A. B., 1986 : « Capital Accumulation and Uncertain Lifetimes with Adverse Selection », *Econometrica*, 54.

ANDO A. et F. MODIGLIANI, 1957 : « Tests of the Life Cycle Hypothesis of Saving: Comments and Suggestions », *Bulletin of the Oxford Institute of Statistics*.

ALLAIS M., 1947 : *Economie et Intérêt*, Imprimerie Nationale.

ARRONDEL L. et A. MASSON, 1994 : « Que nous enseignent les enquêtes sur les transferts patrimoniaux en France ? », *Économie et Prévision*, 100-101.

ARRONDEL L. et A. MASSON, 1996 : « Gestion du risque et comportements patrimoniaux », *Economie et Prévision*, n° 296-297.

AUERBACH A. et L. KOTLIKOFF, 1987 : *Dynamic Fiscal Policy*, Cambridge University Press.

BLANCHARD O. J., 1985 : « Debt, Deficits, and Finite Horizons », *Journal of Political Economy*, 93.

BLANCHARD O. J. et S. FISCHER, 1989 : *Lectures on Macroeconomics*, MIT Press.

BLANCHET D., 1988 : « Age Structure and Capital Dilution Effects in Neo-classical Growth Models », *Journal of Population Economics*.

BLANCHET D., 1992 : « Retraite et croissance économique: un essai de simulation », *Économie et Prévision*.

BLANCHET D., 1994 : « Les structures par âge importent-elles ? », Document de travail INSEE, DESE G9401.

BLANCHET D., 1995 : « Equité, efficacité et fonctions assurantielles de la retraite et de la préretraite », *Revue économique*, 46 (3).

BLANCHET D., 2001 : « L'impact des changements démographiques sur la croissance et le marché du travail: faits, théories et incertitudes », mimeo, INSEE.

BLANCHET D. et D. KESSLER, 1992 : « Pension Systems in Transition Economies: Perspectives and Choices Ahead », *Public Finance*, 47.

BOMMIER A. et R. D. LEE, 1999 : « Overlapping Generations Models with Realistic Demography: Static and Dynamics », *Working paper*, University of California.

BOURDELAIS P., 1993 : *Le nouvel âge de la vieillesse*, Editions Odile Jacob.

CASAMATTA G., H. CREMER et P. PESTIEAU, 2001 : « The Political Economy of Social Security », *Scandinavian Journal of Economics*, 102 (3).

CAZES S., T. CHAUVEAU, J. LE CACHEUX et R. LOUFIR, 1992 : « L'avenir des retraites dans un modèle d'équilibre général calculable », *Revue d'économie financière*, 23.

CAZZAVILLAN G. et P. PINTUS, 2001 : « Endogenous Labor Supply, Gross Substitutability, and Robustness of Multiple Equilibria in OLG Economies » in D. K. Levine and W. Zame (Eds), *Proceedings of the 2002 North American Summer Meetings of the Econometric Society.*

CHAUVEL L., 1996 : « Rôle économique et social accru du troisième âge », *mimeo*.

CHAUVEL L., 1997 : « Ralentissement économique et suicide », dans L. Dirn, « Tendances de la Société Française », *Revue de l'OFCE*, n° 60.

CHAUVEL L., 1998 : *Le destin des générations*, PUF.

COTTAVE R., 1991, *Rapport de la Mission-Retraite*, La Documentation Française.

CRETTEZ B. et P. LE MAITRE, 2002 : « Optimal Age of Retirement and Population Growth », *Journal of Population Economics*, 15 (4).

DANTEC A., 2002a: « Vieillissement: le syndrome de Mathusalem », *Lettre de l'OFCE*, n° 227.

DANTEC A., 2002b: « Financement des pré-retraites dans un modèle de droit à gérer », mimeo, OFCE.

DARMON D., J.-M. HOURRIEZ et P. L'HARDY, 1991 : « Consommation: l'effet du vieillissement », *Economie et Statistique*, n° 243.

DIAMOND P., 1965 : « National Debt in a Neoclassical Growth Model », *American Economic Review*, 55 (5), septembre.

DINH Q. C., 1991 : « Le vieillissement de la population sera plus important que prévu », *Economie et Statistique*, n° 243.

DIRN L. et H. MENDRAS, 1984 : « Le troisième âge animera la société française », *Revue de l'OFCE*, n° 8

FLEURBAEY M. et P. MICHEL, 1992 : « Quelle justice pour les retraites ? », *Revue d'économie financière*, 23, 47-64.

FRENKEL J., A. RAZIN et E. SADKA, 1991 : *International Taxation in an Integrated World*, MIT Press.

FUTAGAMI K. et T. NAKAJIMA, 2001 : « Population Aging and Economic Growth », *Journal of Macroeconomics*, 23 (1).

