



N°2001 – 21
Décembre

Croissance économique mondiale : un scénario de référence à l'horizon 2030

Nina KOUSNETZOFF

Croissance économique mondiale :
un scénario de référence à l'horizon 2030

Nina KOUSNETZOFF

N° 2001 – 21
Décembre

TABLE DES MATIERES

SUMMARY	5
ABSTRACT	6
RÉSUMÉ	7
RÉSUMÉ COURT	8
1. INTRODUCTION	9
2. CROISSANCE DE LONG TERME ET CONVERGENCE CONDITIONNELLE	11
3. CHOIX D'UN MODÈLE DE CROISSANCE NÉO-CLASSIQUE DE TYPE SOLOW-SWAN, AVEC CAPITAL HUMAIN	11
4. EXCEPTION DES PAYS PRODUCTEURS DE PÉTROLE	13
4.1. Estimation économétrique des élasticités prix et demande sur la période 1970-1998.....	15
5. LES PRÉVISIONS DU MODÈLE DE CROISSANCE NÉO-CLASSIQUE	16
6. PRÉVISION AVEC UN PAYS À L'ÉQUILIBRE	19
7. PROJECTION DES VARIABLES EXOGÈNES	21
7.1. Taux de croissance de la population active.....	21
7.2. Indicateur de l'investissement en capital humain.....	22
7.3. Taux d'investissement en capital physique.....	24
8. CONSTRUCTION D'UN SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE : HYPOTHÈSES PAR PAYS	26
8.1. Progrès technique.....	27
8.2. Rythme de convergence.....	29
8.3. Scénario d'investissement en capital physique.....	30
8.3.1. (i) Régions riches.....	30
8.3.2. (ii) Régions à niveau de vie intermédiaire.....	31
8.3.3. (iii) Régions pauvres.....	31
8.4. Estimation du PIB par tête de la chine en 2000.....	33
8.5. Scénario de prix du pétrole.....	33
9. ANALYSE DES RÉSULTATS PAR RÉGIONS	36

9.1.	Croissance du PIB	37
9.1.1.	(i) Régions riches.....	37
9.1.2.	(ii) Régions à niveau intermédiaire.....	38
9.1.3.	(iii) Régions pauvres.....	39
9.2.	Contributions à la croissance du PIB	40
9.3.	Croissance de la productivité	41
9.4.	Vieillessement et rattrapage des PIB par tête.....	43
9.5.	Réduction des écarts de revenu entre grandes régions	45
10.	CONCLUSION	47
	BIBLIOGRAPHIE.....	50
	LISTE DES DOCUMENTS DE TRAVAIL DU CEPII.....	52

**WORLD ECONOMIC GROWTH :
A REFERENCE SCENARIO TO THE YEAR 2030**

SUMMARY

The poor quality of long term economic growth forecasts made during the sixties and the seventies has called into question the construction of new world growth scenarios. Most of the studies predicted a general catching up of the standards of living among the richest industrialised countries and by the developing countries within three or four decades. Reality did not match these expectations; a large part of the world's population is still not catching up. Yet, in spite of these past failures, it is essential to provide growth rate assumptions by country, for the next thirty years, because they are needed both for corporate strategies and for long term public policies to secure a sustainable development. In addition, models which are presently constructed to simulate shocks, such as computable general equilibrium models or macroeconomic models based on expectations, all require long term baseline scenarios. Therefore the construction of long term world growth scenarios remains necessary, in spite of the uncertainty attached to the results.

The forecast is constructed using a neo-classical growth model, which takes into account differences in human capital among countries. This type of model explains better the differences in growth during the transition period towards the long term equilibrium than does the original Solow model, and it can be used for forecasting. Also, the model is simple enough to understand and monitor the results of the reference scenario and shocks. The Mankiw, Romer and Weil (1992) model is used. The forecast is made, according to Germain and Guichard (1998) methodology, assuming that one country has already achieved its steady state equilibrium. The neo-classical growth model is applied to all the countries for which data are available, except the oil producing countries, for which the real price of oil and the economic growth of the rest of the world determine growth.

The main assumption of the "augmented" Solow model including human capital is the convergence in output per unit of labour, *conditional* on the investment rates in physical and human capital, and on the growth rate of active population. This result is indeed borne out in our 2030 prediction: the productivity growth rates of the countries converge. Another result also emerges, namely a reduction in the differences of GDP per capita between the main geographical areas. This result is not an outcome of the model, but of the population projections used as exogenous variables in the reference scenario. For the next thirty years, these projections indicate an acceleration of the demographic transition. As a result, the population ageing will take place at different times in different countries. This will favour a catch up of the poorest countries, because in most cases their populations are younger.

The "story line" of this world forecast scenario includes strong economic growth (an average annual growth rate of world GDP of 3% over the period 2000-2030), declining demographic growth and growth of the technical progress at the same rate as during the past 30 years. In terms of shares of world GDP, the weight of the old industrialised countries, which are ageing fast, diminishes more rapidly than before. As during the thirty previous years, South Asia gains all the ground lost by the industrialised countries from 2000 to 2030.

ABSTRACT

This paper presents a forecast of world economic growth divided into 30 geographical areas, for the period 2000 to 2030. The forecast is made using a neo-classical growth model with human capital, except for the oil producing countries, for which the real price of oil and the growth of the rest of the world determine the GDP growth rate. Firstly the models used for the forecast are described. Then the reference scenario is presented, including the demographic assumptions and the investment rate assumptions for physical and human capital. Finally the results of the forecast are analysed for 11 geographical areas: GDP and labour productivity growth rates; GDP per capita levels compared to the USA; and shares of the 11 geographical areas in the world GDP.

JEL Classification: E13, E17, O41, O47, O50.

Key Words: Growth, World, Forecast, Long Term

CROISSANCE ECONOMIQUE MONDIALE : UN SCENARIO DE REFERENCE A L'HORIZON 2030

RESUME

La construction de scénarios de croissance mondiale à long terme a été remise en cause par la mauvaise qualité des prévisions effectuées dans les années 1960 et 1970. En effet on prévoyait dans la plupart des cas un rattrapage général des niveaux de vie des pays industrialisés les plus riches, y compris par les pays en développement, en trois ou quatre décennies. Ces prévisions se sont trouvées démenties, une grande partie du monde restant jusqu'à présent exclue de ce phénomène de rattrapage. En dépit de ces échecs passés, des hypothèses de croissance par pays pour les trente prochaines années restent indispensables, aussi bien pour les stratégies des entreprises que pour la prospective à long terme des Etats liée au concept de développement durable. De plus, les modèles construits actuellement pour simuler des chocs, tels que les modèles d'équilibre général calculables ou les modèles macroéconomiques à anticipations, ont eux-mêmes besoin d'un scénario central de long terme. La construction de scénarios de croissance mondiale à long terme reste donc nécessaire, malgré l'incertitude inhérente à cet exercice.

Nous avons construit notre prévision à l'aide d'un modèle de croissance néo-classique prenant en compte les différences de capital humain entre les pays – modèle qui explique mieux les différences de croissance pendant la période de transition vers l'équilibre de long terme que le modèle originel de Solow, et qui est applicable en prévision. De plus, nous avons choisi un modèle suffisamment simple pour pouvoir comprendre et contrôler les résultats de la projection de référence et des variantes éventuelles. Le modèle utilisé est celui de Mankiw, Romer et Weil (1992). La prévision est effectuée en supposant qu'un pays a déjà atteint un équilibre de long terme à l'année de base, selon la méthode développée par Germain et Guichard (1998). Le modèle de croissance néo-classique est appliqué à tous les pays pour lesquels on dispose de données, sauf aux pays producteurs de pétrole : pour ces derniers, la croissance est déterminée par le prix réel du pétrole et la croissance du reste du monde.

L'hypothèse principale du modèle de Solow avec capital humain est la convergence des productions par unité de travail, *conditionnée* par les taux d'investissement en capital physique et humain ainsi que par le taux de croissance de la population active. Ce résultat se retrouve bien dans notre prévision à l'horizon 2030 : les taux de croissance des productivités des pays se rapprochent. La prévision fournit un autre résultat : une réduction des écarts de PIB par tête entre grandes régions du monde. Ce résultat ne provient pas du modèle, mais des projections démographiques utilisées comme variables exogènes dans le scénario de référence : pour les trente prochaines années, ces projections tablent sur l'accélération de la transition démographique, ce qui a pour conséquence un décalage dans le temps du « vieillissement » des pays, propice à un rattrapage des pays plus pauvres, qui sont dans la majorité des cas plus jeunes.

L'« image du monde » présentée par cette prévision est celle d'une croissance économique soutenue (croissance du PIB mondial de 3 % en moyenne sur la période 2000-2030), d'une croissance démographique sur le déclin et d'un progrès technique au même rythme que sur

les 30 années passées. En termes de partage du PIB mondial, la diminution du poids des régions anciennement industrialisées et démographiquement vieilles s'accélère. Comme au cours des trente années passées, c'est l'Asie du sud qui gagne d'ici 2030 tout le terrain perdu par les pays industrialisés.

RESUME COURT

Ce papier présente une prévision de croissance économique mondiale en trente zones géographiques pour les années 2000 à 2030. La prévision a été effectuée suivant un modèle de croissance néo-classique avec capital humain, sauf pour les pays producteurs de pétrole, dont la croissance du PIB est déterminée par le prix réel du pétrole et la croissance du reste du monde. Tout d'abord sont décrits les modèles utilisés pour la prévision. Ensuite est présenté le scénario de référence, en particulier les hypothèses démographiques et les hypothèses de taux d'investissement en capital physique et humain. Enfin sont discutés les résultats de la prévision, présentés pour 11 grandes régions du monde : croissance du PIB et de la productivité du travail ; niveau du PIB par tête comparé à celui des Etats-Unis ; part des régions dans le PIB mondial.

Classification *JEL* : E13, E17, O41, O47, O50.

Mots-clefs : Croissance, Monde, Prévision, Long terme.

CROISSANCE ECONOMIQUE MONDIALE : UN SCENARIO DE REFERENCE A L'HORIZON 2030

Nina KOUSNETZOFF¹

1. INTRODUCTION²

La construction de scénarios de croissance mondiale à long terme a été remise en cause par la mauvaise qualité des prévisions effectuées dans les années 1960 et 1970. En effet on prévoyait habituellement un rattrapage général des niveaux de vie des pays industrialisés les plus riches, y compris par les pays en développement, en trois ou quatre décennies. Ces prévisions se sont trouvées démenties, une grande partie du monde restant jusqu'à présent exclue de ce phénomène de rattrapage. Cependant, des hypothèses de croissance par pays pour les trente prochaines années restent indispensables, aussi bien pour les stratégies des entreprises que pour la prospective à long terme des Etats liée au concept de développement durable. De plus, les modèles construits actuellement pour simuler des chocs, tels que les modèles d'équilibre général calculables ou les modèles macroéconomiques à anticipations rationnelles, ont eux-mêmes besoin d'un scénario central de long terme. La construction de scénarios de croissance mondiale à long terme reste donc nécessaire, malgré l'incertitude inhérente à cet exercice³.

La mauvaise qualité des prévisions de long terme a entraîné un nouveau débat théorique sur la croissance à partir du milieu des années 1980. D'une part, le modèle de croissance néo-classique avec progrès technique exogène a été repris et développé pour prendre en compte, dans la phase de transition vers l'équilibre de long terme, des conditions portant non plus seulement sur le capital physique, mais aussi sur le capital humain. D'autre part, les théories de la croissance endogène ont tenté d'intégrer aux modèles la détermination de la croissance d'équilibre de long terme elle-même, en endogénéisant le progrès technique⁴. La croissance endogène a contribué à une meilleure compréhension des différences de

¹ Nina Kousnetzoff est économiste au CEPII (kousnetzoff@cepii.fr).

² Ce texte a été rédigé sur la base du rapport final du projet Analyse des stratégies de Réduction des Emissions de gaz à effet de Serre (ARES), mené dans le cadre du programme de recherche Gestion et Impact du Changement Climatique (GICC) du Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement et en collaboration avec l'Institut d'Economie et de Politique de l'Energie (IEPE, Grenoble), l'Institute for Prospective Technological Studies (IPTS, Séville, Espagne) et le Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement (CIRED-CNRS, Nogent-sur-Marne). Le rapport du CEPII pour le projet ARES a été effectué sous la direction de Nina Kousnetzoff et avec le concours de Stephan Fahr et Julien Genet, stagiaires au CEPII. L'auteur remercie Patrick Criqui (IEPE), pilote du projet ARES, pour ses précieux commentaires.

³ La précédente prévision de croissance mondiale effectuée au CEPII est décrite dans Cour et Delessy (1996).

⁴ Pour les développements récents de la théorie de la croissance, voir Barro et Sala-i-Martin (1995) et Barro (1999).

croissance entre pays, mais n'a pas encore permis de construire d'outil efficace de prévision.

Nous avons donc choisi de construire une prévision de croissance mondiale avec un modèle de croissance néo-classique prenant en compte les différences de capital humain entre les pays – modèle qui explique mieux les différences de croissance pendant la période de transition vers l'équilibre de long terme que le modèle originel de Solow, et qui est applicable en prévision. De plus, nous avons choisi un modèle suffisamment simple pour pouvoir comprendre et contrôler les résultats de la projection de référence et des variantes éventuelles. Le modèle utilisé est celui de Mankiw, Romer et Weil (1992). La prévision est effectuée en supposant qu'un pays a déjà atteint un équilibre de long terme à l'année de base, selon la méthode développée par Germain et Guichard (1998). Le modèle de croissance néo-classique est appliqué à tous les pays pour lesquels on dispose de données, sauf aux pays producteurs de pétrole : pour ces derniers, la croissance est déterminée par le prix réel du pétrole et la croissance du reste du monde.

Nous avons défini un scénario de référence de la façon suivante. D'une part, nous avons adopté les hypothèses les plus probables d'évolution des populations et des taux d'investissement en capital physique et humain de tous les pays. D'autre part, dans quelques cas particuliers, les paramètres du modèle général ont été modifiés pour tenir compte des performances passées des pays – qu'elles soient exceptionnelles ou au contraire médiocres – et de l'opinion qui prévaut sur leur dynamisme futur.

L'hypothèse principale du modèle de Solow avec capital humain est la convergence des productivités des pays, *conditionnée* par les taux d'investissement en capital physique et humain ainsi que par le taux de croissance de la population active. Ce résultat se retrouve bien dans notre prévision selon le scénario de référence à l'horizon 2030 : les taux de croissance des productivités des pays se rapprochent, mais il n'y a pas pour autant de convergence absolue des niveaux de productivité.

La prévision donne un autre résultat : une réduction des écarts de PIB par tête entre grandes régions du monde à l'horizon 2030. Ce résultat ne provient pas du modèle, mais des projections démographiques utilisées comme variables exogènes dans le scénario de référence : pour les trente prochaines années, ces projections tablent sur l'accélération de la transition démographique, ce qui a pour conséquence un décalage dans le temps du « vieillissement » des pays, propice à un rattrapage des pays plus pauvres, qui sont dans la majorité des cas plus jeunes.

Nous avons utilisé les bases de données suivantes : World Population Prospects de l'ONU révision 1998⁵, Penn World Tables⁶ version 5.6, la base CHELEM PIB du CEPII⁷ version 2001, World Development Indicators de la Banque mondiale, ainsi que des estimations récentes et prévisions de court terme de croissance du PIB tirées de Global Development Finance de la Banque mondiale et World Economic Prospects du FMI.

⁵ Voir United Nations (2000).

⁶ Voir Heston et Summers (1991).

⁷ Voir Mulder et Ta (1998)

Les projections selon le modèle de Solow avec capital humain sont faites séparément et individuellement pour 138 pays non pétroliers. Le modèle des pays producteurs de pétrole est appliqué à deux régions, l'Afrique du Nord OPEP et le Moyen-Orient OPEP. Les résultats des modèles sont ensuite regroupés en 30 zones et étendus aux pays non modélisés faute de données. Les prévisions couvrent ainsi l'ensemble du monde. L'horizon de la projection est 2030, l'année de base 2000 et le pas des projections est de 10 ans.

