

Programme Gestion et Impacts du Changement climatiques GICC

APR 1999

6/99 - Des scénarios économiques internationaux à l'évaluation des coûts sectoriels et macro-économiques de la réduction des émissions de GES

Coordinateur : Patrick Criqui

Le projet ARES bien qu'ayant une visée essentiellement méthodologique, c'est à dire assurer la cohérence entre un modèle de croissance à long terme, un modèle énergétique et un modèle d'équilibre général, a aussi permis une analyse économique complète du coût de différents scénarios d'attribution des droits d'émission à 2030 et de différentes modalités de gestion de ces 'contraintes carbone'. A partir de la projection économique de référence, trois scénarios furent testés :

un schéma "*Soft Landing*" qui allie stabilisation des émissions globales à l'horizon 2030, poursuite de la diminution des émissions des pays de l'Annexe B du protocole de Kyoto dans un système de type "Kyoto étendu", comportant une certaine dose de droits hérités (*grandfathering*), et freinage progressif de la croissance des émissions dans les pays en de développement,
une règle *Contraction et Convergence*, de distribution de droits d'émission "par tête" convergents sur le long terme, ceci au nom de l'équité,
un schéma médian dit *Global Compromise* qui combine dans des proportions reflétant la structure des préférences au plan mondial, droits égaux et droits "hérités".

Les résultats les plus significatifs pour les politiques économiques viennent de l'étude des écarts entre les prix du carbone et le surcroît de dépenses (taux d'effort) dans le secteur énergétique tels qu'ils dérivent d'une analyse en d'équilibre partiel (POLES) et d'une analyse des effets d'équilibre général (IMACLIM).

Un scénario de croissance économique mondiale par région à l'horizon 2030

La construction de scénarios de croissance mondiale à long terme a été remise en cause par le démenti subi par les prévisions effectuées dans les années 1960 et 1970 qui envisageaient un rattrapage des niveaux de vie des pays industrialisés par les pays en développement en quelques décennies. Cependant, la construction de scénarios de croissance cohérents à horizon de plusieurs décennies reste indispensable pour l'étude des politiques climatiques, ne serait-ce qu'en raison de l'inertie du capital dans le secteur de l'énergie. Les modèles d'équilibre général calculables ou les modèles à anticipations rationnelles, se calent de facto sur des scénarios de long terme qu'il est préférable d'explicitier et de fonder sur une base plus maîtrisée.

Nous avons donc construit des scénarios régionaux avec un modèle de croissance exogène prenant en compte les différences de capital humain, ce qui permet d'expliquer les différences de croissance pendant la période de transition vers l'équilibre de long terme. Ce modèle, tiré de Mankiw, Romer et Weil (1992) est suffisamment simple pour contrôler les résultats de la projection de référence et de ses variantes. La prévision est effectuée suivant l'approche de Germain et Guichard (1998) qui suppose un pays de référence, ayant déjà atteint un équilibre de long terme à l'année de base. Nous avons fait une exception pour les pays pétroliers dont la croissance est déterminée par le prix réel du pétrole et la croissance du reste du monde.

Le scénario de référence retient les hypothèses 'moyennes' d'évolution des populations et de taux d'investissement en capital physique et humain de tous les pays, corrigées dans quelques cas particuliers, pour tenir compte des performances passées des pays - exceptionnelles ou médiocres - et du jugement qui peut être porté sur leur dynamisme futur. Il peut bien sûr être aisément modifié en fonction de conjectures différentes.

L' "image du monde" qui en résulte est celle d'une croissance du PIB mondial de 3 % sur la période 2000-2030, d'un déclin marqué de la croissance démographique et d'un progrès technique global qui prolonge les tendances des 30 dernières années. La diminution du poids des régions anciennement industrialisées dans le PIB mondial s'accélère et, comme au cours des trente années passées, ce recul s'effectue principalement au bénéfice des régions d'Asie.

Scénarios de contrainte d'émission à 2030 et évaluation à partir d'un modèle énergétique sectoriel

La première étape fut la production à partir du modèle POLES, d'un scénario énergétique de référence calé sur le scénario de croissance macroéconomique, puis la seconde celle de l'évaluation des coûts pour le secteur énergétique de trois schémas d'attribution des droits d'émission considérés.