VAN GROEZEN B., L. MEIJDAM et H. VERBON, 2002 : « Social Security Reform and Population Ageing in a Two-Sector Growth Model », Tilburg University-CentER, *Discussion paper*, 2002-2025.

GRUBER J. et D. WISE, 1998 : *Social Security and Retirement around the World*, Chicago University Press.

GUÉGANO Y., 2002 : « L'activité après 55 ans », Document de travail de la CDC, *Question retraite*, n° 46-47.

HAMERMESH D., 1985 : « Expectations, Life Expectancy, and Economic Behavior », *Quarterly Journal of Economics*, 100 (22).

HANSEN A. H., 1939 : « Economic Progress and Declining Population Growth », *American Economic Review*.

INGENUE (équipe), 2001 : « Vieillissement démographique et transferts inernationaux d'épargne : premiers enseignements du modèle INGENUE », *Revue d'économie politique*, février.

INGENUE (équipe), 2002 : « Incidences économiques, politiques et redistributives des réformes des retraites en Europe : Une exploration avec le modèles INGENUE », *Revue économique*, 53 (4).

KESSLER D., 1996 : « Preventing Conflicts between Generations, For an Active Management of the Allocation or Resources between Generations », 20 th annual Lecture of the Geneva Association.

KEYNES J. M., 1937, « Some Economic Consequences of a Declining Population », *Eugenics Review*, march.

LAZÉAR E. P. (1976), « Age, Experience, and Wage Growth », *American Economic Review*, 66 (4).

LE CACHEUX J. et V. TOUZÉ, 2002 : « Les modèles d'équilibre général calculable à générations imbriquées : enjeux et méthodes », *Revue de l'OFCE*, Janvier, 2002.

MALMBERG B., 2000 : « Demographic Effects on the Macroeconomy : A Short Review », mimeo, Uppsala University.

MICHEL P., 1993 : « Le modèle à générations imbriquées, un instrument d'analyse macroéconomique », *Revue d'économie politique*, 103 (2).

MICHEL P. et P. PESTIEAU, 2000 : « Retraite par répartition et âge de la retraite », *Revue économique*, 51.

MILES D., 1997 : « Modeling the Impact of Demographic Changes Upon the Economy », CEPR Discussion Paper, n° 1762.

MODIGLIANI F., 1986 : « Life Cycle, Individual Thrift and the Wealth of Nations », Nobel Conference, *American Economic Review*, vol. 76, n° 3, juin ; traduction française dans la *Revue française d'économie*.

MODIGLIANI F. et R. BRUMBERG, 1954 : « Utility Analysis and the Consumption Function : An Interpretation of Cross Country Data », *in* E. Kurihaha (Ed.), *Post Keynesian Economics*, Rutgers University Press.

MORROW K. Mc et W. ROEGER, 2000 : « The Economic Consequences of Ageing Populations », Report ECFIN, European Commission.

MYRDAL G., 1940 : *Population : A Problem of Democraty*, Harvard University Press.

NOURRY C., 2001 : « Stability of equilibria in the overlapping generations model with endogenous labor supply », *Journal of Economic Dynamics and Control*, 25.

PISON G., 2002 : « Le sida va-t-il entraîner un recul de la population de l'Afrique au sud du Sahara », *Population et Sociétés*, n° 385.

POTERBA J. M., 1998 : « Demographic Change, Intergenerational Linkages, and Public Education », *American Economic Review*, 88 (2).

SAMUELSON P. A., 1958 : « An Exact Consumption-Loan Model of Interest with or without the Social Contrivance of Money », *Journal of Political Economy*, 66 (3).

TABELLINI G., 2000 : « Theory of Social Security », *Scandinavian Journal of Economics*, 102 (3).

TIROLE J., 1985 : « Asset Bubble and Overlapping Generations », *Econometrica*, 53 (6).

TOUZÉ V., 1999a : *Financement de la Sécurité sociale et équilibre entre les générations*, Thèse de doctorat, Université de Paris X.

TOUZÉ V., 1999b : « Redistribution, Inégalité et Chômage », *Economie et Prévision*.

TOUZÉ V. et B. VENTELOU, 2002 : « SIDA et développement : un enjeu mondial », *Revue de l'OFCE*, hors série.

TURNER D., C. GIORN, A. DE SERRES, A. VOURC'H et P. RICHARDSON, 1998 : « The macroeconomic implications of ageing in a global context », document de travail, OCDE.

YAARI M., 1965, « Uncertain Lifetime, Life Insurance, and the Theory of the Consumer », *Review of Economic Studies*, 32 (2).

ZHANG J., J. ZHANG et R. LEE, 2001 : « Mortality decline and long-run economic growth », *Journal of Public Economics*, 80, pp. 485-507.