Développement durable et territoires

Économie, géographie, politique, droit, sociologie

Vol. 1, n° 3 | Décembre 2010

Lectures hétérodoxes du développement durable

Eco-imposition du capital, emploi et développement industriel durable

Eco-Taxation of Capital, Employment and Sustainable Industrial Development

Bernard Dupont

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/developpementdurable/8586>

DOI : 10.4000/developpementdurable.8586

ISSN : 1772-9971

Éditeur

Association DD&T

Référence électronique

Bernard Dupont, « Eco-imposition du capital, emploi et développement industriel durable », *Développement durable et territoires* [En ligne], Vol. 1, n° 3 | Décembre 2010, mis en ligne le 23 septembre 2010, consulté le 30 avril 2019. URL : <http://journals.openedition.org/developpementdurable/8586> ; DOI : 10.4000/developpementdurable.8586

Développement Durable et Territoires est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale 4.0 International.

Eco-imposition du capital, emploi et développement industriel durable

Bernard Dupont

Actuellement maître de conférences en économie à l'université de Lille 1, Bernard Dupont est ancien élève de l'Ecole Normale Supérieure de Cachan et docteur de l'université de Paris 1. Il est membre d'EQUIPPE (Economie Quantitative, Intégration, Politique Publique, Econométrie) et conseiller scientifique à APREIS (Acteurs, Pratiques, Recherches Européennes et Internationales pour la Soutenabilité). Courriel : Bernard.Dupont@univ-lille1.fr

En remplaçant la part des cotisations sociales à la charge de l'employeur par un éco-impôt sur le capital polluant, l'Etat peut inciter les entreprises à investir dans les trajectoires technologiques de la durabilité. Cet article expose un modèle macroéconomique à trois facteurs qui montre comment la fixation conjointe et combinée du taux de cotisations sociales et du taux d'éco-impôt peut assurer la stabilité globale des prix, garantir la neutralité budgétaire et conserver en l'état la compétitivité prix. Contrôlée par le ministère du développement durable, la déformation de la fonction de production provoquée par une fiscalité directe favorable au capital non polluant et au travail augmente le volume de l'emploi et améliore la qualité environnementale sans détériorer la compétitivité ni déséquilibrer les comptes sociaux.

éco-impôt, emploi, charges sociales, stratégie industrielle, politique fiscale

Replacing the welfare cost by an eco-taxation based on polluting capital can incite companies to invest in the technological trajectories for sustainability. This paper proposes a macroeconomic three factors model in which the jointed and combined determination of welfare cost and eco-taxation rates can maintain the global price stability, guarantees the budget balance of fiscal transfers and keeps the state of the competitiveness price as it was before. Controlled by the ministry of sustainable development, the deformation of the function of production, caused by a direct tax system favorable to the non-polluting capital and to the labour, increases the employment and improves the environmental quality without negative effects on competitiveness and social accounts.

eco-tax, employment, social security contributions, industrial strategy, fiscal policy

En 2007, le Grenelle de l'environnement a eu des vertus cathartiques pour la plupart des acteurs sociaux au service du développement durable. Ont pu y être évoquées et discutées de nombreuses propositions techniques, souvent très ingénieuses, au service de l'amélioration de la qualité environnementale. Elles ont bien entendu un coût que la 6^e commission - intentionnellement et significativement intitulée " Promouvoir des modes de développement écologiques favorables à la compétitivité et à l'emploi" - avait pour tâche non seulement d'évaluer mais aussi de solutionner en tenant compte des contraintes économiques conjoncturelles et institutionnelles. Parmi les thématiques déclinées, c'est la troisième, "Fiscalité écologique et modification des comportements", qui a le plus retenu l'attention des médias et du grand public dès que le spectre d'une imposition supplémentaire, en l'occurrence l'instauration d'une TVA écologique, est venu sur le devant de la scène comme mode essentiel de financement des propositions.

