



## Marché international du carbone et double-dividende : antinomie ou synergie ?

Frédéric Gherzi\*, Jean-Charles Hourcade\*\*, Philippe Quirion\*

\*Chercheurs au CIRED,  
CNRS-UMR 8568, EHESS  
Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement

\*\*Directeur du CIRED

### Introduction : quelques éléments de contexte<sup>1</sup>

Pour réduire les atteintes à l'environnement, l'analyse économique invite à privilégier des écotaxes ou des permis d'émission vendus aux enchères, et à en utiliser les recettes pour réduire les taxes distorsives pré-existantes. Il y a controverse sur la capacité de telles politiques à annuler les coûts des politiques d'environnement (le "double-dividende fort" au sens de Goulder, 1995) et à déboucher sur un coût social négatif, mais consensus sur le fait qu'elles seraient, pour un objectif environnemental donné, moins coûteuses que des mesures ne levant pas de recettes publiques, comme des permis négociables distribués gratuitement, des instruments réglementaires des accords volontaires ou des subventions (le "double dividende faible" au sens de Goulder)<sup>2</sup>.

Force est de reconnaître cependant la persistance des divergences entre ces recommandations et la réalité des politiques environnementales. Une des raisons principales en est l'opposition des industries grosses consommatrices d'énergie (IGCE). C'est elle qui fit échouer la *Btu Tax* aux États-Unis sous la première administration Clinton et qui conduisit les pays ayant adopté des écotaxes (Suède, Danemark, Pays-Bas, Norvège, Finlande, Royaume-Uni) à en

---

<sup>1</sup> Les auteurs remercient deux referees anonymes dont les commentaires ont permis d'améliorer cet article. Philippe Quirion remercie en outre l'Institut français de l'énergie pour son soutien financier.

<sup>2</sup> Cf. IPCC (2001) pour une revue de ces travaux.

exempter au moins partiellement les secteurs considérés. Cette opposition est facile à comprendre car l'impact d'une taxe carbone sur les prix est fortement différenciée selon les secteurs d'activité considérés : négligeable pour la plupart d'entre eux (Giraud et Nadaï, 1994), elle frapperait durement des branches comme la sidérurgie, le ciment ou l'aluminium.

Le Protocole de Kyoto sur le changement climatique (décembre 1997) modifie les termes de ce débat. Cet accord entérine le fait qu'au sein des pays développés la coordination des réductions des émissions de gaz à effet de serre (GES) se fera par l'instauration de quotas quantitatifs et non de taxes harmonisées. Cependant, pour tenir compte de l'incertitude sur les coûts des engagements et les risques d'une répartition inefficace de la charge globale de la prévention, il prévoit la mise en place de systèmes de permis d'émission négociables (PEN)<sup>3</sup> qui s'échangeraient soit directement entre États, soit entre " entités légales " auxquelles les États auraient rétrocédé tout ou partie de leur dotation initiale. Les États restent certes libres du choix de leurs instruments internes de politiques (permis domestiques<sup>4</sup>, taxe-carbone, autres mesures fiscales et réglementaires) mais l'existence de permis internationaux a deux effets contradictoires :

- d'un côté elle peut faciliter la levée d'une taxe-carbone. En effet, elle permet d'associer les IGCE à l'effort commun via un accès aux marchés internationaux de carbone, au lieu de les exempter, ce qui poserait des problèmes d'équité entre acteurs. L'argument des distorsions de concurrence disparaîtrait alors, au moins en première analyse, puisque les coûts marginaux de la contrainte carbone seraient égalisés pour ces industries. C'est pourquoi de nombreux pays de l'OCDE (Sonneborn, 1999) ainsi que la Commission européenne (2000) étudient de telles combinaisons. En France, il était prévu que la future taxe sur les consommations d'énergie des entreprises évolue partiellement vers un système de permis négociables (MIES, 2000, pp. 111-12).
- de l'autre il y aura une pression naturelle pour que les taxes carbone ne dépassent pas le prix des permis internationaux. Si ceux-ci sont trop bas

<sup>3</sup> A côté des autres mécanismes de flexibilité que constituent l'" application conjointe ", le " mécanisme de développement propre " et la création de " bulles " au sein desquelles des pays peuvent se grouper pour renégocier entre eux leurs allocations initiales (à l'instar de l'Union Européenne).

<sup>4</sup> On qualifie de "domestiques" les permis mis en œuvre au niveau d'un État ou de la Communauté européenne, pour les distinguer des permis internationaux créés par le Protocole de Kyoto.

en raison des quotas excédentaires en Russie et Ukraine, de la décision des États-Unis de ne pas ratifier Kyoto et du large accès au carbone séquestré par la végétation autorisé par l'accord politique de Bonn adopté en juillet 2001, on aurait une érosion de la base du double-dividende (Grubb et al., 2001). Certains craignent même une pression au démantèlement des fiscalités existantes sur l'énergie, qui constituent des taxes carbone implicites. Les PEN décourageraient alors l'innovation et accroîtraient les émissions à long terme (Ha-Duong et al., 1999)<sup>5</sup>.

Le propos de cet article est de vérifier dans quelle mesure il y a antinomie entre marché international du carbone et transfert de la charge fiscale de l'emploi vers les émissions de GES, en tenant compte de « l'économie politique » de la discussion, c'est-à-dire des éléments d'acceptabilité et de crédibilité de telle ou telle configuration.

Nous montrons en particulier que les scénarios qui combinent une taxe sur le carbone appliquée à l'ensemble de l'économie sauf aux industries grosses consommatrices d'énergie, et un accès au marché international du carbone pour ces dernières, est à même de conserver l'essentiel du "double dividende fort" que l'on obtiendrait avec une taxe générale sur le carbone. Cette conclusion est cohérente avec la littérature théorique récente.

Après avoir précisé les degrés de liberté qui s'offrent à un État pour mettre en place une taxe ou des permis négociables domestiques de gaz à effet de serre (1), nous évaluons, à l'aide du modèle d'équilibre général appliqué IMACLIM, le domaine de validité d'un double-dividende en France (2). Nous comparons alors différents scénarios de recours aux taxes et aux permis négociables, domestiques et internationaux (3).

---

<sup>5</sup> Ce problème était à l'origine de la querelle de la complémentarité entre les États-Unis et l'Union Européenne, qui insistait sur le fait que les PEN doivent être des compléments et non des substituts aux instruments domestiques.

## I Trois degrés de liberté pour la définition d'une taxe ou de permis négociables domestiques de gaz à effet de serre

Parmi les multiples degrés de liberté qui s'offrent aux autorités publiques pour concevoir une taxe ou un système de permis négociables domestiques de gaz à effet de serre, trois apparaissent particulièrement importants (Quirion, 2000).