Dans la suite de ce document de travail, les modèles utilisés pour la prévision sont présentés dans les sections 1 à 6, le scénario de référence dans la section 7, et les résultats de la prévision dans la section 8 et la conclusion.

2. CROISSANCE DE LONG TERME ET CONVERGENCE CONDITIONNELLE

La comparaison entre pays des niveaux de vie et des rythmes de croissance sur longue période permet dans de nombreux cas d'observer un rattrapage des revenus par tête ou des productions par travailleur, sous certaines conditions (Le Pen (1997)). Cette propriété est connue sous le nom de β -convergence. C'est-à-dire que, plus le niveau initial de production par tête est faible, plus sa croissance est rapide, à condition que les caractéristiques économiques, sociales et politiques des pays soient similaires. Parmi les indicateurs qui conditionnent la croissance on retient habituellement la croissance démographique, le taux d'épargne, le niveau du capital humain (éducation, espérance de vie, santé...) et la qualité des institutions politiques (existence de l'état de droit).

Les modèles néo-classiques de croissance de type Solow-Swan expliquent la convergence conditionnelle par l'accumulation de capital à rendement marginal décroissant. En effet, si la productivité marginale du capital est décroissante, pour un même taux d'investissement, la croissance de la productivité du travail sera plus rapide dans un pays pauvre où le stock de capital est faible. Dans un pays riche où le stock de capital est élevé, la croissance de la productivité du travail se réduira à celle du progrès technique, supposé exogène. Mankiw, Romer et Weil (op. cité) donnent une version « évoluée » du modèle de Solow-Swan où le capital humain est distingué du capital physique. Les variables de contrôle pour la conditionnalité de la convergence sont les déterminants de l'état d'équilibre : les taux d'épargne et le taux de croissance démographique. A l'état d'équilibre les productions par tête augmentent au taux de croissance « mondial » du progrès technique, ce qui suppose que la technologie est un bien public pur.

3. CHOIX D'UN MODELE DE CROISSANCE NEO-CLASSIQUE DE TYPE SOLOW-SWAN, AVEC CAPITAL HUMAIN

Quand on construit une projection mondiale désagrégée en de nombreuses zones ou pays, il est souhaitable de choisir un modèle suffisamment simple pour pouvoir comprendre et contrôler les résultats de la projection de référence et des variantes. Le modèle sert essentiellement à garantir une cohérence temporelle et internationale. Nous avons choisi d'appliquer à tous les pays pour lesquels existent des données, sauf les pays producteurs de pétrole, le modèle néo-classique de croissance avec capital humain qui correspond bien aux critères précédents.

Ce modèle de croissance est basé sur une fonction de production néo-classique, qui a les caractéristiques suivantes :

- les rendements marginaux des facteurs de production sont positifs et décroissants ;
- les rendements d'échelle sont constants ;
- les conditions d'Inada sont vérifiées⁸.

La forme simple souvent considérée comme décrivant raisonnablement la réalité économique et qui répond à ces critères est la fonction de Cobb-Douglas à rendements d'échelle constants, homogène et log-linéaire.

Le comportement en dynamique de la fonction de production néo-classique permet d'écrire le modèle de croissance de Solow-Swan pour un pays, en économie fermée. A long terme s'établit un état d'équilibre où le taux de croissance de la productivité du travail est égal au taux de croissance du niveau technologique (progrès technique). Le niveau de la productivité du travail de long terme dépend des facteurs suivants :

- les taux d'investissement en capital physique et en capital humain ;
- la croissance de la population en âge de travailler.

En juxtaposant des modèles de pays en économie fermée, on obtient un modèle qui recouvre l'ensemble du monde. Chaque pays atteint son propre état d'équilibre et à son propre rythme. Une fois que tous les pays ont atteint leur niveau d'équilibre, la croissance de la productivité devient égale au taux de croissance commun du progrès technique, alors que des écarts persistent entre les niveaux de productivité, compte tenu des différences de taux d'investissement et de croissance démographique.

L'équilibre néo-classique suppose d'une part que les producteurs maximisent leurs profits, et d'autre part que les marchés sont parfaitement concurrentiels et ne présentent pas de distorsions : les prix reflètent le coût d'opportunité des ressources et les facteurs sont rémunérés à leur produit marginal⁹. Si ces hypothèses sont vérifiées, dans la fonction de production Cobb-Douglas, l'élasticité de production de chacun des facteurs capital et travail devrait être égal à sa part dans la rémunération des facteurs fournie par les comptes nationaux.

Ce modèle néo-classique ne doit donc manifestement pas être appliqué :

- aux pays producteurs de pétrole, parce que leur économie est basée sur l'exploitation d'une ressource naturelle dont le marché n'est pas parfait ;
- aux pays centralement planifiés ou en transition vers l'économie de marché, parce que les marchés de facteurs ne sont pas concurrentiels, et en particulier que le travail n'est pas rémunéré à son produit marginal.

Pour les pays producteurs de pétrole la prévision utilise un modèle « rentier » qui est décrit dans la section suivante ; pour les pays en transition, on suppose que le modèle néo-classique s'applique à partir de la fin des années 1990.

⁸ Le produit marginal du capital (ou du travail) tend vers l'infini lorsque le capital (ou le travail) tend vers 0 et tend vers 0 lorsque le capital (ou le travail) tend vers l'infini.

⁹ En particulier, il n'y a pas de chômage à l'équilibre. En ce sens, la croissance simulée est potentielle.

4. EXCEPTION DES PAYS PRODUCTEURS DE PÉTROLE

De nombreuses études indiquent que les pays riches en ressources naturelles sont moins performants en termes de croissance (Sachs et Warner (1997)): la concentration des exportations sur des ressources primaires mène à une croissance plus faible. Plusieurs types d'explication sont avancés.

- L'abondance des ressources naturelles peut amener à délaissier les secteurs manufacturiers concurrentiels, qui pourtant génèrent de nombreuses externalités positives pour la croissance : ces déséquilibres sectoriels ont été décrits sous le nom de « maladie hollandaise »¹⁰. Dans ce cas, le pays conservera sa spécialisation d'origine, et sa croissance s'en trouvera ralentie. De plus, à très long terme, les exportations de ressources naturelles ne peuvent pas croître au même rythme que les autres industries même si l'apport en capital et travail s'accroît, car la part de marché mondial des ressources naturelles, et en particulier du pétrole, décroît ;
- Pendant la phase d'expansion de la ressource naturelle (en volume ou en prix), les pays vivent « au-dessus de leurs moyens » : ils ont des niveaux de revenus élevés qu'ils utilisent pour accroître la consommation mais aussi pour augmenter fortement leurs taux d'investissement. Cependant, compte tenu du faible niveau de développement du pays, ces investissements ne sont pas efficaces ; ils ne génèrent pas d'accélération durable de la croissance, et bientôt les taux d'investissements baissent de nouveau. C'est effectivement ce qu'on observe dans les pays producteurs de pétrole d'Afrique du Nord et du Golfe.

Comme les autres auteurs, Mankiw, Romer et Weil (op. cité) constatent que les pays producteurs de pétrole ne suivent pas le même modèle de convergence conditionnelle que les autres pays sur la période 1960-1985. On vérifie aussi que le modèle de prévision construit à partir des estimations de Mankiw, Romer et Weil (op. cité) surestime sensiblement la croissance des pays producteurs de pétrole sur la période 1990-2000.

Cependant en restant à notre niveau de généralité, nous ne trouvons pas de relations satisfaisantes entre croissance et investissement sur le passé pour rendre compte de ce défaut de croissance des zones géographiques fortement dépendantes du pétrole : l'Afrique du Nord OPEP (Algérie et Libye) et le Golfe (Bahreïn, Iran, Irak, Koweït, Oman, Qatar, Arabie saoudite et Emirats Arabes Unis).

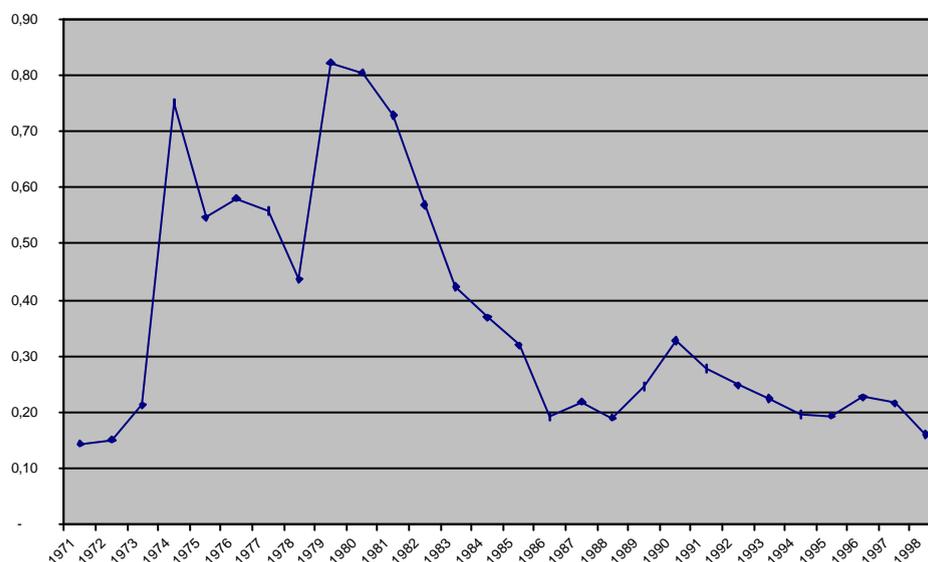
Pour ces deux zones géographiques, on choisit par conséquent un modèle qui se base sur leur caractère de pays « rentier » :

- On suppose qu'à l'horizon 2030 la croissance de ces pays va continuer à dépendre de leur revenus pétroliers, même si les recettes d'exportation ne représentent plus qu'une part mineure du revenu national. Rappelons que relativement au revenu national, les recettes pétrolières ont considérablement diminué depuis le choc à la baisse des prix en 1986. A la fin des années 1990 le rapport des recettes pétrolières au PIB était de moins de 20 % pour la moyenne du Moyen Orient, alors que pendant la période 1973-1985, il avait à plusieurs reprises atteint jusqu'à 80 % (graphique 1) ;

¹⁰ Pour une étude de la « maladie hollandaise » dans les pays pétroliers, voir Kousnetzoff, Levet et Peltrault (1993).

- On suppose également que ces pays vont continuer de jouer un rôle d'approvisionnement du marché pétrolier mondial en dernier ressort, de sorte que leurs exportations de pétrole seront déterminées par la demande mondiale. On suppose enfin que les mécanismes du marché pétrolier resteront imparfaits, le prix étant déterminé à court terme par les variations du taux d'utilisation des capacités de production des pays du Golfe, et à moyen et long terme par le rapport mondial des réserves et de la production¹¹.

Graphique 1 : Moyen-Orient. Rapport entre les recettes pétrolières et le PIB (en %)



Source : CEPII bases CHELEM.

On peut alors supposer que la croissance du PIB des pays producteurs de pétrole sera déterminée entre 2000 et 2030 par le prix réel du pétrole d'une part et la croissance du reste du monde d'autre part, dans la mesure où cette dernière grandeur détermine à la fois la demande de pétrole adressée aux pays exportateurs et l'environnement où se développeront les autres secteurs d'activité des pays producteurs de pétrole.

¹¹ Le prix du pétrole pour 2000-2030 est simulé suivant ces hypothèses par le modèle POLES de l'IEPE (voir plus bas).

4.1. Estimation économétrique des élasticités prix et demande sur la période 1970-1998

La relation entre le PIB des pays producteurs de pétrole, le prix du pétrole et le PIB mondial a été estimée en pas annuel sur la période 1971-1998 pour les deux régions Afrique du Nord OPEP et Golfe.

Pour chacune des régions, on a tout d'abord estimé l'équation suivante :

$$\ln \text{ PIB} = \text{constante} + \alpha \ln (\text{PROIL}) + \beta \ln (\text{PIBM}) + \varepsilon_t \quad (1)$$

PIB : PIB de la région en \$ 1990 PPA

PROIL : prix réel du pétrole en \$ base 1990 (déflaté par le prix du PIB mondial en \$)

PIBM : PIB mondial en \$ 1990 PPA

Les coefficients sont tous significatifs, le « R² ajusté » est de l'ordre de 80%. Cependant dans les deux cas, le test de Durbin-Watson nous indique que les résidus sont auto-corrélés (de manière positive et proche de 0,7-0,8). Pour corriger cette auto-corrélation, on a introduit dans l'équation les variables explicatives et expliquée retardées d'un an.

$$\begin{aligned} \ln \text{ PIB} = \text{constante} &+ \alpha \ln (\text{PROIL}) + \alpha' \ln [\text{PROIL}(t-1)] \\ &+ \beta \ln (\text{PIBM}) + \beta' \ln [\text{PIBM}(t-1)] \\ &+ \gamma \ln [\text{PIB}(t-1)] + \mu_t \end{aligned} \quad (2)$$

On a également ré-estimé l'équation (1) en utilisant la méthode de Cochran-Orcutt. Dans cette approche, on suppose que les résidus suivent un processus auto-régressif d'ordre un. Ce modèle est plus simple que celui de l'équation (2) car il ne fait pas intervenir de manière explicite les variables retardées.

$$\ln (\text{PIB}) = \text{constante} + \alpha \ln (\text{PROIL}) + \beta \ln (\text{PIBM}) + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$\varepsilon_t = \rho \varepsilon_{t-1} + \eta_t$$

Ce dernier modèle est équivalent au modèle « avec des retards » si la contrainte suivante est respectée :

$$\gamma = - \alpha'/\alpha = - \beta'/\beta$$

On teste cette contrainte. Si elle est acceptée, on retient le modèle de Cochran-Orcutt ; on le rejette dans le cas contraire.

Ainsi, pour le **Golfe**, on retient le modèle de Cochran-Orcutt, et on obtient les résultats suivants (les t de Student figurent entre parenthèses) :

$$\ln (\text{PIB}) = 1,46 + 0,09 \ln (\text{PROIL}) + 0,65 \ln (\text{PIBM}) + \varepsilon_t$$

Statistique t :

terme constant	ln(PROIL)	ln(PIBM)
(0,6)	(3,0)	(4,6)

Durbin-Watson : 1,58

R² ajusté : 0,996

$$\varepsilon_t = 0,802 \varepsilon_{t-1} + \eta_t \quad (7,45)$$

Durbin-Watson : 1,58

R² ajusté : 0,90

Pour l'**Afrique du Nord OPEP**, on rejette le modèle de Cochran-Orcutt. On garde le modèle faisant intervenir les variables retardées à l'exception du prix du pétrole retardé dont le coefficient n'est pas significativement différent de zéro :

$$\ln \text{ PIB} = 1,155 + 0,500 \ln (\text{PROIL}) + 1,444 \ln (\text{PIBM}) - 1,329 \ln [\text{PIBM}(t-1)] + 0,714 \ln [\text{PIB}(t-1)] + \mu_t$$

Statistique t :

Terme constant	ln (PROIL)	ln (PIBM)	ln [PIBM(t-1)]	ln [PIB(t-1)]
(2,37)	(2,40)	(2,23)	(7,15)	(7,15)

h de Durbin : 0,962

R² ajusté : 0,95

Le modèle de prévision de la croissance des pays producteurs de pétrole ainsi obtenu n'est pas très satisfaisant car les estimations économétriques ne sont pas suffisamment robustes. Ce sujet devrait donner lieu à une recherche plus poussée.

5. LES PREVISIONS DU MODELE DE CROISSANCE NEO-CLASSIQUE

Dans ce modèle, il y a un seul produit homogène qui est à la fois bien de consommation et de production. La fonction de production est de type Cobb-Douglas avec 3 facteurs de production : capital physique, capital humain et travail :

$$Y(t) = K(t)^a H(t)^b [A(t)L(t)]^{1-a-b} \quad (1)$$

où :

- Y est la production, c'est-à-dire le PIB ;
- K le capital physique ;

- H le capital humain ;
- L l'emploi ;
- A le niveau technologique incorporé au travail ; son taux de croissance est g.