Avec les lois dites Grenelle de 2008, la France a marqué sa volonté d'instaurer une authentique politique publique environnementale et de développement durable. Son coût est estimé au bas mot à 440 milliards d'euros d'ici 2020 et se pose la question récurrente lancinante de son financement dans un contexte conjoncturel déprimé. On se dirige vers une fiscalité indirecte accrue, solution classique qui consiste en définitive à désigner le

consommateur final comme premier responsable des problèmes environnementaux et qui risque fort d'indisposer l'opinion publique envers la cause écologique.

A dire le vrai, on voit mal comment une TVA supplémentaire pourrait être à l'origine d'un essor du développement industriel durable respectueux de l'environnement, créatrice d'emplois, favorable à la compétitivité et réductrice des inégalités sociales. Une politique publique ambitieuse appelle une politique fiscale novatrice. Certes, il y a d'un côté des contraintes économiques majeures et de l'autre l'urgence à mettre en oeuvre les conditions du développement durable. Mais ces deux registres n'entrent pas en conflit si on part du principe que les menaces contre l'environnement sont moins provoquées par les modes de consommation ou d'échanges que par les modes de production. Dans cette perspective, la notion floue de développement durable se précise grâce à celle de développement industriel durable (Dayan, 2003 ; Dayan et Dupont, 2007, 2008). Les politiques publiques doivent se donner pour tâche de modifier en profondeur les processus de production et les inquiétantes trajectoires technologiques actuels et une réforme radicale de la fiscalité aura les effets souhaités si elle est directement liée aux opérations productives, autrement dit si elle concerne conjointement les deux facteurs de production : capital et travail.

Taxer le capital tout en détaxant le travail n'est pas une idée neuve. Au début des années quatre-vingts, des études menées au sein de l'INSEE (Maurice et Villa, 1980 ; Artus, Sterdyniak et Villa, 1980) pour mesurer l'impact des modifications fiscales sur l'investissement et l'emploi étaient parvenues à la conclusion que toute réforme fiscale « neutre » pour les pouvoirs publics ne peut pas modifier les choix technologiques effectués par les entreprises si elle est concentrée sur l'impôt indirect. En revanche, taxer directement les facteurs de production est une incitation à remettre en cause la combinaison technologique à travers des mécanismes de substitution. Le fait est que cette option n'a jamais été mise en application, même à titre expérimental. Le ripage des cotisations sociales vers une taxation du capital est probablement efficace "sur le papier" mais il risque en réalité d'être contrarié par des mécanismes ex post pervers.

Le souci d'étudier conjointement les effets ex ante et ex post d'une réforme fiscale environnementale est pris en charge à partir des années quatre-vingt-dix par l'approche dite du « double dividende » dans le cadre de modèles d'équilibre général. L'idée clé est qu'une taxe environnementale accompagnée de la diminution d'un ou de plusieurs autres impôts pour maintenir en l'état le solde budgétaire doit non seulement générer un bénéfice environnemental mais aussi un bénéfice purement économique tel que la relance de l'emploi, l'amélioration de l'efficacité fiscale par réduction des distorsions existantes, l'amélioration de l'équité par répartition moins inégalitaire des revenus (Chiroleu-Assouline, 2001). Les modèles macroéconométriques mettent en évidence un double dividende (par exemple Lemiale et Zagamé, 1998) en termes d'emploi et de croissance. En revanche, les modèles théoriques donnent des résultats mitigés. Une première vague de travaux (Bovenberg et Mooij, 1994 ; Bovenberg et van der Ploeg, 1994 ; Goulder, 1995) conclut à l'inexistence d'un deuxième dividende. Une seconde vague a pu dégager les conditions théoriques d'apparition d'un deuxième dividende (Bovenberg et van der Ploeg, 1996 ; Lightart et van der Ploeg, 1996), dont fait partie la taxation des facteurs fixes de production (Lightart, 1998). Les recherches les plus récentes relâchent l'hypothèse de concurrence pure et parfaite et introduisent l'existence d'un chômage involontaire pour rendre plus plausibles ces conditions (Schneider, 1997 ; Chiroleu-Assouline et Fodha, 2005, 2006). Ceci étant, le divorce entre les résultats économétriques et les constructions formelles reste patent. La faute en revient aux prémisses adoptées dans tous les modèles théoriques, statiques ou dynamiques, qui traquent essentiellement la rationalité du consommateur contribuable confronté à une éco-fiscalité indirecte. Sauf cas marginaux, les firmes n'ont aucune raison d'être incitées à modifier rapidement et en profondeur leurs trajectoires technologiques. En définitive, sur le terrain de la rationalité économique, seule une fiscalité appropriée des facteurs de production a quelque chance de rendre efficace une politique publique au service du développement industriel durable et de l'emploi.