### I.1 Le niveau d'application au sein des filières énergétiques

La majeure partie des émissions de gaz à effet de serre est constituée par le dioxyde de carbone, qui provient essentiellement de la combustion d'énergies fossiles : pétrole et ses dérivés, charbon, gaz naturel. Or, il est facile de calculer de manière précise le niveau des émissions à partir de celui des consommations, car au minimum 98 % du carbone présent dans ces combustibles est rejeté dans l'atmosphère sous forme de CO<sub>2</sub> après combustion. Pour les sources énergétiques, le choix s'offre donc entre une limitation des émissions :

- *en amont*, en allouant les permis – ou en instaurant une taxe – au niveau de tous ceux qui font entrer du carbone dans l'économie (producteurs et importateurs d'énergie fossile). Ces agents seront ainsi incités à réduire leurs propres émissions, mais surtout répercuteront le coût des permis dans le prix des produits énergétiques, incitant les consommateurs à réduire aux-mêmes leurs émissions ;
- *en aval*, au niveau des émetteurs directs de CO<sub>2</sub>, c'est-à-dire des consommateurs d'énergie fossile : producteurs d'électricité, industrie (hauts-fourneaux, chaudières, cimenteries...). A moins de faire exploser les coûts administratifs, il est difficile de contrôler de cette manière les sources diffuses (ménages, PME, PMI...), que ce soit par une taxe ou par des permis.

## I.2 L'attribution initiale des droits

On peut distinguer deux méthodes polaires d'attribution des droits, qui s'incarnent sous forme de règle d'allocation des permis ou de type d'abattement de taxe :

- un système de permis mis aux enchères, ou à une taxe sur chaque unité de gaz à effet de serre émise correspond à une attribution initiale des droits à la collectivité ;
- avec une attribution initiale des droits basée sur les émissions passées (*grandfathering*), une firme reçoit gratuitement d'autant plus de permis que ses émissions étaient élevées pendant la période de référence (les cinq dernières années par exemple). C'est la règle de base retenue pour les permis de dioxyde de soufre aux États-Unis. Un instrument-prix équivalent consiste à appliquer une taxe sur les émissions des entreprises au-delà d'un certain niveau de référence, calculé selon un pourcentage des émissions passées. En France, le projet d'extension de la taxe générale sur les activités polluantes aux consommations intermédiaires d'énergie, censuré par le conseil constitutionnel en décembre 2000, se basait sur ce principe. Pour que la symétrie avec un système de permis gratuits soit complète, il faut attribuer une subvention pour les réductions d'émissions au-delà du niveau de référence (Pezzey, 1992).

Il est bien sûr possible de combiner ces deux règles d'attribution, en distribuant une partie des permis en *grandfathering* et en vendant le reste aux enchères (Bovenberg et Goulder, 2000), ou en fixant les abattements de taxe à un niveau plus ou moins élevé (Quirion, 2001).

## I.3 L'accès des entités privées au marché international des permis

Les PEN éventuellement émis par un État et exigés de tout ou partie de ses agents seront dits "domestiques". Ils auront forcément un statut juridique différent de celui des permis internationaux créés par le Protocole, puisque les premiers pourront être détenus par des entités privées, contrairement aux seconds (Lepage, 1998). Cet État restera parfaitement libre d'autoriser, ou non, ses firmes à échanger des permis d'émissions avec des entreprises d'autres nationalités. Il convient de souligner ce point car la plupart des programmes à

l'étude posent comme une évidence l'accès des entités privées au marché international.

De même, il est tout à fait possible d'articuler un système de taxe avec abattement, tel que décrit plus haut, avec les permis internationaux du Protocole de Kyoto. Pour cela, il suffit d'accorder un abattement supplémentaire à une firme qui achèterait des permis d'émissions à l'étranger, et de réduire l'abattement accordé à une firme qui vendrait des permis à des entités étrangères.

Les scénarios présentés et testés dans la troisième partie de cet article sont construits selon une combinatoire de ces trois degrés de liberté. Pour comparer leur impact macroéconomique, il est utile de présenter au préalable l'ordre de grandeur du second dividende d'une taxe carbone générale levée indépendamment de tout échange de PEN internationaux, et sa sensibilité à diverses hypothèses économiques et technologiques.

## **II Évaluation du domaine de validité d'un double-dividende « fort » en France**

### **II.1 Résultats d'un raisonnement par variantes**

Nous résumons ici les résultats tirés d'une analyse de statique comparative en équilibre général à partir du modèle IMACLIM. Ces résultats, développés dans Hourcade et Ghersi (2000), permettent de cerner l'évolution du double-dividende économique en fonction d'une taxe-carbone allant ici de 200 à 2500 FF/tC, et de jeux d'hypothèses sur le changement technique. IMACLIM est un modèle d'équilibre général calculable conçu pour répondre à trois objectifs :

- intégrer les résultats de la discussion théorique autour du double dividende indépendamment des débats sur la technologie, ce qui invite à représenter diverses formes d'imperfections de l'économie, qui conduisent à un équilibre de sous-emploi ;
- tenir compte des controverses sur l'adaptation des technologies et des choix de consommation aux nouveaux prix relatifs. En cas d'hypothèse optimiste sur l'élasticité de la « décarbonisation » induite par des taxes carbone, il y en effet à la fois baisse des coûts microéconomiques de réduction des émissions et érosion de la base fiscale sur laquelle s'alimente le double dividende. L'intérêt d'IMACLIM est de ne pas