Un des résultats clefs est que, dans tous les scénarios, les coûts marginaux des contraintes carbone et les taux d'efforts impliqués dans le secteur de l'énergie sont très différenciés, et très élevés pour les pays industrialisés lorsque aucun dispositif de flexibilité n'est mis en place ; de 450 à 1100\$/tC dans le scénario *Contraction et Convergence*, de 250 à 800\$/tC pour *Compromis Global* et de 105\$/t à 365\$/t pour le scénario *Soft Landing*. Ceci confirme l'intérêt de la mise en place de marchés de droit d'émission, qui conduit alors à l'égalisation des coûts marginaux à 106 \$/tC. Le prix du carbone est alors identique pour tous les scénarios, et son plus faible niveau traduit un programme de réduction économiquement beaucoup plus efficace que dans l'hypothèse sans marché. Les attributions initiales impliquent cependant des transferts de droits d'émission des pays peu contraints vers les pays fortement contraints, ce qui correspond évidemment à un transfert de richesse : on doit noter que *Contraction et Convergence* et *Compromis Global* représentent des transferts beaucoup plus massifs que le cas *Soft Landing* (1650 MtC et 1350 MtC contre 750 MtC).

Certes, on confirme que *Contraction et Convergence* est plus favorable aux pays en voie de développement alors que *Soft Landing* est plus avantageux pour les pays de l'Annexe B ; mais on note un certain nombre d'exceptions, notamment pour les pays de la CEI qui sont contraints dès aujourd'hui par la règle de

convergence et pour la Chine, que cette règle touche en la forçant à infléchir assez vite ses taux de croissance actuel des émissions.

Ces résultats font apparaître les difficultés qui pourraient surgir dans la mise en oeuvre de modes d'attribution de type *Contraction et Convergence* : ce principe est apparemment intéressant en termes d'équité internationale, mais les coûts qu'il imposerait à certains des acteurs-clé des négociations à venir - Etats-Unis, Russie, Chine - apparaissent très élevés et l'on peut douter alors que, dans la négociation, ce type de solution leur paraisse acceptable.

Évaluation des scénarios de droits d'émission dans une perspective d'équilibre général : utilisation du modèle IMACLIM

L'analyse de l'impact des effets d'équilibre général sur les scénarios économiques et énergétiques développés respectivement par le CEPII et l'IEPE s'est concentrée sur l'hypothèse d'introduction graduelle d'un signal-prix, jugée plus réaliste que celle de l'instauration immédiate de niveaux de taxe élevés. Trois types de simulations ont été menées : permis gratuits sans marché mondial de droits d'émission, permis aux enchères sans marché et permis gratuits avec marché.

Celles-ci ont confirmé la sensibilité des effets d'équilibre général aux hypothèses effectuées concernant les modalités d'attribution des permis. Dans l'ensemble en effet, les distributions gratuites conduisent à des hausses de prix de l'énergie supérieures à ceux de POLES en raison des mécanismes de propagation au sein de la matrice inter-industrielle, et à des pertes de PIB sensibles. On notera ici que, sauf exception, l'analyse en équilibre général conduit aux mêmes conclusions que l'analyse sectorielle concernant la hiérarchie des scénarios, et celle des pays les plus affectés par les contraintes carbonées.

En revanche, la prise en compte des opportunités fournies par le réaménagement des fiscalités pré-existantes change fortement le bilan économique net des scénarios via une baisse de ces fiscalités par l'utilisation du produit des enchères. Mais il importe de noter que, si ces marges de manoeuvre permettent de réduire les pertes de PIB à moins de 1% à 2030 pour toutes les régions dans le scénario *Global Compromise*, à moins de 0,5% pour *Soft Landing* (avec même une croissance du PIB pour certaines), le scénario *Contraction et Convergence* conduit toujours à des pertes de richesse significatives pour les USA, le Japon, la CEI et la Chine, ce qui confirme la difficulté de son adoption

Pour conclure sur une note plus méthodologique, nous noterons que l'interfaçage entre le modèle sectoriel-énergie POLES et le modèle IMACLIM apparaît particulièrement riche en enseignements et fertile en développements futurs. Les conditions d'un dialogue rigoureux entre modèle sectoriel, modèle de croissance et modèle d'équilibre général semblent désormais établies. Bien évidemment ce premier pas doit être complété, en particulier par la construction, sur les mêmes bases théoriques, d'un tableau entrées-sorties multi-sectoriel en amont de POLES et cohérent avec les scénarios à long terme du CEPII.