Dans cet article, on part du principe que le capital productif est partagé en deux catégories qui renvoient au clivage "écologique"/"non écologique" : les biens capitaux à potentiel polluant élevé et les biens capitaux satisfaisant au critère éco-industriel. À partir de cette nomenclature, on envisage une réforme fiscale assise sur l'imposition directe des capitaux polluants et la détaxation simultanée du travail. Cette innovation réunit *a priori* les deux avantages suivants : en s'attaquant directement au facteur de production nuisible, elle ne peut que modifier la combinaison technologique dans le sens d'une économie des matières premières et d'une moindre utilisation du capital "polluant" ; par le jeu des substitutions, elle favorise l'emploi et accroît l'intensité en capital propre dans les processus productifs.

L'objectif de cette étude est non seulement de justifier rigoureusement la faisabilité théorique d'un tel ripage fiscal mais aussi d'en examiner soigneusement les conséquences. À cet effet, on veut étudier les options qui s'offrent à un Ministère du développement durable¹ disposant d'un plein pouvoir réglementaire fiscal dans un environnement social marqué par un large consensus sur l'exigence du développement industriel durable. Cette alliance sacrée concerne tous les acteurs économiques, y compris les firmes, conscientes de leurs responsabilités et qui participent loyalement aux efforts d'amélioration de la qualité environnementale. La feuille de route du Ministère comporte quatre volets : réduction dans l'utilisation des capitaux polluants ; relance de l'emploi ; stabilité des prix et son corollaire, la préservation de la compétitivité-prix ; éviter toute dégradation budgétaire.

La première partie expose un modèle macroéconomique d'inspiration keynésienne à fondements microéconomiques dans lequel les firmes déterminent les quantités de travail, capital propre et capital polluant minimisant leur coût de production dans l'hypothèse où le travail est taxé par des cotisations sociales et les capitaux polluants sont imposés par un éco-impôt. Les prix à la production et à la consommation sont obtenus sous hypothèse de concurrence pure et parfaite. Seront successivement envisagés les cas d'une économie fermée et d'une économie ouverte. La seconde partie aborde les questions de la neutralité sur les prix et de la neutralité budgétaire. La réforme fiscale proposée est viable si elle n'a pas d'incidence négative sur le niveau général des prix, et par conséquent sur la compétitivité-prix. Elle est soutenable si elle ne détériore pas le solde budgétaire. Ces impératifs guident la détermination conjointe du taux de cotisations sociales et du taux d'éco-impôt par le truchement de règles de calcul qui s'avèrent différentes selon que la stabilité des prix ou la stabilité du déficit budgétaire est visée. La troisième et la quatrième parties explorent le scénario d'une injection graduelle de la réforme fiscale dans une nation initialement caractérisée par des cotisations sociales élevées et l'absence d'imposition sur le capital polluant. Les dynamiques en jeu portent conjointement sur les évolutions fiscales contrôlées par le Ministère du développement durable afin d'atteindre une cible de qualité environnementale par réduction de l'utilisation des capitaux polluants. Dans un premier temps, on s'assure que les effets recherchés sont atteints dans une perspective longue. Dans un second temps, on impose au Ministère d'atteindre une cible chiffrée de qualité environnementale dans le moyen terme, qui peut être le délai d'une législature par exemple ou encore le laps de temps convenu par la communauté internationale.