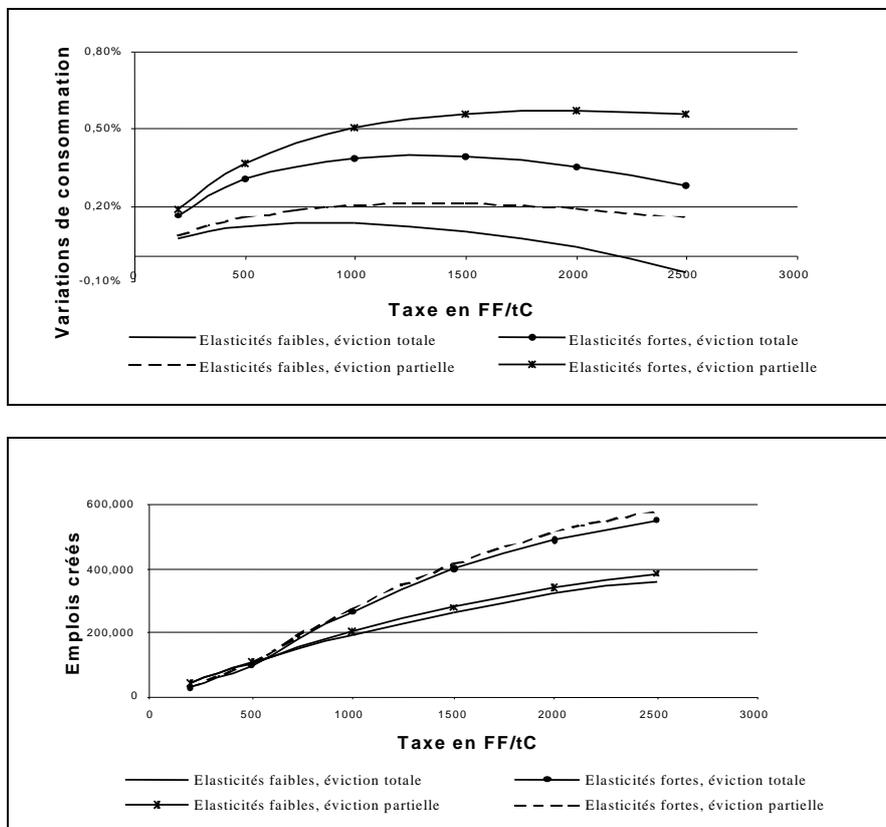
postuler une constance des élasticités-prix sur tout l'espace analysé et de tenir compte des effets de saturation des gains technologiques tels qu'ils apparaissent dans les modèles technico-économiques. Il est utile ici de souligner que nous ne prétendons pas à une quelconque précision en la matière ; nos résultats valent donc surtout par la comparaison qu'ils permettent entre des élasticités « faibles » et « fortes » de décarbonisation ;

- représenter différentes appréciations de l'effet d'éviction entre progrès technique induit économisant le carbone et progrès technique "général" (Goulder et Schneider, 1999). En cas d'hypothèse pessimiste, tout effort d'investissement en économie de carbone se paie mécaniquement d'une baisse du progrès technique induit par les autres investissements ; sous hypothèse optimiste, on considère, à seule fin d'illustration, que 50% de cet effet est compensé par les externalités technologiques induites.

Comme la plupart des modèles d'équilibre général calculables, IMACLIM intègre la compétitivité-prix par le biais d'une équation d'Armington (1969) : les produits domestiques et étrangers sont des substituts imparfaits, formellement combinés selon une fonction CES. L'élasticité-prix retenue pour les importations est de -0.6, ce qui est cohérent avec les estimations économétriques de l'équation d'Armington, comme celles de Blonigen et Wilson (1999) ou Shiells et Reinert (1993).

La figure n°1 permet de constater que :

- si les niveaux obtenus pour la consommation des ménages ne sont que faiblement positifs (+0,75% au maximum), il demeure que les écotaxes recyclées dans une baisse du coût du travail seraient à même de transformer en un gain net le coût brut des politiques environnementales, et ce jusqu'à des niveaux élevés de taxe dans les quatre cas considérés ;
- le gain net en consommation culmine pour des montants de taxe compris entre 900 et 1900 FF/tC selon les scénarios, puis diminue, tandis que sur l'ensemble de l'intervalle testé les créations d'emploi progressent durablement. Ce décalage s'explique par le fait que l'évolution de l'emploi dépend du niveau de la consommation elle-même d'une part, mais aussi des substitutions entre facteurs dans la production d'autre part ; ainsi l'effet négatif de la dégradation de la consommation est contré pour un temps par l'effet des substitutions.



**Figure 1** *Impact d'une taxe carbone recyclée sur la consommation des ménages (hors énergie) et l'emploi*

Ces résultats généraux sont dans l'ordre de grandeur des résultats obtenus par les évaluations du même type effectuées sur les pays européens (IPCC, 2001) et fourniront un point de comparaison. Un ensemble de tests de sensibilité que nous ne reproduisons pas ici permet de fournir des indications complémentaires.

- Tout d'abord, l'effet de relance par la consommation induit par la hausse de l'emploi est principalement limité par l'augmentation des dépenses d'énergie des ménages : à partir d'un certain niveau de taxe, l'élasticité-prix diminuant, la baisse de la demande d'énergie des ménages n'est plus assez forte pour compenser l'augmentation de son prix, de sorte que leur consommation hors énergie finit par décroître ;
- ensuite, l'évolution des prix de l'agrégat composite (équivalent à un indice général des prix hors énergie) est en fait la résultante de plusieurs effets contradictoires :

- l'effet inflationniste direct de la taxe sur la consommation intermédiaire d'énergie, qui retombe effectivement en partie sur les coûts de production ; cet effet dépend de l'élasticité-prix de la décarbonisation ;
- l'effet désinflationniste du recyclage du produit de cette taxe vers une baisse du coût du travail : parce que la taxe-carbone est une taxe implicite sur l'ensemble des revenus des ménages et non sur les seuls revenus salariaux, on aboutit par son recyclage à une baisse de la pression fiscale pesant sur la production. En fait, comme le montre la figure n°2, on ne trouve jamais de double-dividende “ fort ” lorsque l'écotaxe porte sur les seules entreprises, même en cas de recyclage total par baisse des charges sociales ;
- l'effet inflationniste de l'augmentation des salaires nets au fur et à mesure de la réduction du chômage ;
- l'impact de l'effet d'éviction sur le progrès technique. Certes, lorsque la production des biens composites augmente il y a induction d'une croissance de la productivité globale, par un mécanisme de croissance endogène à la Kaldor. Mais ce mécanisme est quantitativement bien moins déterminant que l'effet d'éviction entre progrès technique économe en carbone et progrès non biaisé, entraîné par la modification des prix relatifs.

Concernant le progrès technique économiseur d'énergie, il apparaît que l'hypothèse d'une pénétration rapide est unanimement plus favorable que celle d'une pénétration lente<sup>6</sup>. Dans l'hypothèse d'une pénétration lente, une base fiscale moins évanescence permet certes des réductions de charges sociales très supérieures et croissantes sur l'intervalle de taxes testé, donc un étalement sensible des gains en emploi et une limitation de la hausse des prix, mais au sens inverse, la facture énergétique des ménages augmente beaucoup plus, ce qui grève considérablement l'effet relance.

---

<sup>6</sup> On retrouve ainsi les résultats de Lemiale et Zagamé (1998).