En ce qui concerne le facteur travail, l'hypothèse néo-classique de marchés équilibrés implique le plein emploi. L'offre et la demande de travail sont donc égaux. D'autre part, nous supposons pour simplifier que le taux d'activité est égal à 1¹². Alors : $L=N$, N étant la population en âge de travailler. On suppose que l'âge de travail est compris entre 15 et 64 ans dans tous les pays. Le taux de croissance de N est n.

On suppose que :

- a et b, les élasticités de la production par rapport au capital physique et humain, sont les mêmes pour tous les pays et constantes ; $a+b < 1$ car les rendements marginaux sont décroissants ;
- g et n sont constants.

$A(t)L(t)$ est le « travail efficace » ; il croît au taux constant $g+n$.

Comme les rendements d'échelle sont constants, la fonction de production peut s'écrire :

$$y(t) = k(t)^a h(t)^b \quad (2)$$

où :

$y = Y/AL$	production par unité efficace de travail
$k = K/AL$	capital physique par unité efficace de travail
$h = H/AL$	capital humain par unité efficace de travail

On suppose que :

- s_k et s_h , taux d'investissement en capital physique et humain d'un pays, sont constants ;
- d , taux de dépréciation commun du capital physique et du capital humain, est le même pour tous les pays et constant.

L'évolution de l'économie dans le temps est déterminée par les variations du capital par unité efficace de travail :

$$\dot{k}(t) = s_k y(t) - (n + g + d)k(t) \quad (3)$$

¹² On sait que les taux d'activité apparents diffèrent fortement entre pays. En particulier, ils sont beaucoup plus élevés dans les pays industrialisés que dans les pays en développement. Cependant ces différences s'expliquent largement par l'existence d'un secteur informel important dans les pays en développement, qui est mal pris en compte dans les statistiques d'activité. On pourrait tester dans des variantes l'effet de taux d'activité différents entre pays ou variables dans le temps.

$$\dot{h}(t) = s_h y(t) - (n + g + \mathbf{d})h(t) \quad (4)$$

La décroissance des rendements des facteurs implique que l'économie converge vers un équilibre stable défini par :

$$k^* = \left(\frac{s_k^{1-b} s_h^b}{n + g + \mathbf{d}} \right)^{1/(1-a-b)} \quad (5)$$

$$h^* = \left(\frac{s_k^a s_h^{1-a}}{n + g + \mathbf{d}} \right)^{1/(1-a-b)} \quad (6)$$

Soit 0 l'année où l'équilibre est atteint. Les conditions (5) et (6) permettent alors d'écrire l'équation qui détermine la productivité du travail pour toute année à partir de 0 :

$$\ln \left[\frac{Y(t)}{L(t)} \right] = \ln[A(0)] + gt - \frac{a+b}{1-a-b} \ln(n + g + \mathbf{d}) + \frac{a}{1-a-b} \ln(s_k) + \frac{b}{1-a-b} \ln(s_h) \quad (7)$$

Cette équation signifie que sur le sentier de croissance d'équilibre, le *niveau* de la productivité d'un pays dépend :

- du niveau technologique A(0) au moment où l'équilibre est atteint ;
- positivement, des taux d'investissement s_k et s_h en capital physique et humain ;
- négativement, des taux de croissance de la population n et du progrès technique g , ainsi que du taux de dépréciation du capital \mathbf{d} .

Le *taux de croissance* de la productivité sur le sentier de croissance est celui du progrès technique g .

Le modèle néo-classique le plus simple suppose que g mais aussi A(0) sont les mêmes pour tous les pays. Alors pour un pays, le niveau de la productivité d'équilibre est conditionné par n , s_k et s_h , et le taux de croissance de la productivité sur le sentier d'équilibre est g , le même pour tous les pays. C'est le modèle de **b**-convergence conditionnelle.

Si l'économie du pays *n'a pas encore atteint l'état d'équilibre*, mais n'en est pas trop éloignée, on démontre que, avec une approximation logarithmique, la croissance de la productivité entre deux périodes t_1 et t_2 peut se décomposer de la façon suivante :

$$\begin{aligned}
& \ln \left[\frac{Y(t_2)}{L(t_2)} \right] - \ln \left[\frac{Y(t_1)}{L(t_1)} \right] = \\
& (1 - e^{-I(t_2-t_1)}) \frac{a}{1-a-b} \ln(s_k) \\
& + (1 - e^{-I(t_2-t_1)}) \frac{b}{1-a-b} \ln(s_h) \\
& - (1 - e^{-I(t_2-t_1)}) \frac{a+b}{1-a-b} \ln(n+g+d) \\
& - (1 - e^{-I(t_2-t_1)}) \ln \left[\frac{Y(t_1)}{L(t_1)} \right] \\
& + (1 - e^{-I(t_2-t_1)}) \ln[A(0)] + g(t_2 - e^{-I(t_2-t_1)}t_1)
\end{aligned} \tag{8}$$

où :

$$I = (n + g + d)(1 - a - b)$$

représente le taux de convergence de l'économie vers l'état d'équilibre.

En supposant que I est le même pour tous les pays, Mankiw, Romer et Weil (op. cité) ont estimé cette équation en coupe transversale sur 98 pays non pétroliers pour la période 1960-1985 : le PIB par tête d'origine est celui de 1960, et les autres variables (taux de croissance de la productivité, taux d'investissement, taux de croissance de la population) portent sur la valeur moyenne de la période 1960-1985.

En faisant l'hypothèse que le rythme du progrès technique est proche de 1% et que :

$$g + d = 0,05$$

ils obtiennent les valeurs suivantes pour les élasticités des facteurs de production :

$$a = 0,48 ; b = 0,23$$

et la valeur moyenne correspondante du taux de convergence est :

$$\lambda = 0,0142$$

Les deux derniers termes de droite de l'équation (8) constituent le terme constant de la régression, qui dépend à la fois de $A(0)$ et de g . Cet exercice ne permet donc pas d'estimer séparément $A(0)$, niveau technologique — supposé commun à tous les pays — de l'année où est atteint le sentier de croissance équilibrée.

6. PREVISION AVEC UN PAYS A L'EQUILIBRE

Nous allons suivre le modèle de Mankiw, Romer et Weil (op. cité) pour simuler la croissance de la productivité à l'horizon 2030 avec un pas décennal et en prenant 2000 comme année de base. La dispersion actuelle des taux de croissance du PIB par tête indique que la plupart des pays n'ont pas encore atteint leur sentier de croissance d'équilibre en

2000 : pour la prévision, nous utilisons donc l'équation (8) qui décrit la dynamique de rattrapage des PIB par tête de la période de transition vers l'équilibre.

Des estimations économétriques sur la période 1960-1985 de Mankiw, Romer et Weil (op.cité), on ne retient pour la prévision que les élasticités a et b des facteurs de production. On conserve aussi l'hypothèse de 4 % pour le taux de dépréciation \mathbf{d} . Le taux de convergence \mathbf{I} n'est pas supposé constant mais calculé en fonction des hypothèses exogènes sur les taux de croissance de la population et du progrès technique. Enfin, on ne peut pas utiliser les résultats de Mankiw, Romer et Weil (op.cité) pour le niveau technologique, car le $A(0)$ estimé est associé à la période d'estimation 1960-1985 et change en prévision.

Il faut donc faire des hypothèses supplémentaires pour calibrer la prévision. On utilise pour cela la méthode de Germain et Guichard (op. cité) : on imagine un pays fictif, qui a les caractéristiques des Etats-Unis en moyenne sur la période 1985-1995, et on suppose que ce pays a atteint son équilibre stationnaire. L'équation (7) permet alors d'en déduire le $A(0)$ pour notre période de prévision, supposé commun à tous les pays. En effet pour $t = 0$:

$$A(0) = \frac{Y(0)}{L(0)} \left(n + g + \mathbf{d} \right)^{\frac{a+b}{1-a-b}} s_k^{\frac{a}{1-a-b}} s_h^{\frac{b}{1-a-b}}$$

On suppose de plus que $g = 0,01$ pour le pays fictif. On utilise alors l'équation (8) pour projeter la croissance de tous les pays, y compris des « vrais Etats-Unis ». En partant de l'année de base 2000 on projette la croissance moyenne sur la période 2000-2010, puis on applique la même méthode successivement en 2010 et en 2020.

Rappelons que l'hypothèse d'un niveau technologique $A(0)$ égal pour tous les pays est fortement simplificatrice. Mankiw, Romer et Weil (op. cité) ont estimé une fonction de production unique, la même pour tous les pays. Mais cela ne correspond pas à la réalité, comme l'a montré en particulier Islam (1995) qui a traité les mêmes données que Mankiw, Romer et Weil (op. cité) en panel dynamique et a trouvé que les niveaux technologiques $A(0)$ sont différents par pays ; supposer le même niveau technologique pour tous les pays a pour conséquence de sous-estimer le taux de convergence conditionnelle \mathbf{I} et de surestimer l'élasticité de la production par rapport au capital. D'autres auteurs, par exemple Lee, Pesaran et Smith (1997), sont allés plus loin et ont démontré non seulement l'hétérogénéité des fonctions de production, mais encore l'inégalité entre les taux de croissance des pays à l'équilibre. Pour tenir compte de ces résultats en prévision, nous allons faire des hypothèses diversifiées par pays sur le rythme de convergence, le progrès technique et l'évolution du taux d'investissement en capital physique.

La question se pose aussi de savoir s'il faut diversifier par pays l'évolution de l'indicateur d'investissement en capital humain s_h basé sur le taux de scolarité. De nombreuses études montrent que l'éducation agit sur la croissance directement par la qualification des travailleurs mais aussi indirectement à travers les comportements d'épargne et de diffusion du progrès technique. Si l'on voulait introduire des rythmes d'évolution du niveau d'éducation différents par pays, il faudrait donc pouvoir en répercuter les conséquences sur le progrès technique et le taux d'investissement en capital physique. Nous avons préféré faire évoluer le taux de scolarité de façon identique dans l'ensemble des pays.

7. PROJECTION DES VARIABLES EXOGENES

Voici les hypothèses faites pour la projection 2000-2030 des variables exogènes du scénario de référence.

7.1. Taux de croissance de la population active

Les prévisions démographiques utilisées proviennent de la projection centrale de l'ONU, effectuée en 1998¹³. Cette projection centrale est basée sur une hypothèse de stabilisation de la population mondiale à très long terme (environ 2150), ce qui implique une convergence des taux de fécondité vers des niveaux de remplacement net des générations (2,05 à 2,09 enfants par femme). La stabilisation des taux de fécondité à ce niveau ne se fera dans toutes les grandes régions du monde que vers 2050 ou même plus tard. Les taux de mortalité aux âges adultes sont supposés décliner constamment pendant la période de projection.

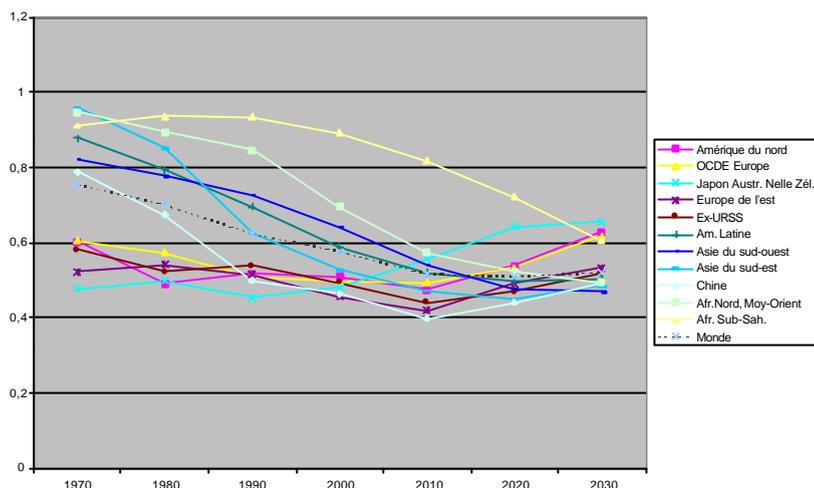
La projection 1998 de l'ONU se distingue des projections antérieures par une révision sensible des tendances de la fécondité à la baisse. Cette hypothèse se justifie par une baisse observée de la fécondité dans les pays en développement dans les années 1990 beaucoup plus étendue et rapide que prévu auparavant. De plus on n'observe pas de retour de la fécondité aux niveaux de renouvellement dans tous les pays très avancés dans la transition démographique. Des pays de plus en plus nombreux ont un taux de fécondité égal ou inférieur au niveau de remplacement, y compris des pays en développement comme la Chine ; parmi eux certains se maintiennent durablement à des taux inférieurs à 1,5. Ces observations ont amené l'ONU à conserver au-delà de 2030 un taux de fécondité bas dans les pays où il était tombé au-dessous du niveau de renouvellement.

Par rapport à la projection effectuée en 1994, la projection effectuée en 1998 se traduit par une révision à la baisse de la population mondiale en 2030 de 8,67 à 8,11 milliards, soit – 6,4 %¹⁴. L'essentiel de la révision porte sur les pays en développement à revenu moyen, où la baisse est de 446 millions, soit –7,2 %. Cette prévision se traduit par des modifications parfois inattendues de la distribution géographique de la population mondiale au cours des 30 prochaines années. Ainsi, parmi les zones dont la part dans la population mondiale diminue, on trouve l'Europe, l'ex-URSS, l'Amérique du Nord, le Japon et l'Océanie développée, mais aussi plusieurs pays émergents d'Asie du sud-est et la Chine. C'est la part de l'Afrique sub-saharienne qui augmente le plus rapidement, suivie de celle du Moyen-Orient.

¹³ Voir United Nations, op. cité.

¹⁴ La précédente projection macroéconomique du CEPII à l'horizon 2030 (1996) était basée sur les projections démographiques 1994-1995 de la Banque mondiale, qui donnaient 8,5 milliards d'hommes en 2030. La Banque mondiale ne publie plus de prévisions démographiques mondiales.

**Graphique 2 : Rapport de dépendance
(population d'âge inactif sur population d'âge actif)**



Source : ONU, projection démographique révisée 1998.

La baisse des taux de fécondité et des taux de mortalité entraîne un « vieillissement » rapide et presque général de la population mondiale. Il se traduit par un ralentissement de la croissance de la population d'âge actif (dans notre hypothèse, population de 15 à 64 ans) et une augmentation du rapport de dépendance¹⁵ dans de nombreux pays après 2010 (graphique 2). Entre 2000 et 2030, les rapports de dépendance des différentes régions du monde convergent, mais leur évolution est très différente.

7.2. Indicateur de l'investissement en capital humain

Comme pour Mankiw, Romer et Weil (op. cité), l'indicateur de l'investissement en capital humain s_h est le nombre total d'élèves scolarisés dans l'enseignement secondaire (indépendamment de leur âge) rapporté à la population en âge de travailler, autrement dit :

s_h = taux de scolarisation brut dans l'enseignement secondaire * part des 15-19 ans dans la population en âge de travailler

¹⁵

Défini comme le rapport entre le nombre d'inactifs (jeunes et vieux) et le nombre d'actifs. On appelle souvent à tort « ratio de dépendance » le rapport des seuls retraités aux actifs ; nous nous intéressons ici à l'ensemble des inactifs.