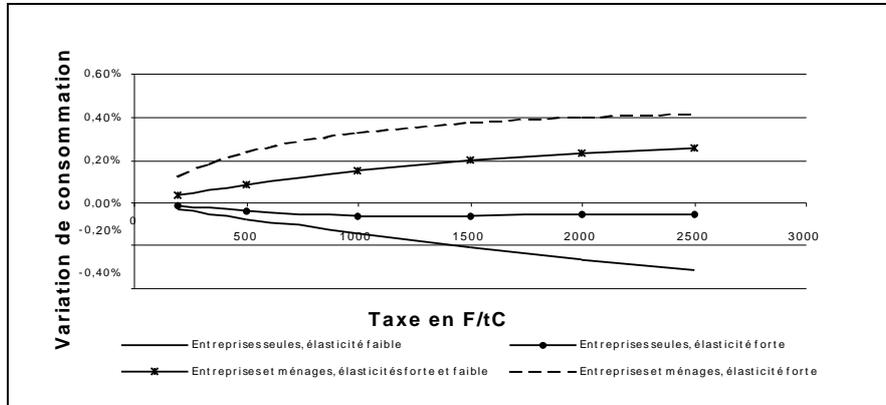


Figure 2. *Impacts de l'assiette sur la consommation des ménages (hors énergie)*

- En définitive, le double dividende au sens fort est robuste lorsque la taxe touche à la fois les ménages et les entreprises, mais toujours quantitativement modéré si on le mesure par la consommation des ménages. L'emploi augmente davantage car la substitution d'une taxe sur l'énergie à une taxe sur le travail entraîne une augmentation de l'embauche par le secteur productif à niveau d'activité constant (combinaison de choix techniques différents, mais aussi évolution structurelle vers les branches plus intensives en travail).

L'ordre de grandeur des résultats peut paraître rassurant ou décevant selon ce que l'on attend des écofiscalités. Il est rassurant en ce sens que l'idée d'un double-dividende apparaît robuste à plusieurs tests paramétriques pour peu que l'on veille à l'effectivité du recyclage du produit de la taxe. Il est décevant en ce sens que les impacts sur l'emploi, certes significatifs, ne sont pas décisifs. Une façon classique de déboucher sur des résultats supérieurs en la matière consiste à étudier une baisse prioritaire des charges sur les bas salaires, comme l'a fait le modèle QUEST de la Commission européenne (1994), ou comme le suggèrent les conclusions de Piketty (1997).

## II.2 Des résultats en phase avec les travaux théoriques récents

Les simulations que nous venons de présenter montrent que l'hypothèse du double-dividende fort se vérifie, pour peu que la taxe carbone ne porte pas seulement sur les entreprises. Un tel résultat positif peut surprendre pour qui a en mémoire les résultats pessimistes des modèles théoriques utilisés au début des années 1990 pour tester l'hypothèse du double dividende, synthétisés par

Goulder (1995). Ils sont en fait cohérents avec les contributions récentes au débat, qui relâchent certaines hypothèses de ces premiers travaux.

Plusieurs types de recyclage des revenus des écotaxes ou enchères de PEN peuvent être envisagés. Dès le début des années 1990, la priorité a été donnée, à la suite de Pearce (1991), à la baisse des prélèvements sur le travail. Celle-ci pouvait permettre, en baissant les coûts salariaux dans une situation de sous-emploi, une hausse de l'embauche, de la consommation des ménages et de la production. Cette intuition fut contrée par Bovenberg et de Mooij (1994) ou Goulder (1995), qui firent observer que ce cercle vertueux peut être contrebalancé par le mécanisme suivant : (i) les écotaxes retombent en dernière instance sur les facteurs primaires de production, et reviennent donc à substituer des taxes implicites sur le travail et le capital à des taxes explicites ; (ii) elles induisent au passage des distorsions des prix relatifs sur le marché des biens finaux ; (iii) les travailleurs subissent une baisse de pouvoir d'achat de leur salaire net et arbitrent pour le loisir, d'où un recul de l'emploi.

Au total, ce mécanisme négatif et contre-intuitif suffirait à bloquer l'apparition d'un double-dividende au sens fort dans le cas général et sa discussion a eu pour intérêt de mettre en évidence, en creux, certains déterminants clefs permettant soit d'en atténuer la portée, soit de retrouver un double-dividende fort, lorsque tout ou partie des éléments suivants sont réunis<sup>7</sup> :

- Lorsque les écotaxes ne retombent pas seulement sur le secteur productif, mais aussi en partie sur les inactifs. Elles compensent alors la distorsion pré-existante en incitant à une plus grande utilisation des facteurs de production (Koskela et Schöb, 1999) ;
- quand elles permettent de rééquilibrer la charge fiscale au sein du secteur productif, en allégeant les taxes qui pèsent sur les facteurs les plus taxés. Par exemple, dans un pays comme la France où le travail est probablement surtaxé par rapport à une situation "à la Ramsey", la réforme fiscale permet de rééquilibrer la taxation du capital et du travail. Autre exemple, puisque le secteur informel est par définition le moins taxé, il suffit, dans un modèle d'équilibre général, d'introduire un secteur informel pour inverser les résultats pessimistes sur le double-dividende, puisque la diminution des prélèvements salariés induit une baisse du travail « au noir » ;

---

<sup>7</sup> Chiroleu-Assouline (2000) développe davantage ces mécanismes.

- lorsqu'on a des rigidités réelles sur le marché du travail (salaire d'efficience, négociations salariales), qui induisent une sous-utilisation du travail par rapport aux autres facteurs de production, et invitent donc à taxer relativement peu le travail, par rapport à une situation « à la Ramsey » (Schneider, 1997) ;
- lorsque la concurrence est imparfaite sur les marchés des biens, car la réforme fiscale permet alors de déplacer une partie de la charge fiscale des revenus d'activités vers les rentes d'oligopole (Koskela et Schöb, 1999 ; Renström et Marsiliani, 1997) ;
- lorsqu'on prend en compte l'incertitude pesant sur le chiffre d'affaires. L'énergie est en effet un facteur de production plus flexible que le travail du point de vue de l'entrepreneur (en raison du droit du travail mais aussi de la valeur spécifique des compétences des travailleurs expérimentés). Or, la fiscalité du travail exacerbe les effets « négatifs » de la rigidité de l'emploi puisqu'en période de baisse du cycle des affaires, une taxe sur le travail est une taxe implicite sur les sureffectifs ; à recette budgétaire moyenne inchangée, la substitution entre les deux taxes revient à remplacer un impôt contra-cyclique (avec taxe implicite sur les sureffectifs) par un impôt corrélé au cycle des affaires (Hélioui, 1997) ;
- en cas de rigidités nominales sur le marché du travail, la réforme fiscale reporte une partie de la demande vers les secteurs moins intensifs en énergie et plus intensifs en emploi, ce qui réduit le chômage (Carraro et Soubeyran, 1996) ;
- lorsque la baisse de la production et des importations de combustibles fossiles réduit la rente des producteurs (Yu, 2001) ;
- enfin, quand les écotaxes augmentent le prix relatif de certains biens sous-taxés dans le système fiscal pré-existant, ce qui semble le cas aux États-Unis (Parry et Bento, 2000).