Nous avons estimé économétriquement la relation entre taux de scolarisation brut dans le secondaire et revenu par tête relatif à celui des Etats-Unis, en coupe transversale sur 138 pays, en moyenne sur la période 1985-1990. Nous avons choisi une forme logarithmique à cause des caractéristiques observées des taux de scolarisation : ils ne baissent pas sauf accident majeur, et dans le cas des taux bruts (c'est-à-dire sans limite d'âge des élèves), ils ne dépassent pas environ 120 %. L'estimation par les moindres carrés ordinaires donne de bons résultats :

$$\text{TSCOL} = -12,39 + 23,20 \ln(\text{PIBTR}) \quad (1)$$

avec :

TSCOL : taux de scolarité brut dans le secondaire

PIBTR: PIB par tête (rapporté à la population totale) relatif à celui des Etats-Unis

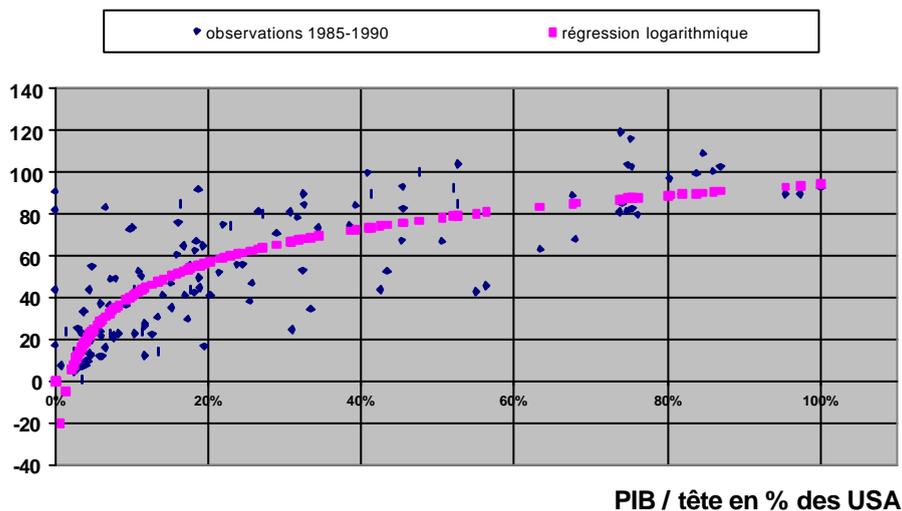
Statistique t :

terme constant	ln (PIBTR)
(-3,20)	(17,80)

R² ajusté : 0,70

La courbe est représentée sur le graphique 3.

Graphique 3 : Taux de scolarité brut en fonction du revenu par tête (moyenne 1985-1990)



Sources : World Development Indicators, Banque Mondiale ; CEPII base Chelem.

En prévision, nous supposons que le taux de scolarisation évolue de façon endogène en fonction du revenu par tête : après chaque projection décennale du PIB par tête, le taux de scolarisation est recalculé pour la période décennale suivante, en utilisant le coefficient de \ln PIBTR. Pour un pays donné, nous faisons évoluer le taux de scolarisation parallèlement à la courbe décrite par la fonction (1), en conservant sa distance initiale par rapport à elle, pour tenir compte à la fois de biais éventuels dans les statistiques et de caractéristiques particulières aux pays.

7.3. Taux d'investissement en capital physique

L'exercice de prévision des taux d'investissement en capital physique est difficile : les tentatives d'explication des évolutions sur le passé ont donné peu de résultats probants. L'une des raisons en est que les taux d'investissement sont fortement corrélés aux taux d'épargne, alors que les déterminants de ces deux grandeurs sont différents¹⁶.

Si on appliquait le modèle de Solow « à l'envers », on devrait observer des taux d'investissement élevés dans les pays pauvres, où le rendement marginal du capital est élevé, et ces taux devraient diminuer lorsque le PIB par tête augmente. Cependant il est clair que des conditions sociales et institutionnelles minimales doivent être réunies pour que les entreprises acceptent d'investir. D'autre part l'essentiel des investissements proviennent de l'épargne intérieure, et celle-ci se développe seulement à partir d'un certain niveau de revenu. On observe bien sur le passé que les taux d'investissement restent faibles dans les pays pauvres où les revenus stagnent à un niveau de subsistance ; ils augmentent rapidement dans les pays émergents dont le revenu par tête augmente ; enfin, les taux d'investissement plafonnent et baissent dans les pays riches anciennement industrialisés.

Nous avons estimé économétriquement une relation entre le taux d'investissement en capital physique et le PIB par tête (par rapport à la population d'âge actif) en coupe transversale pour 138 pays, en moyenne sur la période 1985-1990. Pour capter les effets décrits ci-dessus, nous avons choisi de représenter la relation par une « courbe en cloche » (polynôme du second degré avec coefficient négatif pour le terme du second degré) qui présente une pente fortement positive tant que le PIB par tête est faible, suivie d'un plafonnement et d'une pente légèrement négative pour les niveaux élevés de PIB par tête. L'estimation effectuée avec les moindres carrés ordinaires apparaît acceptable :

$$IVT = 5,61 + 42,19 \text{ PIBTR} - 21,75 \text{ PIBTR}^2 \quad (1)$$

avec :

IVT : taux d'investissement en capital physique

PIBTR : PIB par tête (rapporté à la population d'âge actif) relatif à celui des Etats-Unis

PIBTR² : carré de PIBTR

¹⁶ Sur les déterminants de l'épargne et de l'investissement, voir Masson, Bayoumi et Samiei (1996) et Masson, Isard et Faruque (1996).

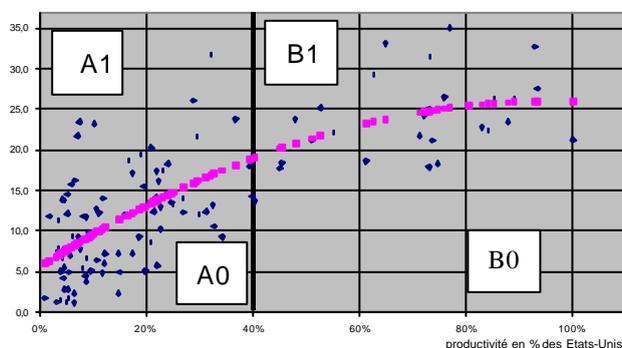
Statistique t :

terme constant	PIBTR	PIBTR2
(1,00)	(7,05)	(7,85)
R ² ajusté : 0,60		

La courbe est représentée sur le graphique 4. L'estimation en coupe transversale sur les pays, et non en panel, autorise à appliquer la dynamique d'évolution donnée par la courbe estimée, mais pose un problème de niveau car les constantes de pays n'ont pas été estimées. Pour utiliser ces résultats en prévision, nous allons définir tout d'abord des scénarios de cheminements possibles du taux d'investissement d'un pays à partir de son niveau moyen sur la période 1985-1990 et jusqu'à l'horizon 2030 :

- scénario S1 : le taux d'investissement reste constant ;
- scénario S2 : le taux converge vers celui du pays supposé avoir atteint l'équilibre de long terme dès 1990, c'est-à-dire les Etats-Unis : 20% ;
- scénario S3 : en fonction de l'évolution du PIB par tête au cours d'une période décennale, la variation du taux d'investissement pour la période suivante est calculée de façon à ce que le point représentant le pays se rapproche progressivement de la courbe estimée ;
- scénario S4 : toujours en fonction de l'évolution du PIB par tête au cours d'une période décennale, la variation du taux d'investissement pour la période suivante est calculée de façon à ce que le point représentant le pays reste à la même distance de la courbe estimée.

Graphique 4 : Taux d'investissement en capital physique en fonction du PIB par tête (population d'âge actif), moyenne 1985-1990
Observations 1985-1990 et ajustement en "courbe en cloche"



Sources : Penn World tables ; WDI, Banque Mondiale ; CEPII base CHELEM

Le scénario d'investissement pour un pays sur la période 1990-2030 est déterminé en partie par la relation entre son taux d'investissement et son PIB par tête au point d'origine en 1990. En conséquence nous répartissons les pays en quatre catégories (graphique 4) :

- AO : pays pauvres (moins de 40 % du PIB par tête des Etats-Unis) à taux d'investissement bas (au-dessous de la courbe) ;
- A1 : pays pauvres à taux d'investissement élevé (au-dessus de la courbe) ;
- B0 : pays riches (plus de 40 % du PIB par tête des Etats-Unis) à taux d'investissement bas ;
- B1 : pays riches à taux d'investissement élevé.

Suivant la catégorie de pays, la probabilité d'occurrence des quatre scénarios d'investissement S1 à S4 est différente, et certains peuvent donc être éliminés. Pour chacune des catégories de pays, nous choisissons trois scénarios d'évolution parmi les quatre possibles, et nous obtenons ainsi une hypothèse minimale, une hypothèse moyenne et une hypothèse maximale :

Scénarios d'investissement

Catégorie de pays	Hypothèse minimale	Hypothèse moyenne	Hypothèse maximale
A0	S1	S3	S2
A1	S1	S1	S4
B0	S1	S2	S3
B1	S2	S3	S4

Les trois scénarios d'investissement permettent de définir trois scénarios de croissance par pays. En moyenne sur la période 2000-2030, l'écart de croissance du PIB mondial entre le l'hypothèse minimale et maximale est de 0,4 points de pourcentage.

8. CONSTRUCTION D'UN SCENARIO DE REFERENCE : HYPOTHESES PAR PAYS

Le scénario de référence représente la prévision la plus probable compte tenu de l'évolution historique, et en supposant la poursuite des politiques nationales et des accords de gouvernance mondiale.

Nous utilisons un modèle de convergence conditionnelle pour tous les pays (sauf les pays producteurs de pétrole) avec la même fonction de production et le même rythme de progrès technique pour presque tous les pays, ce qui suppose globalement la progression de l'intégration économique mondiale, favorable à l'accumulation d'un capital physique et humain homogène dans tous les pays. La poursuite du rapprochement des modes de production dans les différentes régions du monde grâce à la diffusion du progrès technique

repose sur l'intensification du commerce, des flux d'investissements internationaux et de la délocalisation des activités.

Comme on l'a vu plus haut, le modèle néo-classique de base ne permet pas de prendre en compte en prévision l'hétérogénéité technologique (déterminée par des facteurs sociaux, politiques, institutionnels, etc.) entre les pays. Pour pallier cette insuffisance, nous faisons hors modèle des hypothèses différentes par pays, qui se basent sur leurs performances passées et sur des analyses de leur situation présente, et expriment l'opinion que l'on peut avoir sur leur dynamisme futur. Ces hypothèses portent sur le rythme de convergence pendant la période de transition et le progrès technique à l'équilibre. Nous allons choisir également pays par pays un scénario d'investissement en capital physique parmi les trois possibles.

8.1. Progrès technique

Le progrès technique représente les gains d'efficacité du travail. Son rythme est fixé à 1% pour l'ensemble des pays, en accord avec les tendances observées au cours des trente dernières années.

Cependant dans les pays anciennement industrialisés et particulièrement aux Etats-Unis, le processus de convergence vers une croissance d'équilibre est déjà avancé, et laisse en lui-même peu de ressort à la croissance. Se pose alors la question de l'accélération possible du progrès technique, que l'on peut justifier par l'apparition d'une « nouvelle économie », observée aux Etats-Unis et en Europe de l'Ouest dans les années 1990. Aux Etats-Unis, le cycle qui a débuté par la récession de 1991 s'est poursuivi à partir de 1996 par une expansion remarquable¹⁷, alliant à la fois accélération de l'activité et de la productivité, recul du chômage et ralentissement de l'inflation. En France et dans d'autres pays de l'Europe de l'Ouest, on a également observé à la fois une accélération de l'activité et un ralentissement de l'inflation, mais l'accélération de la productivité a été beaucoup moins sensible.

Il est généralement reconnu que cette accélération de la productivité ne peut pas s'expliquer uniquement par des facteurs conjoncturels. Plusieurs explications différentes coexistent, mais la contribution des trois facteurs suivants paraît assurée : l'expansion de la production des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication et la diffusion de leur usage dans l'ensemble des secteurs, la pression de la concurrence provenant de la globalisation et enfin un environnement économique et social favorable à ce choc d'offre.

¹⁷ Voir Gilles et L'Horty (2001)

Tableau 1 : Hypothèses particulières par pays

	Taux de croissance du progrès technique			Taux de convergence : facteur multiplicatif de lambda			Scénario d'investissement en capital physique
	cas général : 1 %			cas général : 1			cas général : médian
	2000-10	2010-20	2020-30	2000-10	2010-20	2020-30	2000-2030
Canada							<i>min</i>
Etats-Unis	1,50%	1,25%	1,25%				max
France		1,25%	1,25%				<i>min</i>
Grande Bretagne		1,25%	1,25%				<i>min</i>
Italie		1,25%	1,25%				<i>min</i>
Allemagne		1,25%	1,25%				<i>min</i>
Autres UE Nord		1,25%	1,25%				<i>min</i>
Autres UE Sud		1,25%	1,25%				<i>min</i>
Union Européenne		1,25%	1,25%				<i>min</i>
Autres Europe de l'ouest		1,25%	1,25%				
Turquie							max
Japon		1,25%	1,25%	0,55			<i>min</i>
Océanie		1,5% (1)	1,5% (1)				max (1)
Europe Centrale*							
Europe Sud-Est							max
Ex-URSS				0,55			
Mexique							
Autres Amérique Centrale							max
Brésil							max
Autres Amérique du Sud							
Inde				0,75	0,75	0,75	
Autres Asie du sud-ouest							max
Corée		1,25%	1,25%				
Autres Asie du sud-est							max
Chine							max
Egypte							
Afrique du nord OPEP							
Autres Afrique du nord							max
Moyen-Orient non pétrolier							max
Golfe							
Afrique Sub-saharienne							

* Hongrie, Pologne, Rép. Tchèque, Rép. Slovaque

(1) Australie et Nouvelle Zélande seulement

Nous allons supposer que cette hausse de la productivité aux Etats-Unis s'explique par une accélération durable du progrès technique, qui va se propager à terme à d'autres pays de l'OCDE. Les Etats-Unis bénéficient d'un choc d'offre positif à partir de 2000, qui porte leur rythme de progrès technique à 1,5 % pour la période 2000-2010 et à 1,25 % pour la période 2010-2030. Cette hypothèse demeure modeste par rapport à l'accélération de la croissance de la productivité observée depuis 1998 (2 points de pourcentage).

En Europe de l'Ouest, au Japon, en Corée, en Australie et en Nouvelle Zélande, les investissements dans les nouvelles technologies et la diffusion de leur usage ont également progressé, mais sont en retard par rapport aux Etats-Unis. Certaines caractéristiques sociales freinent aussi la productivité : citons le creusement des inégalités et les trappes à inactivité. Nous supposons que dans ces pays, le choc d'offre se manifestera avec une décennie de retard : le progrès technique s'accélèrera à partir de 2010 et passera à 1,25 %

dans les pays de l'Europe de l'Ouest, le Japon et la Corée et à 1,5 % en Australie et Nouvelle Zélande (tableau 1).

Enfin, nous supposons que la diffusion de la « nouvelle économie » hors de ces pays n'aura pas d'impact sensible sur leur croissance avant 2030.

8.2. Rythme de convergence

Dans le cas général, a , b , g et d étant des constantes, le taux de convergence de l'économie vers l'état d'équilibre est fonction du taux de croissance de la population d'âge actif n :

$$I = (n + g + d)(1 - a - b)$$

Nous considérons que trois grands pays vont avoir un rythme de convergence ralenti par rapport à cette hypothèse générale, parce que leurs institutions économiques, sociales ou politiques présentent un obstacle durable à la croissance économique (voir tableau 1) :

- En *Inde*, des éléments positifs se sont manifestés depuis le milieu des années 1980 : accélération de la croissance du revenu par tête, diminution du nombre de ménages pauvres, forte croissance de la consommation chez les ménages à hauts revenus mais aussi dans la nouvelle classe moyenne. La libéralisation de l'économie en cours depuis 1991 pourrait contribuer à une meilleure productivité. Cependant les progrès sont ralentis par la stagnation dans de nombreux Etats à dominante rurale, le manque d'investissements d'infrastructure, de santé et d'éducation, et une dette publique intérieure très élevée. Nous faisons l'hypothèse que le taux de convergence n'atteint que les $\frac{3}{4}$ de son niveau potentiel durant les 30 prochaines années ;
- En *ex-URSS*, le niveau très bas du PIB par tête après dix ans de crise, et un taux apparent d'investissement assez élevé, entraîneraient selon le modèle une croissance rapide de la productivité. La transition engagée vers l'économie de marché a effectivement permis une reprise de la croissance après la crise financière de 1998 et son accélération en 2000. Cependant, en Russie en particulier, le tissu microéconomique n'a pas vraiment été assaini : le système bancaire n'a pas été reconstitué depuis 1998 ; l'économie de troc et la démonétisation persistent ; il y a fuite massive de capitaux. La croissance restera fragile tant que les institutions économiques et sociales ne seront pas reconstruites et que l'autorité du droit restera contestée. Nous faisons l'hypothèse que le taux de convergence est ralenti presque de $\frac{1}{2}$ durant la période 2000-2010 ;
- Le *Japon* a connu dix années de stagnation depuis 1990. Les instruments macroéconomiques traditionnels se sont avérés inefficaces, l'économie étant handicapée par une crise financière jusqu'à présent non résolue¹⁸. Pour permettre la reprise de l'investissement productif des entreprises et rétablir ainsi la croissance, une réforme de fonds de l'intermédiation financière et en particulier un resserrement des règles de gestion, apparaît nécessaire. Mais celle-ci risque d'être menée lentement à cause de ses conséquences sur de nombreuses entreprises fortement endettées. Nous supposons par conséquent que le processus de convergence sera ralenti presque de $\frac{1}{2}$

¹⁸ voir Sgard (2000)

(comme en ex-URSS) pendant la décennie 2000-2010. En revanche, l'accélération du progrès technique due à la nouvelle économie touchera le Japon à partir de la décennie 2010-2020.