Les résultats d'IMACLIM sont essentiellement dus au fait que le modèle intègre les quatre premiers paramètres listés ci-dessus.

### III Permis internationalement négociables et écotaxes : comment maintenir le double-dividende

#### III.1 Scénarios de référence

Le scénario tendanciel retenu est celui établi par la Mission interministérielle de l'effet de serre (2000) pour le Programme national de lutte contre le changement climatique. Il prévoit une hausse des émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) de 19 % entre 1990 et 2010, soit un passage de 103,4 à 122,8 MtC<sup>8</sup>. A peu de choses près, cette projection correspond au scénario « État industriel » du Commissariat Général du Plan (1998), qui estimait à 14 % la hausse des émissions en 2010 par rapport à 1990.

Nous avons décidé de nous limiter au seul CO<sub>2</sub> et de tester différents scénarios permettant à la France de retrouver son niveau de 1990, soit une baisse de 15,8 % de ses émissions par rapport au scénario de référence. Signalons que le Protocole de Kyoto ne prend pas en compte le seul CO<sub>2</sub> mais aussi cinq autres gaz, dont les réductions sont souvent moins coûteuses. De ce fait, nos estimations surestiment légèrement les coûts, mais il n'existe pas aujourd'hui d'estimation des courbes de coût de réduction des autres gaz pour la France.

Par rapport à Hourcade et Gherzi (2000), nous nous restreindrons à une hypothèse médiane concernant l'élasticité-prix de la décarbonisation, pour éviter qu'une multiplication de variantes ne vienne obscurcir l'argumentation générale.

Enfin, les deux hypothèses retenues pour le prix des permis internationaux sont de 305 et 665 francs par tonne de carbone. Ces chiffres correspondent à la moyenne des résultats des modèles énergétiques mondiaux retenus dans la comparaison de l'*Energy Modelling Forum* de l'Université de Stanford (Weyant et Hill, 1999). Le premier chiffre correspond à l'hypothèse d'un commerce mondial des permis, le second à un commerce limité à l'annexe B du Protocole de Kyoto, c'est-à-dire aux pays développés, y compris l'ex-URSS<sup>9</sup>.

---

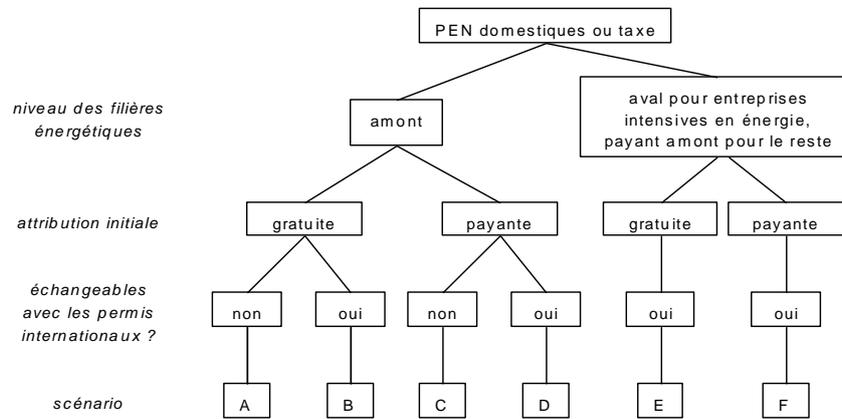
<sup>8</sup> Avec correction climatique pour 1990 et en excluant les émissions des transports internationaux, non couvertes par le Protocole de Kyoto.

<sup>9</sup> La conversion des dollars 1990 en francs 1997 a été réalisée à l'aide des parités de pouvoir d'achat de l'OCDE et de l'indice des prix à la consommation de l'INSEE.

Ces modèles sont aujourd'hui reconnus comme représentatifs de l'état de l'art en ce domaine (IPCC, 2001), même si leurs résultats sont bien entendu caractérisés par de larges incertitudes. Signalons en particulier deux risques de biais, qui jouent dans des sens opposés. D'un côté, ces estimations surestiment les coûts en ne prenant pas en compte les possibilités de réduction d'autres gaz que le CO<sub>2</sub>, ni les crédits qui seront accordés au titre de la séquestration du carbone dans la biomasse. Le sommet de Bonn de juillet 2001 ayant autorisé une prise en compte généreuse de la séquestration et les États-Unis, principal acheteur de permis dans ces simulations, ayant annoncé qu'ils ne ratifieraient pas Kyoto, le chiffre de 305 F apparaît aujourd'hui beaucoup plus réaliste que celui de 665 F.

### **III.2 Les six variantes testées**

La combinaison des degrés de liberté présentés dans la première partie permet d'envisager un grand nombre de scénarios, d'autant que rien n'oblige à traiter les différentes sources d'émission de la même manière. Les configurations retenues ne constituent donc qu'une sélection des combinaisons possibles (figure 3). Rappelons que dans un modèle déterministe comme Imaclim, des permis vendus aux enchères équivalent à une taxe, et des permis gratuits à une combinaison d'une taxe et d'une subvention (cf. partie 1). Seule l'introduction d'une incertitude sur les coûts de réduction des émissions amènerait à différencier les instruments de régulation par les prix des instruments de régulation par les quantités (Weitzman, 1974). Pour ne pas surcharger le texte, nous ne rappellerons pas systématiquement cette équivalence dans la suite de l'article.



**Figure 3. Définition des scénarios testés**

- *variante A* : instauration de permis en amont distribués en *grandfathering*, non échangeables internationalement. La quantité de permis est égale à l'objectif de Kyoto ;
- *variante B* : même variante assortie d'une possibilité d'accès aux permis internationaux. Le prix intérieur des permis s'établit donc au niveau du prix international et les émissions françaises au-delà du quota font l'objet d'une importation de permis. La comparaison entre les configurations A et B permet de mesurer l'effet pur de la flexibilité internationale ;
- *variante C* : adoption d'une taxe-carbone au niveau adéquat pour le respect du quota de Kyoto. Ses revenus sont recyclés par une baisse des prélèvements obligatoires sur le travail salarié. Comparée à la configuration A, cette variante permet de cerner l'ampleur du deuxième dividende faible. En valeur absolue, elle donne l'ampleur du double dividende fort ;
- *variante D* : instauration de permis en amont vendus aux enchères, échangeables internationalement. Le prix intérieur des permis s'établit donc là encore au niveau du prix international ;
- *variante E* : les entreprises intensives en énergie (36% des émissions des entreprises, transport de marchandises inclus) bénéficient de permis gratuits en aval, avec accès au marché international. Les autres activités de production, ainsi que les ménages, sont soumis à une taxe-carbone d'un taux nécessaire au respect de leur part du quota ;

- *variante F* : même variante, mais les permis en aval sont vendus aux enchères et le produit de leur vente recyclé comme dans la variante C.

Dans la suite de cet article, nous procédons par la comparaison systématique de ces six configurations, en centrant leur appréciation sur trois indicateurs : la consommation des ménages (hors énergie), l'emploi et la balance commerciale.

### **III.3 Variantes A et B : quand l'importation de permis ne suffit pas à annuler le coût macro-économique des politiques climatiques**

Le tableau n°1 fait apparaître pour ces deux configurations des résultats systématiquement négatifs, confirmant ici les conclusions de l'analyse théorique. Sans recours aux mécanismes de flexibilité (variante A), le prix des permis domestiques s'établit à 799 F/tC. La consommation des ménages baisse (hors énergie) de 0,16% par rapport au scénario de base et s'accompagne d'une hausse significative du chômage (120 000 emplois perdus). Le mécanisme qui préside à ce résultat est mis en évidence par quelques indicateurs : en absence de recyclage de la "rente de rareté" par baisse du coût du travail, le prix du bien composite augmente ; la baisse d'activité générale qui en résulte est renforcée par le recul du secteur énergétique et par l'augmentation de la facture énergétique des ménages (+4,5%), qui entraîne, à revenu constant, une moindre consommation de bien composite. Le seul indicateur positif est la légère amélioration de la balance commerciale (+0,4%), due au fait que le recul des exportations (conséquence directe de la hausse des prix) est plus que compensé par la réduction des importations d'hydrocarbures.

Ces effets sont certes atténués lorsqu'on achète des permis internationaux (variante B) : avec un coût marginal d'abattement de 305 ou 665 F/tC, la consommation des ménages hors énergie est presque stabilisée (+0,04 ou -0,08%), même si le recul de l'emploi reste sensible (55 000 ou 104 000 emplois perdus), là encore du fait d'une baisse générale d'activité due à la hausse des prix de production. En revanche, les résultats sont moins positifs sur le solde extérieur : si une moindre hausse des prix modère la baisse des exportations de marchandises, cela ne suffit pas à compenser l'importation de PEN à hauteur de 1,3 ou 2,6 milliards de francs.

### III.4 Variantes C et D : des potentiels significatifs de double-dividende

Le tableau n° 2 confirme (variante C) l'existence d'un potentiel de double-dividende fort des politiques climatiques en cas d'utilisation de l'outil fiscal. L'augmentation de la consommation des ménages s'élève à 0,39 % et les créations d'emploi à 218 000. La taxe-carbone nécessaire pour un tel résultat est notablement supérieure au coût marginal d'abattement de la configuration A (1023 FF/tC contre 799). Cela s'explique par un niveau d'activité supérieur, et le fait que l'on entre, dans le modèle IMACLIM, dans une zone où les coûts techniques de réduction des émissions sont fortement croissants.

Techniquement, la principale cause de l'obtention d'un deuxième dividende significatif (une hausse de la consommation hors énergie de 0,55 points par rapport à la variante A) est la baisse du prix du bien composite déclenchée par l'allègement de la charge fiscale pesant sur la production. Cette baisse permet une meilleure compétitivité à l'exportation, sauf pour les IGCE, mais surtout une hausse de la demande finale des ménages à revenu monétaire constant. Le résultat est encore meilleur pour l'emploi, puisqu'à volume d'activité égal, les entreprises optent pour des “ technologies ” plus intensives en travail<sup>10</sup> et, à niveau de revenu nominal donné, les ménages voient leur pouvoir d'achat réel augmenter.

La variante D présente un résultat fort logique de deuxième dividende plus modéré, puisque le prix domestique des permis s'aligne sur le prix international. Le point important par rapport à la variante précédente est que l'amélioration du solde extérieur fait place à une stabilisation, en raison d'une moindre réduction des importations d'énergie fossile et d'une hausse des importations de permis d'émission (1,6 ou 2,7 milliards de francs).

---

<sup>10</sup> A ce niveau d'agrégation, ainsi que nous l'avons évoqué précédemment, ce déplacement capte à la fois des choix techniques plus intensifs en travail mais aussi des transformations dans la structure interne du “ bien composite ” (agrégat macro-économique) avec baisse de la part relative des biens intensifs en carbone.

	A	B	
Prix international des PEN (F/tC)		665,00	305,00
Prix national des PEN/taux de taxe (F/tC)	798,81		
Indice de prix à la production	0,33%	0,26%	0,08%
Facture énergétique des ménages	4,45%	3,16%	0,55%
Consommation finale des ménages, hors énergie	-0,16%	-0,08%	0,04%
Importation de PEN, MF	0	-1 328	-2 626
Évolution du solde extérieur (*)	0,40%	0,33%	0,14%
Emplois créés	-120 456	-104 094	-55 194

**Tableau 1 Variantes A et B : permis distribués en amont en grandfathering**  
 En pourcentage par rapport au compte de référence, sauf (\*) pourcentage du PIB de référence.

	C	D	
Prix international des PEN		665,00	305,00
Prix national des PEN/taux de taxe	1023,00	-0,95%	-0,41%
Indice de prix à la production	-0,65%	-0,95%	-0,41%
Facture énergétique des ménages	4,47%	2,20%	0,14%
Consommation finale des ménages, hors énergie	0,39%	0,16%	0,11%
Importation de PEN, MF		-1 578	-2 681
Évolution du solde extérieur (*)	0,05%	0,17%	0,07%
Emplois créés	217 862	14 879	-3 952

**Tableau 2 Variantes C et D : permis en amont aux enchères ou taxe générale**  
 En pourcentage par rapport au compte de référence, sauf (\*) pourcentage du PIB de référence

### III.5 Variantes E et F : deuxième dividende et rétrécissement de la base fiscale

Les résultats de la variante E, au premier abord contre-intuitifs, confirment en fait les leçons de l'analyse théorique sur les déterminants du deuxième dividende. En effet, malgré un rétrécissement de 36% de la base fiscale théorique, ils font apparaître une augmentation de la consommation des ménages de même ordre de grandeur que dans la variante C. Certes, on constate une baisse significative de l'impact sur l'emploi, mais celui-ci reste très favorable : 149 000 ou 173 000 emplois créés (selon le prix des PEN) contre 218 000.

Ces résultats s'expliquent en comparant de façon systématique les différents résultats des scénarios C et E. Le problème central est de comprendre pourquoi un rétrécissement de l'assiette sur laquelle est prélevée la taxe-carbone ne se traduit pas par une baisse proportionnelle du double-dividende et de l'emploi.

Ce rétrécissement entraîne bien, *coeteris paribus*, une moindre baisse des prélèvements obligatoires sur le travail, d'où une moindre augmentation de l'intensité en travail de la production. C'est encore plus vrai concernant les industries intensives en carbone : la hausse des prix relatifs de l'énergie par rapport au travail qu'elles subissent est modérée par l'accès à un prix international du carbone nettement inférieur à celui qu'induit la taxe nationale.