83. Scénario d'investissement en capital physique

Tel qu'il est paramétré, notre modèle de convergence est assez sensible au choix du scénario d'investissement : une augmentation d'un point du taux d'investissement en capital physique entraîne une augmentation de 0,8 point de pourcentage du taux de croissance moyen 2000-2030 du PIB mondial.

Le choix du scénario d'investissement parmi les trois hypothèses définies précédemment — hypothèse minimale, hypothèse moyenne ou hypothèse maximale — est effectué par pays ou par régions. Il traduit l'opinion que l'on peut avoir sur le plus ou moins grand dynamisme des différents pays durant les trente prochaines années.

Nous présentons ici le scénario d'investissement par régions, rassemblées en trois groupes suivant le rang de revenu par tête qu'elles occupaient en 1970 : les régions riches, les régions à niveau de vie intermédiaire et les régions pauvres. Ce retour sur le passé permettra de prendre en compte l'évolution des trente dernières années dans l'estimation du scénario le plus probable pour l'avenir.

8.3.1. (i) Régions riches

On choisit l'hypothèse d'évolution minimale du taux d'investissement pour la plupart des pays anciennement industrialisés où l'accumulation du capital est avancée : l'*Union européenne*, le *Japon* et le *Canada*. Cela se traduit par des taux d'investissement constants sur toute la période dans les pays où les taux sont relativement bas actuellement (certains pays européens, entre 18 et 24 %), et une baisse progressive pour les autres, où les taux actuels dépassent 25 % (maximum au Japon : 35 % et en Finlande : 31 %).

On choisit l'hypothèse d'évolution maximale du taux d'investissement pour les pays riches où les capacités d'accumulation du capital restent plus importantes, parce que la croissance de la population d'âge actif est plus dynamique, ou bien parce que l'on peut prévoir une meilleure intégration internationale de ces pays : les *Etats-Unis*, l'*Australie* et la *Nouvelle-Zélande*.

Enfin, on choisit l'hypothèse d'évolution moyenne pour les *autres pays d'Europe de l'ouest* hors Turquie (Chypre, Islande, Malte, Norvège et Suisse).

Les trois scénarios d'investissement permettent de définir trois scénarios de croissance par pays. En moyenne sur la période 2000-2030, l'écart de croissance du PIB mondial entre le l'hypothèse minimale et maximale est de 0,4 points de pourcentage.

8.3.2. (ii) Régions à niveau de vie intermédiaire

Il s'agit de pays assez divers : l'Océanie (hors Australie et Nouvelle Zélande), la Turquie, les pays non pétroliers d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient, les pays d'Amérique centrale et d'Amérique du sud et enfin les pays en transition, c'est-à-dire l'ex-URSS et les pays d'Europe centrale et orientale. Tous ces pays semblaient assez bien placés au début des années 1970 pour un décollage, mais ces espoirs ne se sont généralement pas matérialisés ; bien plus, beaucoup ont subi des crises profondes dans les années 1980 et 1990.

On choisit l'hypothèse d'évolution maximale du taux d'investissement pour les pays émergents dont la convergence a été longtemps bloquée par des problèmes structurels, et dont on pense qu'ils profiteront dès la présente décennie d'une meilleure insertion internationale. Pour la *Turquie*, l'*Europe du sud-est* et les *pays non pétroliers d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient*, le décollage serait favorisé par l'intensification des liens avec l'Union européenne. En ce qui concerne les pays d'*Amérique centrale* (hors Mexique) et le *Brésil*, on suppose que ces pays ont durablement surmonté les crises financières des années 1980 et 1990, et en particulier, qu'ils sont devenus moins sensibles à la volatilité des flux de capitaux internationaux ; l'hypothèse maximale d'évolution de l'investissement est nécessaire pour que l'écart de revenu par tête avec le Mexique et les autres pays d'Amérique du Sud n'augmente pas d'ici 2030.

Pour tous les autres pays à niveau de vie intermédiaire, on choisit l'hypothèse d'évolution moyenne du taux d'investissement : *Océanie*, *Mexique* et pays d'*Amérique du Sud* hors Brésil, ex-URSS et Europe centrale. En ce qui concerne l'*ex-URSS*, nous avons tenu compte des obstacles au décollage en introduisant une hypothèse de convergence ralentie. Quant aux pays d'*Europe centrale et orientale*, on considère que l'essentiel des réformes structurelles y a déjà eu lieu, et que le mécanisme de rattrapage va jouer dès la présente décennie.

8.3.3. (iii) Régions pauvres

Il s'agit des régions du monde dont le PIB par tête était le plus bas en 1970 : Inde et Chine (moins de 20 % du PIB mondial par tête) ; pays d'Asie du sud-est hors Corée, Egypte et Afrique sub-saharienne (entre 25 et 50 % du PIB mondial par tête) ; et enfin Corée (2/3 du PIB mondial par tête). Ces régions ont évolué de façon très contrastée entre 1970 et 2000.

Asie du sud-est

Dans ces pays émergents, la croissance a été très forte dès les années 1970 grâce à des taux d'investissement en capital physique et humain très importants. Un certain ralentissement est inévitable, mais on ne prévoit pas de séquelles de la crise financière des années 1997-1998. On choisit l'hypothèse d'évolution moyenne du taux d'investissement pour la Corée, et maximale pour les autres pays.

Afrique sub-saharienne

L'Afrique sub-saharienne représente seulement 2 % du PIB mondial. Son PIB par tête a baissé dans les années 1980 et dans les années 1990, et elle est devenue à la fin des années 1990 la région la plus pauvre du monde. Le revenu moyen est actuellement inférieur en termes absolus à celui des années 1960. La pauvreté s'accompagne de très fortes inégalités et de l'extension considérable de la misère. Les performances des dix dernières années ayant été à peine meilleures que celles de la décennie précédente, un scénario de croissance durablement faible n'est pas exclu. Cependant il aboutirait à une exacerbation des conflits et à des risques accrus pour le reste du monde qui ne serait pas compatible avec notre hypothèse générale de convergence mondiale.

Une hypothèse plus favorable peut se justifier par quelques éléments positifs apparus depuis le milieu des années 1990. Les alternances d'expansion et de récession sont devenues moins erratiques d'une année sur l'autre, et les cycles économiques sont en phase pour la plupart des pays. Depuis l'année 2000, trois zones de libre échange ont vu le jour, et plusieurs pays ont lancé des plans de lutte contre la pauvreté. Il faut noter cependant que jusqu'à présent les phases d'expansion s'expliquent surtout par le développement des exportations de pétrole, dont la production a démarré dans de nouveaux pays.

Nous supposons que le processus de rattrapage par accumulation du capital fonctionne dès la décennie 2000-2010, et nous choisissons l'hypothèse d'évolution moyenne du taux d'investissement pour l'Afrique sub-saharienne ainsi que pour l'Egypte. Le rattrapage restera cependant très lent à cause des faibles niveaux de départ des taux d'investissement et du capital humain, et de la forte croissance de la population d'âge actif.

Asie du sud-ouest

En ce qui concerne l'Inde, nous avons tenu compte des obstacles au décollage en introduisant une hypothèse de convergence ralentie ; nous choisissons l'hypothèse d'évolution moyenne du taux d'investissement. Dans le reste du sous-continent indien (Bangladesh, Bhoutan, Népal, Pakistan et Sri Lanka) les taux d'investissement sont actuellement très faibles (entre 8 et 12 %) : nous faisons l'hypothèse qu'ils augmenteront suivant l'hypothèse maximale.

Chine

L'adhésion de la Chine à l'OMC va encore accroître son insertion dans l'économie mondiale. Nous supposons que l'investissement va croître suivant l'hypothèse maximale, malgré les risques de déséquilibre accru entre les régions côtières et le reste du pays, et malgré le problème difficile de la réforme des entreprises publiques, qui est loin d'être achevée.

8.4. Estimation du PIB par tête de la Chine en 2000

Pour tous les pays sauf la Chine, le point de départ de la projection, c'est-à-dire le PIB par tête de population d'âge actif en 2000, est calculé à partir des données de PIB en parité de pouvoir d'achat (PPA) de la base PIB-Chelem du CEPII. Pour ce qui est de la Chine, cette source, qui reprend les données nationales officielles, fournit un PIB par tête qui paraît fortement surestimé ; son emploi dans le modèle de Solow reviendrait donc à sous-estimer la croissance potentielle de la Chine d'ici 2030.

Il y a en effet un large consensus pour estimer que les chiffres officiels chinois de croissance du PIB sont systématiquement surestimés, à la fois à cause des méthodes statistiques employées et pour des raisons institutionnelles, et que cette surestimation a été particulièrement élevée pendant la période 1980-2000 :

- *Méthodes statistiques* : le taux de croissance réel du PIB est surestimé parce que l'inflation est sous-estimée de deux façons. D'une part, l'année de base du système de déflateurs du PIB n'est pas modifiée assez souvent, l'intervalle entre deux années de base dépassant 10 ans. D'autre part, il y a souvent confusion entre prix courants et prix constants pour les déclarations de nouveaux produits et les déclarations de production des petites entreprises ;
- *Institutions économiques* : les entreprises publiques et les administrations locales ont intérêt à surévaluer leurs déclarations de production et de PIB pour obtenir des dotations plus importantes de l'administration centrale.

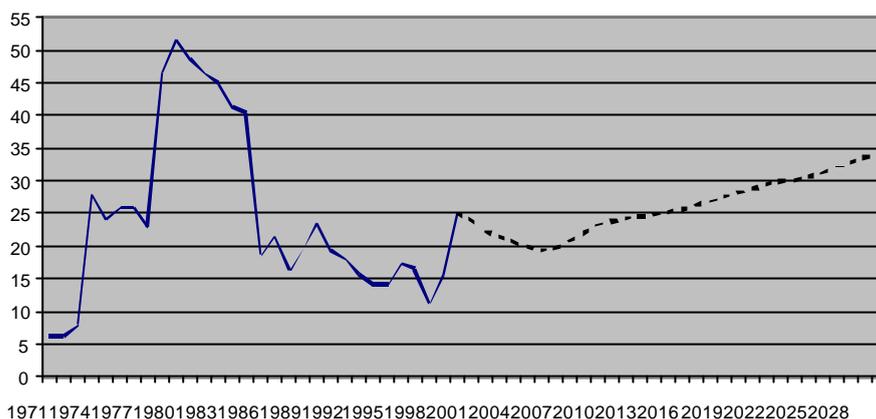
Maddison (1998) a reconstruit une série d'indices de PIB à prix constants pour la période 1952-1995. Wu (2000) propose des taux de croissance révisés à la baisse par rapport aux chiffres officiels pour 1996 et 1997, et Rawski (2001) pour 1998 à 2000. En utilisant ces estimations, on trouve pour la Chine un taux de croissance annuel moyen du PIB de 7,3 % pour la décennie 1980-1990, au lieu de 9,2 % dans les sources officielles reprises dans la base CHELEM, et de 6,6 % pour la décennie 1990-2000, au lieu de 10,2 % dans les sources officielles reprises dans CHELEM.

Conservant les données CHELEM jusqu'à l'année 1980, nous reprenons les estimations de Maddison (1998), Wu (2000) et Rawski (2001) pour calculer le PIB par tête PPA de la Chine en 2000, qui sert d'année de base pour les projections 2000-2030 effectuées à l'aide du modèle de convergence conditionnelle. Les résultats du scénario de référence apparaissent plausibles, alors que si on conserve les chiffres officiels du PIB par tête en 1980, on obtient une chute de la croissance au cours de la décennie 2000-2010 en contradiction avec les hypothèses sur les variables exogènes.

8.5. Scénario de prix du pétrole

Comme il est indiqué précédemment, nous utilisons un modèle particulier pour les prévisions de croissance des pays producteurs de pétrole d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient : la croissance du PIB des pays producteurs de pétrole est fonction du prix réel du pétrole d'une part et de la croissance du reste du monde d'autre part.

Graphique 5 : Prix réel du pétrole en dollars 1990 par baril



Sources : AIE et prévisions POLES-IEPE

L'évolution du prix du pétrole entre 2000 et 2030 est fournie par des simulations effectuées à l'aide du modèle POLES de l'IEPE¹⁹ (graphique 5 et tableaux 2 et 3). POLES est un modèle d'équilibre partiel du secteur énergétique dans lequel les évolutions démographiques et économiques, pour chacun des grands pays ou régions du monde, sont considérées comme exogènes. En revanche, les évolutions des variables caractérisant la consommation, la transformation et la production d'énergie sont largement dépendantes des prix de l'énergie, eux-mêmes endogènes au modèle. POLES est un modèle de simulation récursive : la dynamique est donnée, à partir du point initial (l'année 2000 dans le cas présent) puis d'année en année, par les ajustements progressifs des variables d'offre et de demande d'une part et de prix d'autre part. Le prix du pétrole est simulé au niveau mondial. Le modèle suppose qu'il dépend à court terme des variations du taux d'utilisation de la capacité de production de pétrole des pays du Golfe, et à moyen et long terme du rapport moyen mondial entre les réserves et la production.

¹⁹ Voir Institut d'Economie et de Politique de l'Energie, *POLES 2.2 Reference Guide*, miméo, 13 décembre 1996.

Tableau 2 : Prix du pétrole associé au scénario de référence

Prix du pétrole en dollars par baril (Arabian light 1971-1985, Brent 1986- 2000)		Prix réel du pétrole en dollars 1990 par baril (déflateur : du PIB mondial)			
		Historique		Scénario de référence	
1971	1,66	1971	6,06	2001	24,20
1972	1,84	1972	6,12	2002	22,28
1973	2,81	1973	8,06	2003	21,49
1974	10,98	1974	27,84	2004	20,76
1975	10,43	1975	24,09	2005	19,85
1976	11,63	1976	25,80	2006	19,47
1977	12,6	1977	25,98	2007	19,64
1978	12,91	1978	22,98	2008	20,73
1979	29,19	1979	46,47	2009	21,92
1980	36,01	1980	51,46	2010	23,15
1981	34,17	1981	48,58	2011	23,75
1982	31,71	1982	46,27	2012	24,19
1983	30,05	1983	44,89	2013	24,39
1984	28,06	1984	41,20	2014	24,85
1985	27,52	1985	40,45	2015	25,12
1986	14,44	1986	18,59	2016	25,62
1987	18,49	1987	21,55	2017	26,13
1988	14,92	1988	16,26	2018	26,82
1989	18,24	1989	19,68	2019	27,45
1990	23,72	1990	23,72	2020	28,13
1991	19,99	1991	19,42	2021	28,73
1992	19,31	1992	17,86	2022	29,37
1993	17	1993	15,66	2023	29,92
1994	15,81	1994	14,13	2024	30,09
1995	17,03	1995	14,10	2025	30,56
1996	20,66	1996	17,18	2026	31,07
1997	19,12	1997	16,52	2027	31,94
1998	12,76	1998	11,32	2028	32,69
1999	17,86	1999	15,80	2029	33,49
2000	28,43	2000	25,02	2030	34,10

Sources. 1971-2000 : *Oil Market Report*, AIE. Prévisions : modèle POLES, IEPE.