Cependant ce mécanisme est en grande partie compensé par le fait que la baisse des prix de production du bien composite reste du même ordre de grandeur dans les deux scénarios (0,56 ou 0,71% contre 0,65). En effet, le scénario E amène, par rapport au C, un transfert de pression fiscale des entreprises (en l'occurrence celles intensives en énergie) vers les ménages. Du coup, les revenus non salariaux des ménages (dont les transferts et les rentes d'oligopole qui proviennent de la concurrence imparfaite sur le marché des biens) sont davantage taxés, ce qui réduit la pression fiscale sur les revenus salariaux. Aussi, l'incitation à l'activité croît, d'où un maintien de l'essentiel du double dividende. Cet effet contrebalance la moins bonne allocation des réductions d'émission au sein de l'économie, due à la différence de coût marginal de réduction entre les industries intensives en énergie et les autres.

En d'autres termes, on retrouve bien ici, au niveau empirique, le résultat théorique selon lequel le coût économique d'une réforme fiscale environnementale est d'autant plus faible, et l'effet sur l'emploi d'autant plus favorable, que la nouvelle taxe porte sur les revenus non salariaux. C'est en

effet de cette manière qu'on peut interpréter un passage du scénario C au scénario E. La synthèse des travaux théoriques réalisée par Chiroleu-Assouline et Lemiale (2001) indique que ce résultat semble robuste à la spécification retenue pour le marché du travail (négociations salariales ou salaire d'efficience, avec différents modes de détermination des allocations chômage).

Cette analyse est confirmée par le scénario F, qui combine en quelque sorte les points forts des scénarios C (collectiviser la rente de rareté même dans les industries intensives en énergie) et E (transférer une part des efforts de réduction des entreprises vers les ménages). Ceci explique qu'on obtienne des résultats légèrement plus élevés, en terme d'emploi et de consommation du bien composite, que dans le scénario C, en tout cas dans le cas où le prix international des permis s'établit à 665 F/tC.

	E		F	
<b>Prix international des PEN</b>	<b>665,00</b>	<b>305,00</b>	<b>665,00</b>	<b>305,00</b>
<b>Prix national des PEN/taux de taxe</b>	<b>884,99</b>	<b>1004,08</b>	<b>971,67</b>	<b>964,56</b>
<b>Indice de prix à la production</b>	<b>-0,56%</b>	<b>-0,71%</b>	<b>-0,85%</b>	<b>-0,81%</b>
<b>Facture énergétique des ménages</b>	<b>4,08%</b>	<b>4,46%</b>	<b>4,63%</b>	<b>4,10%</b>
<b>Consommation finale des ménages, hors énergie</b>	<b>0,38%</b>	<b>0,38%</b>	<b>0,55%</b>	<b>0,44%</b>
<b>Importation de PEN, MF</b>	<b>-1 022,94</b>	<b>-469,17</b>	<b>-580,97</b>	<b>-606,58</b>
<b>Évolution du solde extérieur (*)</b>	<b>0,05</b>	<b>0,03</b>	<b>-0,01%</b>	<b>0,00</b>
<b>Emplois créés</b>	<b>149 321</b>	<b>172 969</b>	<b>236 363</b>	<b>198 347</b>

**Tableau 3 Variantes E et F : permis en aval échangeables internationalement**

*En pourcentage par rapport au compte de référence, sauf (\*) pourcentage du PIB de référence*

## Conclusion

Les résultats qui précèdent tendent à démontrer que l'usage de permis d'émission négociables internationaux, loin d'être contradictoire avec la perspective d'un double-dividende de réformes fiscales écologiques, pourrait le faciliter en réduisant l'obstacle que constituent les risques de distorsion de concurrence pour les industries intensives en carbone. Le point central de

l'argument est que la réduction de la base fiscale par retrait des industries grosses consommatrices d'énergie (IGCE) ne supprime qu'une petite partie du second dividende théorique d'une taxe carbone générale.

Ceci ne signifie pas que le marché international du carbone suffise à régler les problèmes de distorsion de concurrence. Il convient en effet de tenir compte tenu des singularités des systèmes fiscaux préexistants, mais surtout de l'impact des règles de rétrocession des PEN par les gouvernements aux différents secteurs des permis d'émission. La littérature sur les permis négociables utilise en effet de façon souvent fautive le théorème de Coase concernant la séparabilité entre équité et efficacité. La clef d'allocation initiale des permis entre pays n'introduit certes pas de distorsion de concurrence via la formation des coûts, puisque le prix des permis est unique, mais ceci ne signifie nullement qu'elle est neutre vis-à-vis de la compétitivité et du « bien-être » des différents pays.

La majorité des problèmes serait évitée si les pouvoirs publics vendaient aux enchères les permis que les IGCE pourront ensuite échanger internationalement. On a vu que ceci revient (en univers certain) à une taxe dont le niveau est dicté par le prix international du carbone, et que les performances macroéconomiques d'ensemble s'en trouvent notablement améliorées. Cependant, une telle mesure pose toujours, pour les IGCE la difficulté d'un paiement dès la première tonne rejetée<sup>11</sup>.

Or le principe alternatif de *grandfathering* n'a aucune justification économique et n'a pu être appliqué dans d'autres dossiers (comme le dioxyde de soufre aux États-Unis) que du fait de l'homogénéité des secteurs concernés. Dans le cas des gaz à effet de serre, il pose des problèmes spécifiques puisqu'on se trouve en présence de secteurs fort hétérogènes à la fois du point de vue technologique et du point de vue des perspectives de croissance. Dans un contexte international de forte compétitivité commerciale, ces considérations ouvrent la voie à des manipulations stratégiques où l'allocation des quotas peut devenir une subvention implicite à tel ou tel secteur. La distorsion résultante ne provient pas du niveau des " prix du carbone " répercuté dans les prix des produits, mais du fait que, dès lors que les décisions d'investissement des entreprises sont influencées par leurs conditions financières (Rosenwald, 2001) les firmes ayant reçu une dotation généreuse pourront utiliser la rente qui leur est concédée pour investir davantage que leurs concurrentes.

---

<sup>11</sup> Et peut-être même encore plus qu'une taxe, qui offre au moins l'avantage, pour les entreprises, d'apporter une certitude sur le coût marginal de réduction des émissions (Quirion, 2001).