Tableau 3 : Croissance du prix réel du pétrole associée au scénario de référence

Variation annuelle moyenne en %	
1991-2000	0,5
2001-2010	-0,8
2011-2020	2,0
2021-2030	1,9
1998-2000	14,8
2001-2030	1,0

Sources. 1991-2000 : *Oil Market Report*, AIE. Prévisions : modèle POLES, IEPE.

Dans le modèle POLES, le prix du pétrole est donc endogène, dépendant à la fois de la demande et de l'offre mondiale d'énergie. La demande d'énergie dépend à son tour de la croissance du PIB mondial, fournie par nos modèles. Un problème se pose pour le modèle de croissance des pays producteurs de pétrole, qui utilise le prix du pétrole comme variable exogène. Il faut donc déterminer simultanément la croissance du PIB des pays producteurs de pétrole pour alimenter POLES, et le prix du pétrole qui est l'un des déterminants de cette croissance. Ceci pourrait être fait en utilisant un processus récursif entre les modèles économiques et le modèle énergétique POLES. Dans l'exercice actuel, l'évolution du prix du pétrole a été simulée par POLES en supposant que les pays producteurs de pétrole croissent comme le reste du monde. L'approximation qui est ainsi introduite est faible, sachant que les pays producteurs de pétrole ne représentent que 1,6 % du PIB mondial. La croissance simulée *in fine* pour ces pays par notre modèle de « pays rentiers » est évidemment différente.

9. ANALYSE DES RESULTATS PAR REGIONS

L'« image du monde » présentée par ce scénario est proche de la famille A1 des Scénarios d'émissions de référence (SRES) publiés en 2001 par le Groupe intergouvernemental d'experts sur le changement climatique (GIEC)²⁰ : il s'agit d'un monde avec une croissance économique soutenue, une croissance démographique sur le déclin et un progrès technique au même rythme que sur les 30 années passées. L'hypothèse majeure sous-jacente est la convergence, assez lente au demeurant en comparaison d'autres projections, qui va de pair avec une poursuite de l'intégration mondiale sans politique explicite de réduction des inégalités entre les nations ni de protection de l'environnement. Il s'agit donc d'un scénario de référence sans caractère normatif.

²⁰ Voir IPCC (2001)

9.1. Croissance du PIB

Nous prévoyons une croissance mondiale moyenne de 3,2 % durant la décennie 2000-2010. Elle dépasse de ½ point de pourcentage celle de la période 1990-2000 : la reprise dans les pays en transition (ex-URSS, Europe centrale, Europe du sud-est), en Amérique latine et en Afrique sub-saharienne compense la baisse de la croissance aux Etats-Unis, en Afrique du Nord, au Moyen-Orient et dans le reste de l'Asie. Nous prévoyons une baisse de la croissance au cours des deux décennies suivantes : 3 % durant 2010-2020 et 2,7 % durant 2020-2030. Cette baisse s'explique par le ralentissement démographique et non par la convergence. En moyenne sur les 30 années 2000-2030, la croissance mondiale prévue est de 3 %, soit ¼ de point de pourcentage de moins que durant les 30 années 1970-2000 (voir tableaux 4 et 5).

9.1.1. (i) Régions riches

Europe de l'ouest (y compris la Turquie)

En moyenne pour cette zone, le niveau de la croissance se maintient en 2000-2010 à 2 ¼ %, puis diminue jusqu'à 1 ½ % en 2020-2030. En 2000-2010 nous obtenons un rebond sensible de la croissance par rapport aux observations 1990-2000 dans plusieurs pays : France, Italie, Turquie.

Tableau 4 : Croissance mondiale en 30 zones

Scénario de référence	Croissance du PIB						Moyenne de croissance	
	70-80	80-90	90-00	00-10	10-20	20-30	1970-2000	2000-2030
Canada	4,26%	2,80%	2,66%	2,72%	1,90%	1,49%	3,24%	2,0%
Etats-Unis	2,82%	2,61%	3,40%	2,15%	1,90%	1,75%	2,94%	1,9%
France	3,20%	2,35%	1,76%	2,38%	1,77%	1,45%	2,44%	1,9%
Grande Bretagne	1,93%	2,69%	2,14%	1,61%	1,37%	1,13%	2,25%	1,4%
Italie	3,59%	2,21%	1,42%	1,65%	1,44%	0,88%	2,41%	1,3%
Allemagne	2,72%	2,25%	2,60%	2,21%	1,76%	1,04%	2,52%	1,7%
Autres UE Nord	2,96%	2,24%	2,62%	2,23%	1,75%	1,33%	2,61%	1,6%
Autres UE Sud	3,96%	2,74%	2,47%	2,21%	1,73%	1,15%	3,06%	1,7%
Union Européenne	2,99%	2,39%	2,17%	2,06%	1,65%	1,17%	2,52%	1,6%
Autres Europe de l'ouest	2,47%	2,31%	1,93%	2,65%	2,13%	1,43%	2,24%	2,1%
Turquie	4,07%	5,21%	3,48%	4,98%	4,52%	3,89%	4,25%	4,5%
Japon	4,43%	4,00%	1,28%	1,34%	1,62%	1,25%	3,23%	1,4%
Océanie	3,10%	3,01%	3,53%	2,95%	2,74%	2,45%	3,21%	2,7%
Europe Centrale	4,98%	1,26%	2,17%	3,66%	2,37%	2,26%	2,79%	2,8%
Europe Sud-Est	7,12%	0,17%	-1,61%	3,51%	2,60%	2,58%	1,82%	2,9%
Ex-URSS	3,18%	1,98%	-4,76%	3,35%	3,71%	3,27%	0,07%	3,4%
Mexique	6,60%	1,81%	3,49%	3,44%	3,12%	2,74%	3,95%	3,1%
Autres Amérique Centrale	4,20%	2,07%	2,87%	4,25%	4,28%	4,12%	3,04%	4,2%
Brésil	8,46%	1,55%	2,65%	3,41%	2,92%	2,66%	4,18%	3,0%
Autres Amérique du Sud	3,63%	0,84%	3,88%	3,73%	3,42%	3,08%	2,77%	3,4%
Inde	2,98%	5,85%	5,72%	5,56%	4,70%	3,77%	4,85%	4,7%
Autres Asie du sud-ouest	3,36%	4,94%	4,39%	4,06%	4,20%	4,25%	4,23%	4,2%
Corée	7,42%	8,64%	6,19%	3,97%	3,56%	2,71%	7,41%	3,4%
Autres Asie du sud-est	6,37%	5,93%	4,99%	4,48%	4,10%	3,61%	5,76%	4,1%
Chine	5,30%	7,30%	6,60%	6,15%	4,76%	4,16%	6,40%	5,0%
Egypte	6,59%	5,47%	4,29%	3,05%	3,34%	3,44%	5,45%	3,3%
Afrique du nord OPEP	4,08%	0,32%	1,35%	2,02%	2,12%	1,94%	1,90%	2,0%
Autres Afrique du nord	5,81%	3,79%	2,92%	3,42%	3,64%	3,57%	4,16%	3,5%
Moyen-Orient non pétrolier	5,64%	2,31%	4,94%	4,32%	4,17%	4,10%	4,29%	4,2%
Golfe	7,00%	-1,10%	2,57%	2,12%	2,26%	2,12%	2,77%	2,2%
Afrique Subaharienne	3,26%	1,88%	2,13%	3,58%	3,87%	3,95%	2,42%	3,8%
Monde	3,83%	3,03%	2,91%	3,24%	3,00%	2,73%	3,26%	2,99%

Sources. 1970-2000 : CEPII base CHELEM-PIB PPA, sauf Chine : estimations de l'auteur.

Amérique du Nord

Malgré l'hypothèse d'accélération du progrès technique, nous obtenons une forte chute de la croissance des Etats-Unis en 2000-2010, puis une baisse parallèle à celle de l'Europe de l'ouest, jusqu'à 1 ¾ % en 2020-2030.

Japon, Australie, Nouvelle Zélande

Au Japon, nous obtenons une légère reprise au cours des décennies 2000-2010 et 2010-2020, puis une baisse jusqu'à 1 ¼ % en 2020-2030. En Australie et Nouvelle Zélande, la croissance demeure plus élevée, mais il y a également un ralentissement progressif, jusqu'à 2 ½ %.

En résumé, en moyenne sur les trente prochaines années, la croissance des Etats-Unis dépasserait de 0,2 point de pourcentage celle de l'Europe de l'ouest, et de 0,5 point celle du Japon.

9.1.2. (ii) Régions à revenu intermédiaire

Pays en transition

Nous obtenons une croissance annuelle de 3 ½ % en 2000-2010 en Europe centrale, en Europe du sud-est et en ex-URSS. Il s'agit d'une accélération importante de la croissance pour l'Europe centrale, et d'un renversement de tendance en Europe du sud-est et en ex-URSS, où le PIB avait baissé de 30 % au cours de la décennie 1990. Au cours des deux décennies suivantes, la croissance se ralentit en Europe centrale et du sud-est, mais se maintient en ex-URSS à plus de 3 %.

Tableau 5 : Croissance mondiale en 11 zones

Scénario de référence		Croissance du PIB					Moy. de croissance		
		70-80	80-90	90-00	00-10	10-20	20-30	1970-2000	2000-2030
Amérique du Nord	1	2,93%	2,63%	3,34%	2,19%	1,90%	1,73%	2,96%	1,94%
Europe de l'Ouest	2	3,01%	2,52%	2,24%	2,28%	1,92%	1,49%	2,59%	1,90%
Océanie, Japon	3	4,23%	3,86%	1,60%	1,61%	1,83%	1,49%	3,22%	1,64%
Europe de l'Est	4	5,81%	0,82%	0,85%	3,62%	2,44%	2,35%	2,46%	2,80%
Ex URSS	5	3,18%	1,98%	-4,76%	3,35%	3,71%	3,27%	0,07%	3,45%
Amérique Latine	6	5,83%	1,41%	3,30%	3,58%	3,24%	2,93%	3,49%	3,25%
Asie du Sud-Ouest	7	3,10%	5,58%	5,35%	5,20%	4,59%	3,88%	4,67%	4,55%
Asie du Sud-Est	8	6,52%	6,38%	5,23%	4,37%	3,99%	3,43%	6,04%	3,93%
Chine	9	5,30%	7,30%	6,60%	6,15%	4,76%	4,16%	6,40%	5,02%
Afrique du Nord et Moyen-Orient	10	6,22%	1,28%	3,27%	2,90%	3,10%	3,10%	3,57%	3,03%
Afrique Sub Saharienne	11	3,26%	1,88%	2,13%	3,58%	3,87%	3,95%	2,42%	3,80%
Monde	26	3,83%	3,03%	2,91%	3,24%	3,00%	2,73%	3,26%	2,99%

Amérique latine

Nous obtenons un ralentissement progressif de la croissance au cours des trois prochaines décennies dans les régions les plus riches, c'est-à-dire le Mexique et les pays d'Amérique du sud hors Brésil. Dans le reste de la zone, la croissance s'accélère en 2000-2010, puis se maintient au même rythme en Amérique centrale (hors Mexique) mais se ralentit fortement au Brésil.

Afrique du Nord et Moyen-Orient

Les pays producteurs de pétrole, qui bénéficient de la hausse du prix du pétrole et de la croissance du reste du monde, voient leur PIB augmenter d'environ 2 % par an durant les 30 prochaines années ; ce rythme diffère peu de leur performance moyenne sur la période 1970-2000. Comme auparavant, les pays non pétroliers de la zone croissent plus vite, et gardent un taux de croissance élevé (entre 3,5 et 4 %) jusqu'en 2030.

9.1.3. (iii) Régions pauvres

Asie du sud

On obtient une baisse générale des taux de croissance au long des trois prochaines décennies, spécialement marquée dans les pays qui avaient eu les meilleures performances entre 1970 et 2000 (Asie du sud-est, dont Corée) ; en Chine la croissance baisse de 6 ½ à 4 %. Seuls les pays du sous-continent indien (sauf l'Inde elle-même) maintiennent des taux de croissance stables tout au long de la période.

Afrique sub-saharienne

C'est la seule zone pour laquelle nous obtenons une forte accélération de la croissance dès la décennie 2000-2010, qui se poursuit jusqu'en 2030 : la croissance annuelle passe de 2 % en 1990-2000 à près de 4 % en 2020-2030.

9.2. Contributions à la croissance du PIB

Pour décrire les caractéristiques de notre scénario de référence, nous avons distingué les deux contributions à la croissance du PIB : la croissance de la productivité et l'évolution de la population d'âge actif. Suivant le modèle de Solow, la croissance de la productivité d'un pays a elle-même deux composantes : l'effet d'accumulation du capital pendant la période de transition, et l'effet de croissance du niveau technologique, qui subsiste seul lorsque l'économie a atteint son équilibre de long terme (tableau 6). En moyenne pour le monde, et en points de pourcentage, le rythme du progrès technique est stable au cours des trois prochaines décennies et égal à 1,1 %. A cause du vieillissement rapide de la population mondiale, la contribution positive de la croissance démographique diminue rapidement : elle passe de 1,5 % en moyenne sur 2000-2010 à 0,7 % en 2020-2030. L'effet d'accumulation du capital introduit par le modèle de Solow s'accélère, mais ne compense pas le ralentissement démographique.

Tableau 6 : Contributions à la croissance

(en points de pourcentage)

	Croissance du PIB			Croissance de la population d'âge actif			Croissance de la productivité					
	00-10	10-20	20-30	00-10	10-20	20-30	Progrès technique			Accumulation du capital		
							00-10	10-20	20-30	00-10	10-20	20-30
Amérique Nord	2,19%	1,90%	1,73%	0,94%	0,21%	-0,07%	1,46%	1,23%	1,23%	-0,20%	0,46%	0,57%
Europe Ouest	2,28%	1,92%	1,49%	0,25%	-0,17%	-0,59%	1,00%	1,23%	1,22%	1,03%	0,87%	0,85%
Océanie, Japon	1,61%	1,83%	1,49%	-0,25%	-0,52%	-0,26%	1,00%	1,29%	1,29%	0,86%	1,05%	0,46%
Europe Est	3,62%	2,44%	2,35%	0,19%	-0,67%	-0,62%	1,00%	1,00%	1,00%	2,43%	2,11%	1,97%
Ex-URSS	3,35%	3,71%	3,27%	0,45%	-0,15%	-0,35%	1,00%	1,00%	1,00%	1,91%	2,86%	2,63%
Amérique Latine	3,58%	3,24%	2,93%	1,86%	1,31%	0,83%	1,00%	1,00%	1,00%	0,72%	0,93%	1,10%
Asie Sud-Ouest	5,20%	4,59%	3,88%	2,14%	1,59%	0,99%	1,00%	1,00%	1,00%	2,05%	2,00%	1,89%
Asie Sud-Est	4,37%	3,99%	3,43%	1,54%	1,08%	0,49%	1,00%	1,05%	1,05%	1,83%	1,86%	1,90%
Chine	6,15%	4,76%	4,16%	1,19%	0,27%	-0,07%	1,00%	1,00%	1,00%	3,96%	3,49%	3,23%
Afr.Nord, Moy.-Or	2,95%	3,11%	3,10%	2,70%	2,00%	1,51%	1,00%	1,00%	1,00%	-0,75%	0,10%	0,60%
Afrique Sub-Sah.	3,58%	3,87%	3,95%	2,71%	2,73%	2,54%	1,00%	1,00%	1,00%	-0,14%	0,14%	0,41%
Monde	3,24%	3,00%	2,73%	1,53%	1,03%	0,70%	1,11%	1,12%	1,10%	0,60%	0,86%	0,93%

Source : ONU, projection démographique révisée 1998.

En ce qui concerne les pays anciennement industrialisés, l'impact de la démographie sur la croissance est négatif dès la présente décennie au Japon, dès la décennie 2010-2020 dans toute l'Europe et en ex-URSS, et à partir de 2020 en Amérique du Nord. Dans les pays de l'OCDE²¹, la transition vers l'équilibre de long terme est avancé, et le progrès technique est le principal moteur de la croissance. Au contraire, l'effet d'accumulation du capital est important dans les pays en transition.

²¹ Etats-Unis, Canada, Europe de l'ouest, Turquie, Japon, Australie et Nouvelle Zélande (pays membres en 1994).

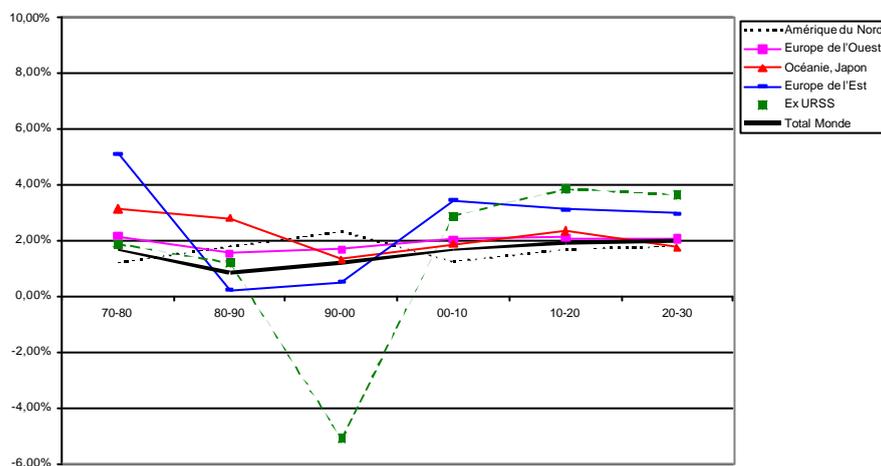
En ce qui concerne les pays en développement, en Amérique latine, les trois moteurs de la croissance ont des effets à peu près égaux. Le ralentissement démographique est très rapide en Chine, où l'effet d'accumulation du capital est en revanche le plus fort du monde. L'Asie du sud-est et du sud-ouest gardent un certain dynamisme démographique tout en conservant un bon rythme d'accumulation du capital.

L'Afrique du Nord, le Moyen-Orient, et surtout l'Afrique sub-saharienne sont peu avancés dans la transition démographique : la croissance de la population d'âge actif leur assure une croissance potentielle dans la plupart des cas supérieure à 2 % pour les trente prochaines années. L'effet d'accumulation du capital est quant à lui très faible, aussi bien en Afrique sub-saharienne où nous avons modélisé cet effet selon Solow, qu'en Afrique du Nord et au Moyen-Orient où il résulte de l'application de notre modèle de « pays rentiers ».

9.3. Croissance de la productivité

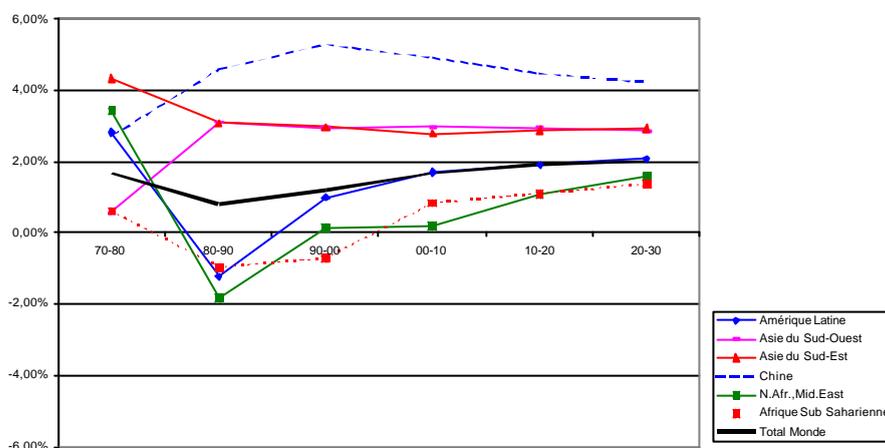
A très long terme, une fois l'accumulation du capital achevée, le taux de croissance de la productivité converge dans notre modèle vers le rythme du progrès technique. Aucune zone n'atteint son équilibre stationnaire avant 2030, mais les taux de croissance de la productivité des régions convergent sensiblement : sur la période 2020-2030 la fourchette est de 1,5 à 4 %, alors que sur la période 1900-2000 elle était de -5 à +5 % (graphiques 6 et 7). En moyenne mondiale, le taux de croissance de la productivité augmente de 1,2 % en 1990-2000 à 2 % en fin de période. C'est un scénario assez optimiste, aussi bien pour les pays en transition que pour les pays en développement, où la convergence était jusqu'à présent essentiellement limitée aux pays d'Asie du sud.

**Graphique 6 : Taux de croissance annuel de la productivité.
Pays développés et monde**



Dans les pays industrialisés le taux de croissance de la productivité est proche de 2 % et varie peu en 30 ans. Dans les pays en transition la reprise est forte pendant la décennie 2000-2010 puis le taux de croissance de la productivité diminue progressivement vers 3 à 3,5 % (graphique 6).

**Graphique 7 : Taux de croissance annuel de la productivité
Pays en développement et monde**



Parmi les pays en développement aucune zone ne reste en dehors du mouvement de convergence, mais le classement des pays en fonction de leur taux de croissance de la productivité ne change pas si l'on compare les périodes 1990-2000 et 2020-2030. La croissance de la productivité diminue en Chine (de 5,3 % en 1990-2000 à 4,2 % en 2020-2030) et reste stable à environ 3 % dans le reste de l'Asie du sud. Dans toutes les autres régions en développement, la croissance de la productivité augmente. Son taux passe de 1 à 2 % en Amérique latine, et de 0 à 1,5 % en Afrique du Nord et Moyen-Orient ; en Afrique sub-saharienne, où la productivité diminuait depuis 20 ans, sa croissance redevient positive et atteint 1,4 % en 2020-2030 (graphique 7).

9.4. Vieillesse et rattrapage des PIB par tête

Dans les paragraphes précédents, nous avons décrit la contribution de la croissance de la population d'âge actif à la croissance du PIB suivant les pays. La démographie agit également sur le revenu moyen, c'est-à-dire le PIB par tête : un surplus de croissance de la population d'âge actif par rapport à la croissance de la population totale permet au PIB par tête de croître plus rapidement que la productivité du travail (PIB rapporté à la population d'âge actif) et *vice versa*.

Comme nous allons le voir, la transition démographique très rapide prévue par l'ONU entre 2000 et 2030, combinée avec le modèle de convergence conditionnelle des productivités,

fournit une opportunité aux pays pauvres de diminuer leur écart de revenu par rapport aux pays riches.

Actuellement, tous les pays du monde sans exception sont engagés dans la transition démographique. Dans les pays riches avancés dans cette transition comme le Japon, le vieillissement se traduit par une diminution de la population d'âge actif et une augmentation du nombre de personnes âgées, de sorte que le rapport de dépendance s'accroît et le revenu moyen augmente moins vite que la productivité. Mais les pays pauvres à population « jeune », par exemple les pays d'Afrique sub-saharienne, sont eux-mêmes en train de vieillir ; dans leur cas, cela se traduit par un ralentissement de la croissance du nombre total d'enfants qui fait plus que compenser l'augmentation du nombre de personnes âgées, et donc une croissance de la population d'âge actif supérieure à celle de la population totale. C'est une phase très favorable de la transition démographique, pendant laquelle le revenu moyen par tête augmente plus rapidement que la productivité de la population d'âge actif. Un cas particulier se présente dans les pays en transition économique, à la fois appauvris et vieillissants, comme l'Europe de l'Est : chez eux la démographie rendra plus difficile le rattrapage du niveau de vie des pays riches.

Tableau 7 : Effet de la transition démographique sur la croissance des PIB par tête

MONDE			
% tc annuel	2000-2010	2010-2020	2020-2030
PIB total	3,24%	3,00%	2,73%
Productivité	1,67%	1,95%	2,01%
PIB / tête	2,07%	1,99%	1,93%

JAPON			
% tc annuel	2000-2010	2010-2020	2020-2030
PIB total	1,34%	1,62%	1,25%
Productivité	1,98%	2,54%	1,82%
PIB / tête	1,29%	1,90%	1,73%

AFRIQUE SUB-SAHARIENNE			
% tc annuel	2000-2010	2010-2020	2020-2030
PIB total	3,58%	3,87%	3,95%
Productivité	0,84%	1,11%	1,38%
PIB/tête	1,25%	1,67%	2,08%

EUROPE DE L'EST			
% tc annuel	2000-2010	2010-2020	2020-2030
PIB total	3,65%	2,44%	2,33%
Productivité	3,45%	3,13%	2,97%
PIB/tête	3,73%	2,63%	2,68%

Ce phénomène est illustré par le tableau 7.

En moyenne pour le monde, alors que nous projetons une accélération de la croissance de la productivité entre 2000 et 2030, la croissance du PIB mondial total, tout en restant supérieure à la croissance de la productivité, se ralentit à cause de la forte baisse de la croissance de la population d'âge actif. La croissance du PIB par tête reste supérieure à celle de la productivité jusqu'en 2020, car le rapport de dépendance diminue au fur et à mesure que les nombreux jeunes passent à l'âge actif. Dans la décennie 2020-2030 la tendance au vieillissement l'emporte, et le PIB par tête croît moins vite que la productivité.

Au Japon, très avancé dans la transition démographique, la population d'âge actif diminue sur toute la période 2000-2030 et donc la croissance potentielle du PIB est inférieure à la croissance de la productivité. La croissance du PIB par tête est elle aussi inférieure à la croissance de la productivité, mais dépasse celle du PIB à partir du moment où la population totale diminue.

L'Asie du sud-est cumule les avantages d'une économie encore jeune et d'une population qui commence à vieillir : la productivité augmente rapidement grâce au phénomène d'accumulation du capital ; le rapport de dépendance diminue et le PIB par tête augmente plus vite que la productivité jusqu'en 2020, mais ensuite la tendance s'inverse ; le PIB augmente plus vite que la productivité car la population d'âge actif continue à augmenter.

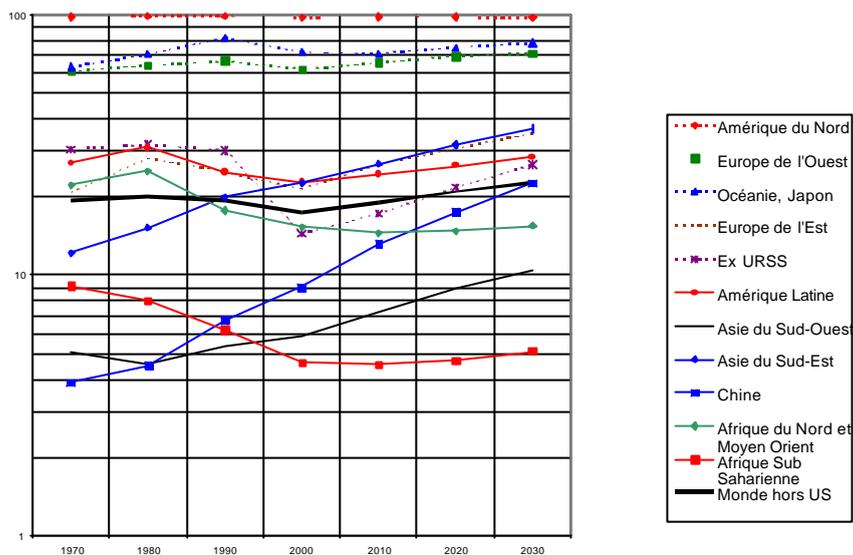
A l'autre extrême, en *Afrique sub-saharienne*, la transition démographique est à peine engagée : malgré une croissance faible de sa productivité, cette région bénéficie d'une croissance du PIB assez élevée et d'une croissance du revenu par tête supérieure à celle de la productivité.

Dans d'autres régions le vieillissement prématuré va limiter la croissance du PIB et du PIB par tête alors que le niveau de vie est loin d'avoir rattrapé celui des pays de l'OCDE : ainsi en *Europe de l'Est*, la croissance du PIB par tête et du PIB devient inférieure à celle de la productivité à partir de 2010.

9.5. Réduction des écarts de revenu entre grandes régions

Sur le tableau et le graphique 8 sont représentés les PIB par tête des 11 grandes régions comparés à celui des Etats-Unis. Entre 1970 et 2000, le PIB par tête moyen de l'ensemble du monde hors Etats-Unis, rapporté à celui des Etats-Unis, avait diminué de 19,3 à 17,5 %. Dans notre scénario de référence, il augmente constamment au cours des trois prochaines décennies et atteint 22,8 % en 2030 : les écarts de PIB par tête relatifs se réduisent en moyenne mondiale pondérée par la population.

Graphique 8 : PIB par tête (par rapport à la population totale) en % des Etats-Unis
Echelle logarithmique



Source. CEPII base CHELEM.

En ce qui concerne les pays de l'OCDE²², l'écart des revenus de l'Europe, du Japon et de l'Océanie par rapport aux Etats-Unis avait diminué entre 1970 et 1990 mais c'était accru durant la dernière décennie. Dans notre prévision, il diminue entre 2000 et 2030 plus vite qu'entre 1970 et 2000.

En Europe de l'Est et en ex-URSS, la crise des années 1980-1990 avait creusé considérablement l'écart de revenus par rapport aux Etats-Unis. En Europe de l'Est, l'écart diminue et atteint un minimum historique en 2030. En ex-URSS, l'écart par rapport à l'année 2000 se réduit aussi considérablement, mais n'atteint pas son minimum historique (32 % des Etats-Unis en 1980 et 27 % seulement en 2030).

²² Voir note 12.

Tableau 8 : PIB par tête (rapporté à la population totale)

	en % des Etats-Unis						
	1970	1980	1990	2000	2010	2020	2030
Amérique du Nord	98,1	98,7	98,7	97,9	98,1	98,0	97,6
Europe de l'Ouest	60,7	63,9	66,2	61,8	65,5	69,3	71,1
Océanie, Japon	63,1	70,4	81,6	71,7	70,9	74,9	77,9
Europe de l'Est	20,8	28,1	25,0	21,4	26,8	30,6	35,1
Ex URSS	30,5	31,7	30,1	14,4	17,2	21,7	26,5
Amérique Latine	26,9	30,9	24,7	22,7	24,3	26,3	28,3
Asie du Sud-Ouest	5,0	4,5	5,3	5,8	7,2	8,9	10,4
Asie du Sud-Est	12,2	15,2	20,0	22,5	26,6	31,7	36,4
Chine	3,9	4,5	6,7	9,0	13,2	17,5	22,5
Afr. du Nord et Moy.-Orient	22,1	25,1	17,7	15,3	14,6	14,8	15,5
Afrique Sub Saharienne	9,1	8,0	6,2	4,6	4,5	4,7	5,1
Monde	24,1	24,3	23,5	21,4	22,8	24,5	26,1
Monde hors Etats-Unis	19,3	20,0	19,5	17,5	19,1	21,0	22,8

Sources : 1970-2000 : CEPII base CHELEM-PIB

Parmi les pays en développement, l'évolution de l'Asie du sud est très différente de celle des autres pays : Asie du sud-est, Asie du sud-ouest et Chine resserrent constamment leur écart par rapport aux Etats-Unis, en continuité avec l'évolution observée dans le passé, mais plus rapidement. Entre 2000 et 2030, le rapport de revenus passe de 6 à 10 % en Asie du sud-ouest, et de 9 à 22 % en Chine.