De ce fait, l'idéal serait sans doute d'harmoniser internationalement les modes de rétrocession aux entreprises, et, au cas où cette harmonisation ne peut être accomplie de manière satisfaisante, de garantir que des ajustements aux frontières pourront être opérés si les pratiques de tel ou tel pays reviennent à des subventions implicites à certains secteurs industriels (Hoel, 1996). Il n'était pas dans notre propos de traiter ici de ce sujet, mais simplement de signaler l'absence de contradiction de principe entre permis d'émission internationaux et réforme fiscale du point de vue de l'optimum collectif, dans la mesure bien comprise où l'articulation entre les politiques domestiques et les instruments créés par le Protocole de Kyoto est cohérente.

## Bibliographie

Armington P. (1969) "A theory of demand for products distinguished by place of production", *IMF Staff papers*, 16(1): 159-78

Blonigen B. et W. Wilson (1999) "Explaining Armington: What determines substitutability between home and foreign goods?", *Canadian Journal of Economics*, 32(1): 1-21

Bovenberg A. L. et R. A. de Mooij (1994) "Environmental Levies and Distortionary Taxation", *American Economic Review*, 94(4): 1085-89.

Bovenberg L. and L. Goulder (2000) *Neutralising the adverse industry impacts of CO<sub>2</sub> abatement policies: What does it cost?*, Fondazione Eni Enrico Mattei Working Paper 68.2000

Carraro C. et A. Soubeyran (1996) "Environmental Taxation and Employment in a Multi-Sector General Equilibrium Model", in C. Carraro et D. Siniscalco (eds.) *Environmental Fiscal Reform and Unemployment*, Kluwer

Chiroleu-Assouline M. (2001) *Le double dividende – Les approches théoriques*, mimeo, EUREQua, Université de Paris I

Chiroleu-Assouline M. et L. Lemiale (2001) *Double dividende d'emploi selon le mode de formation des salaires*, Contribution au colloque du PIREE, Sophia-Antipolis

Commissariat Général du Plan (1998) *Énergie 2010-2020 - Les chemins d'une croissance sobre*, La Documentation Française, septembre, Paris

Commission européenne (1994) "Taxation, emploi et environnement : réforme fiscale pour réduire le chômage", in *Économie européenne*, Rapport économique annuel pour 1994, Bruxelles

Commission européenne (2000) Livre vert sur l'établissement dans l'Union européenne d'un système d'échange de droits d'émission des gaz à effet de serre, Bruxelles, mars

Giraud P.-N. et A. Nadaï (1994) "Les effets de la taxe carbone-énergie sur l'industrie française", *Futuribles*, 189, juillet-août

Goulder L.H. (1995) "Environmental Taxation and the Double-Dividend : A Reader's Guide", *International Tax and Public Finance* 2: 155-182

Goulder L.H. et S.H. Schneider (1999) "Induced technological change and the attractiveness of CO<sub>2</sub> abatement policies", *Resource And Energy Economics* (21)3-4: 211-253

Grubb M., J.-C. Hourcade et S. Oberthür (2001) Keeping Kyoto: A study of approaches to maintaining the Kyoto Protocol on Climate Change, Climate Strategies, Royaume-Uni

Ha Duong M., J.-C. Hourcade et F. Lecocq (1999) "Dynamic Consistency Problems behind the Kyoto Protocol ", *International Journal of Pollution and Environment*, 11(4): 426-446

Hélioui K. (1997) "Double-dividende d'une écotaxe en présence de fluctuations conjoncturelles et de rigidités de l'emploi", CIREA, document interne, Nogent-sur-Marne

Hoel M. (1996) "Should a carbon tax be differentiated across sectors?", *Journal of Public Economics*, 59(1): 17-32

Hourcade J.-C. et F. Gherzi (2000) "Le rôle du changement technique dans le double dividende d'écotaxes", *Économie et prévision*, 143-144, avril-juin

Intergovernmental Panel on Climate Change (2001) Third assessment report of Working group III "Climate Change 2001: Mitigation", chap. 8 : "Global, regional, and national costs and co-benefits of mitigation"

Koskela R. et R. Schöb (1999) "Alleviating Unemployment: The Case for Green Tax Reforms", *European Economic Review*, 43: 1723-46

Lemiale L. et P. Zagamé (1998) "Taxation de l'énergie, efficacité énergétique et nouvelles technologies : les effets macro-économiques pour six pays de

l'Union Européenne”, in K. Schubert et P. Zagamé (ed.) *Environnement*, Utrecht

Lepage C. (1998) *Étude sur l'après-Kyoto, Rapport pour la Mission interministérielle de l'effet de serre*, Paris

Mission interministérielle de l'effet de serre (2000) *Programme national de lutte contre le changement climatique*, janvier, Paris

Parry I. et A. Bento (2000) "Tax deductions, environmental policy, and the "double dividend" hypothesis", *Journal of environmental economics and management*, 39(1): 67-96

Pearce D. (1991) "The role of carbon taxes in adjusting to global warming", *The economic journal*, 101: 938-48

Pezzey J. (1992) "The symmetry between controlling pollution by price and controlling it by quantity", *Canadian Journal of Economics*, 25(4): 983-91

Piketty T. (1997) *L'économie des inégalités*, Coll. Repères, La Découverte, Paris

Quirion P. (2000) Permis négociables d'émissions de gaz à effet de serre : enjeux économiques des règles internationales et de la conception des systèmes nationaux, rapport pour le ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (DGAD-SRAE), septembre, Paris

Quirion P. (2001) *Prices vs. quantities under an acceptability constraint from regulated firms*, Presented at the European Association of Environmental and Resource Economics 2001 Conference, Southampton, U.K., 28-30 June

Renström T.I. et L. Marsiliani (1997) *Imperfect competition, labour market distortions and the double dividend hypothesis*, University of Birmingham Department of Economics Discussion Paper 97-26

Rosenwald F. (2001) "L'impact des conditions financières sur la décision d'investissement", *Économie et statistique*, 341-42: 15-28

Shiells C. et K. Reinert (1993) "Armington models and terms of trade effects: Some econometric evidence for North America", *Canadian Journal of Economics*, 26(2): 299-316

Schneider K. (1997) "Involuntary Unemployment and Environmental Policy. The Double Dividend Hypothesis", *Scandinavian Journal of Economics* 99(1): 45-59

Sonneborn C. L. (1999) "An overview of greenhouse gas emissions trading pilot schemes and activities", *Ecological Economics*, 31, pp. 1-10

Weitzman M. (1974) "Prices vs. Quantities", *Review of economic studies*, 41(4): 447-91

Weyant J. P. et J. Hill (1999) "Introduction and Overview" *The energy Journal*, Special Issue: The Costs of the Kyoto Protocol: A Multi-Model Evaluation

Yu Z. (2001) *A strategic trade and environmental policy argument for the Kyoto Protocol*, Presented at the European Association of Environmental and Resource Economics 2001 Conference, Southampton, U.K., 28-30 June