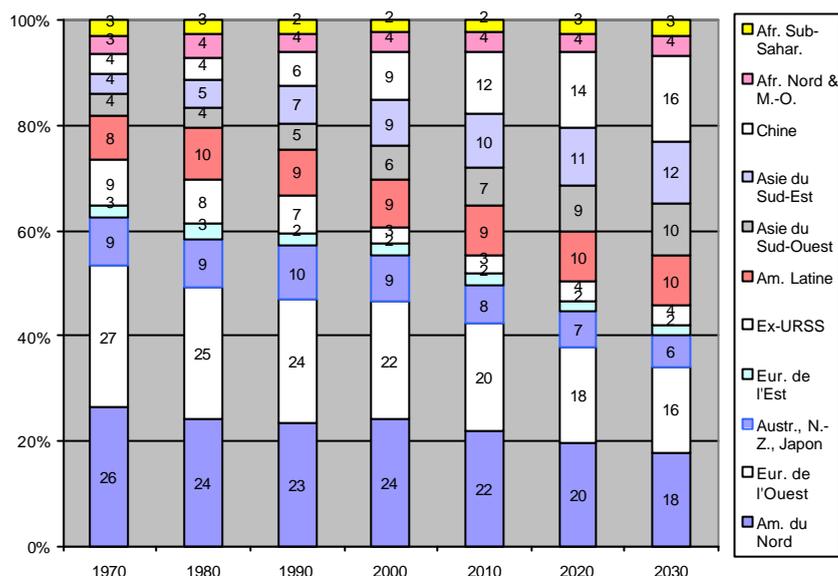
L'évolution est beaucoup moins favorable dans les autres pays en développement. En Amérique latine, l'écart s'était accru entre 1970 et 2000 ; il diminue entre 2000 et 2030, mais n'atteint pas son minimum historique (31 % en 1980, 28 % en 2030). En Afrique du Nord et au Moyen-Orient, le PIB par tête avait atteint 25 % de celui des Etats-Unis au moment du deuxième choc pétrolier, puis avait baissé à 15 % en 2000 : dans notre prévision, le même écart relatif se maintient jusqu'en 2030. Enfin, l'écart entre l'Afrique sub-saharienne et les Etats-Unis s'était constamment creusé durant les trente années passées, le rapport des PIB par tête baissant de 9 % en 1970 à 5 % en 2000 ; comme dans le cas de l'Afrique du Nord et du Moyen-Orient, l'écart cesse d'augmenter après 2000, mais ne diminue pas.

10. CONCLUSION

le poids des pays et des régions dans le PIB mondial en 2030 :

Le scénario de référence implique un changement important du poids des régions dans le PIB mondial entre 2000 et 2030, à cause d'une part de l'accélération de la croissance de la productivité de certains pays par effet d'accumulation du capital, et d'autre part des disparités des évolutions démographiques, exogènes au modèle (graphique 9). Ces deux effets jouent dans la plupart des cas dans le même sens, puisque, comme on l'a remarqué, la maturité démographique va habituellement de pair avec la maturité économique. La diminution du poids des régions anciennement industrialisées et démographiquement vieilles serait encore plus forte si l'hypothèse n'avait pas été faite dans ce scénario d'une accélération du progrès technique dans ces seuls pays.

Graphique 9 : Evolution de la part des régions dans le PIB mondial



Sources. 1970-2000 : CEPII base CHELEM, sauf Chine : estimation de l'auteur.

Le déplacement du centre de gravité économique du monde est en continuité avec l'évolution des 30 dernières années, mais les rythmes de changement sont modifiés. La baisse de la part des pays anciennement industrialisés s'accélère : l'ensemble des *pays de l'OCDE*²³ représentait 62 % du PIB mondial en 1970 et encore 54 % en 2000 ; leur part baisse à 40 % en 2030. La baisse de la part du Japon, qui n'a commencé qu'en 1980, est particulièrement rapide.

La part des *pays en transition* avait beaucoup régressé dans l'ensemble mondial entre 1970 et 2000 ; dans notre scénario, ces pays parviennent juste à maintenir leur part du PIB mondial à 5 %.

L'Amérique latine occupe une position médiane, aussi bien dans ses caractéristiques économiques que démographiques : sa part du PIB mondial a peu augmenté depuis 1970, et augmente à peine dans notre prévision, atteignant 10 % en 2030.

Comme au cours des trente années passées, dans notre prévision, c'est *l'Asie du sud* qui gagne d'ici 2030 tout le terrain perdu par les pays industrialisés : de 12 % en 1970, sa part est passée à 24 % en 2000, et monterait à 38 % en 2030, soit presque autant que les pays de

²³ Voir note 12.

l'OCDE²⁴. L'Asie du sud-est ayant atteint une certaine maturité économique, la hausse de sa part se ralentit. Il en est de même de la Chine, freinée quant à elle par le ralentissement démographique, mais dont les gains restent les plus rapides du monde. L'Asie du sud-ouest accélère légèrement sa progression.

Les deux régions où apparaissent les plus grandes difficultés économiques, *l'Afrique du Nord et le Moyen-Orient* d'une part et *l'Afrique sub-saharienne* d'autre part, maintiennent leur quote-part du PIB mondial (à 4 et 3 % respectivement) grâce à leur dynamisme démographique. En définitive, le poids de l'ensemble des pays en développement dans le PIB mondial avait augmenté de 27 à 39 % entre 1970 et 2000 ; il atteindrait 54 % en 2030 dans notre scénario de référence.

²⁴ Voir note 12.

BIBLIOGRAPHIE

- BARRO R. (1999), « Notes on Growth Accounting », *Journal of Economic Growth*, Vol 4 N°2, juin.
- BARRO R. & X. SALA-I-MARTIN (1995), *Economic Growth*, McGraw-Hill.
- COURP. & H. DELESSY (1996), « Une image de l'économie mondiale à l'horizon 2030 », *La lettre du CEPII*, n° 148, juillet.
- BISCIARI P.(2001), « Nouvelle économie », Working Papers – Document Series, *Banque Nationale de Belgique*, n° 14, avril.
- GERMAIN J-M. & S. GUICHARD (1998), « L'Asie du Sud-Est : quelles perspectives de croissance à moyen terme ? », *Economie et Statistique*, n° 311, 1.
- GILLES F. & Y. L'HORTY (2001), « La Nouvelle Economie et le paradoxe de la productivité : une comparaison France – Etats-Unis », mai, *50^{ème} Congrès de l'Association Française de Science Economique septembre 2001*.
- HESTON A. & R. SUMMERS (1991), « The Penn World Table (Mark 5): An Expanded Set of International Comparisons, 1950-1988 », *The Quarterly Journal of Economics*, mai.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2001), *Special Report on Emissions Scenarios*.
- ISLAM N. (1995), « Growth Empirics : a Panel Data Approach », *The Quarterly Journal of Economics*, novembre.
- KOUSNETZOFF N., V. LEVET & F. PELTRAU (1993), « L'après-pétrole dans les pays du Golfe », *Economie Prospective Internationale*, n° 53, 1^{er} trimestre.
- LEE K., M.H. PESARAN & R. SMITH (1997), « Growth and Convergence in a Multi-Country Empirical Stochastic Solow Model », *Journal of Applied Economics*, 12, 357-392.
- LE PEN Y. (1997), « Convergence internationale des revenus par tête : un tour d'horizon », *Revue d'économie politique*, 107 (6), novembre-décembre.
- MADDISON A. (1998), « Chinese Economic Performance in the Long Run », OECD Development Centre, Paris.
- MANKIW N.G., D. ROMER & D.N. WEIL (1992), «A Contribution to the Empirics of Economic Growth », *The Quarterly Journal of Economics*, mai.

- MASSON P.R., T. BAYOUMI & H. SAMIEI (1996), « International Evidence on the Determinants of Private Saving », Centre for Economic Policy Research, Discussion Paper N° 1368, mars.
- MASSON P., P. ISARD & H. FARUQEE (1996), « An Internal-External Balance Framework for Estimating Equilibrium Exchange Rates », Draft, IMF, 12 novembre.
- MULDER N. & M.C. TA (1998), « La base CHELEM-PIB », CEPII, note interne, mai.
- RAWSKIT .G.(2001), « China's GDP Statistics – A case of Caveat Lector ? », miméo.
- SACHS J. & A. WARNER (1997), « Natural Resource Abundance and Economic Growth », working paper, Harvard University Cambridge MA, novembre.
- SGARD J(2000), « La longue crise de l'économie japonaise », Présentation, *Economie internationale*, 84, 4ème trimestre.
- UNITED NATIONS, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2000), *World Population Prospects, the 1998 Revision, Volume III : Analytical Report*, United Nations New York.
- WU H.X.(2000), « China's GDP Level and Growth Performance : Alternative Estimates and the Implications », *Review of Income and Wealth*, Série 46, Numéro 4, décembre.

LISTE DES DOCUMENTS DE TRAVAIL DU CEPII

<i>N°</i>	<i>Titre</i>	<i>Auteurs</i>
2001-20	The Fiscal Stabilization Policy under EMU – An Empirical Assessment	A. Kadareja
2001-19	Direct Foreign Investments and Productivity Growth in Hungarian Firms, 1992-1999	J. Sgard
2001-18	Market Access Maps: A Bilateral and Disaggregated Measure of Market Access	A. Bouët, L. Fontagné, M. Mimouni & X. Pichot
2001-17	Macroeconomic Consequences of Pension Reforms in Europe: An Investigation with the INGENUE World Model	Equipe Ingénue
2001-16	La productivité des industries méditerranéennes	A. Chevallier & D. Ūnal-Kesenci
2001-15	Marmotte: A Multinational Model	L. Cadiou, S. Dees, S. Guichard, A. Kadareja, J.P. Laffargue & B. Rzepkowski
2001-14	The French-German Productivity Comparison Revisited: Ten Years After the German Unification	L. Nayman & D. Ūnal-Kesenci
2001-13	The Nature of Specialization Matters for Growth: An Empirical Investigation	I. Bensidoun, G. Gaulier & D. Ūnal-Kesenci
2001-12*	Forum Economique Franco-Allemand - Deutsch-Französisches Wirtschaftspolitisches Forum, Political Economy of the Nice Treaty: Rebalancing the EU Council and the Future of European Agricultural Policies, 9 th meeting, Paris, June 26 th 2001	
2001-11	Sector Sensitivity to Exchange Rate Fluctuations	M. Fouquin, K. Sekkat, J. Malek Mansour, N. Mulder & L. Nayman
2001-10	A First Assessment of Environment-Related Trade Barriers	L. Fontagné, F. von Kirchbach & M. Mimouni
2001-09	International Trade and Rent Sharing in Developed and Developing Countries	L. Fontagné & D. Mirza
2001-08	Economie de la transition : le dossier	G. Wild
2001-07	Exit Options for Argentina with a Special Focus on Their Impact on External Trade	S. Chauvin

2001-06	Effet frontière, intégration économique et 'Forteresse Europe'	T. Mayer
2001-05	Forum Économique Franco-Allemand – Deutsch-Französisches Wirtschaftspolitisches Forum, The Impact of Eastern Enlargement on EU-Labour Markets and Pensions Reforms between Economic and Political Problems, 8 th meeting, Paris, January 16 2001	
2001-04	Discrimination commerciale : une mesure à partir des flux bilatéraux	G. Gaulier
2001-03*	Heterogeneous Expectations, Currency Options and the Euro/Dollar Exchange Rate	B. Rzepkowski
2001-02	Defining Consumption Behavior in a Multi-Country Model	O. Allais, L. Cadiou & S. Déés
2001-01	Pouvoir prédictif de la volatilité implicite dans le prix des options de change	B. Rzepkowski
2000-22	Forum Economique Franco-Allemand - Deutsch-Französisches Wirtschaftspolitisches Forum, Trade Rules and Global Governance: A long Term Agenda and The Future of Banking in Europe, 7 th meeting, Paris, July 3-4 2000	
2000-21	The Wage Curve: the Lessons of an Estimation Over a Panel of Countries	S. Guichard & J.P. Laffargue
2000-20	A Computational General Equilibrium Model with Vintage Capital	L. Cadiou, S. Déés & J.P. Laffargue
2000-19*	Consumption Habit and Equity Premium in the G7 Countries	O. Allais, L. Cadiou & S. Déés
2000-18	Capital Stock and Productivity in French Transport: An International Comparison	B. Chane Kune & N. Mulder
2000-17	Programme de travail 2001	
2000-16	La gestion des crises de liquidité internationale : logique de faillite, prêteur en dernier ressort et conditionnalité	J. Sgard
2000-15	La mesure des protections commerciales nationales	A. Bouët
2000-14	The Convergence of Automobile Prices in the European Union: An Empirical Analysis for the Period 1993-1999	G. Gaulier & S. Haller
2000-13*	International Trade and Firms' Heterogeneity Under Monopolistic Competition	S. Jean

Croissance économique mondiale : un scénario de référence à l'horizon 2030

2000-12	Syndrome, miracle, modèle polder et autres spécificités néerlandaises : quels enseignements pour l'emploi en France ?	S. Jean
2000-11	FDI and the Opening Up of China's Economy	F. Lemoine
2000-10	Big and Small Currencies: The Regional Connection	A. Bénassy-Quéré & B. Coeuré
2000-09*	Structural Changes in Asia And Growth Prospects After the Crisis	J.C. Berthélemy & S. Chauvin
2000-08	The International Monetary Fund and the International Financial Architecture	M. Aglietta
2000-07	The Effect of International Trade on Labour-Demand Elasticities: Intersectoral Matters	S. Jean
2000-06	Foreign Direct Investment and the Prospects for Tax Coordination in Europe	A. Bénassy-Quéré, L. Fontagné & A. Lahrière-Révil
2000-05	Forum Economique Franco-Allemand - Deutsch-Französisches Wirtschaftspolitisches Forum, Economic Growth in Europe Entering a New Area?/The First Year of EMU, 6 th meeting, Bonn, January 17-18, 2000	
2000-04*	The Expectations of Hong Kong Dollar Devaluation and their Determinants	B. Rzepkowski
2000-03	What Drove Relative Wages in France? Structural Decomposition Analysis in a General Equilibrium Framework, 1970-1992	S. Jean & O. Bontout
2000-02	Le passage des retraites de la répartition à la capitalisation obligatoire : des simulations à l'aide d'une maquette	O. Rouguet & P. Villa
2000-01*	Rapport d'activité 1999	
1999-16	Exchange Rate Strategies in the Competition for Attracting FDI	A. Bénassy-Quéré, L. Fontagné & A. Lahrière-Révil
1999-15	Groupe d'échanges et de réflexion sur la Caspienne. Recueil des comptes-rendus de réunion (déc. 97- oct. 98)"	D. Pianelli & G. Sokoloff
1999-14	The Impact of Foreign Exchange Interventions: New Evidence from FIGARCH Estimations	M. Beine, A. Bénassy-Quéré & C. Lecourt

1999-13	Forum Economique Franco-Allemand - Deutsch-Französisches Wirtschaftspolitisches Forum, Reduction of Working Time/Eastward Enlargement of the European Union, 5 th meeting, Paris, July 6-7 1999	
1999-12*	A Lender of Last Resort for Europe	M. Aglietta
1999-11*	La diversité des marchés du travail en Europe : Quelles conséquences pour l'Union Monétaire ; Deuxième partie : Les implications macro-économiques de la diversité des marchés du travail	L. Cadiou, S. Guichard & M. Maurel
1999-10*	La diversité des marchés du travail en Europe : Quelles conséquences pour l'Union Monétaire ; Première partie : La diversité des marchés du travail dans les pays de l'Union Européenne	L. Cadiou & S. Guichard
1999-09	The Role of External Variables in the Chinese Economy; Simulations from a macroeconomic model of China	S. Dees
1999-08	Haute technologie et échelles de qualité : de fortes asymétries en Europe	L. Fontagné, M. Freudenberg & D. Ünal-Kesenci
1999-07	The Role of Capital Accumulation, Adjustment and Structural Change for Economic Take-Off: Empirical Evidence from African Growth Episodes	J.C. Berthélemy & L. Söderling
1999-06	Enterprise Adjustment and the Role of Bank Credit in Russia: Evidence from a 420 Firm's Qualitative Survey	S. Brana, M. Maurel & J. Sgard
1999-05	Central and Eastern European Countries in the International Division of Labour in Europe	M. Freudenberg & F. Lemoine
1999-04	Forum Economique Franco-Allemand – Economic Policy Coordination – 4 th meeting, Bonn, January 11-12 1999	
1999-03	Models of Exchange Rate Expectations: Heterogeneous Evidence From Panel Data	A. Bénassy-Quéré, S. Larribeau & R. MacDonald
1999-02	Forum Economique Franco-Allemand – Labour Market & Tax Policy in the EMU	
1999-01	Programme de travail 1999	