1. Stratégie des firmes soumises à un éco-impôt

On considère une économie nationale à trois agents : entreprises, salariés et Etat, rémunérés respectivement par trois catégories de revenus : profits, salaires et impôts. Après avoir précisé le cadre comptable macroéconomique, on se focalise sur la stratégie de minimisation des coûts adoptée par les firmes confrontées à un système d'imposition sur le travail et sur le capital polluant.

¹ A l'instar du commissaire-priseur dans la théorie de l'équilibre général ou du planificateur central dans la théorie de la croissance, cette entité a une valeur purement heuristique.

1.1. Cadre comptable

Afin de simplifier, il existe trois catégories d'impôts : les cotisations sociales sur les salaires ; les impôts sur le capital polluant ; les impôts indirects sur la dépense, proportionnels à la valeur ajoutée et pesant sur la consommation et non sur l'investissement. L'Etat fixe le taux des cotisations sociales², noté c , ainsi que le taux de prélèvement sur les capitaux polluants ("éco-impôt"), noté k , et le taux de TVA rapporté à la valeur ajoutée, noté θ . Le stock de capital polluant, l'investissement en capital polluant, le stock de capital "propre", l'investissement en capital propre et l'emploi sont notés respectivement K_1 , I_1 , K_2 , I_2 et N .

Les comptes de flux des agents sont les suivants :

1. Entreprises

$$pQ = s(1+c)N + pI_1 + pI_2 + pkK_1 \quad (1)$$

Le PIB en valeur (produit du PIB en volume, Q , par l'indice du prix de production hors TVA, p) est égal à la masse salariale versée par les firmes (produit du salaire nominal moyen s , du coefficient multiplicateur des cotisations sociales et de l'emploi) à laquelle s'ajoutent les investissements en capitaux polluants et en capitaux propres ainsi que les impôts dus au titre de l'utilisation de capitaux polluants.

2. Ménages

$$sN = PC = p(1+\theta)C \quad (2)$$

Les salaires sont égaux à la consommation en valeur, produit de la consommation en volume, C , par l'indice des prix de vente TTC, $P = p(1+\theta)$. Il n'y a pas d'épargne des ménages dans ce modèle simple.

3. Etat

$$S = p\theta C + pkK_1 + scN - pG \quad (3)$$

Le solde budgétaire S est la différence entre l'ensemble des recettes fiscales, directes et indirectes, et les dépenses publiques pG .

1.2. Minimisation des coûts de production et demande de facteurs

Les firmes choisissent les facteurs de production de manière à minimiser leur coût total. On cherche les expressions des demandes de facteurs, de la combinaison technologique optimale et des prix en concurrence parfaite.

La fonction objectif est, en notant r le taux d'intérêt sur le capital productif : $C(K_1, K_2, N) = r p(1+k)K_1 + r p K_2 + s(1+c)N$. La contrainte est un objectif de volume à produire $\bar{Q}$ et s'appuie sur la fonction de production, qui synthétise l'ensemble des technologies disponibles. Par rapport aux fonctions de production habituelles, sa particularité est d'associer la valeur ajoutée brute à l'utilisation de trois inputs car le stock de capital est partitionné en deux blocs suivant un critère environnemental. On retient une Cobb-Douglas à rendements d'échelle constants³ : $Q = K_1^\alpha K_2^\beta N^\gamma$ avec $0 < \alpha < 1$, $0 < \beta < 1$, $0 < \gamma < 1$, $\alpha + \beta + \gamma = 1$.

Le programme de la firme représentative est par conséquent :

² Dans un souci de précision, il faudrait sans doute séparer les cotisations sociales à charge de l'employeur et celles à charge de l'employé. Seules les cotisations patronales seraient supprimées afin de préserver les comptes sociaux.

³ La fonction de production Cobb-Douglas à rendements constants est commune dans les travaux sur le double dividende (pour 3 facteurs : Bovenberg et de Mooij, 1994 ; pour 2 facteurs : Chiroleu-Assouline et Fodha, 2005 et 2006).

$$\begin{cases} \min_{(K_1, K_2, N)} r p (1+k) K_1 + r p K_2 + s(1+c) N \\ \text{s.c. } \bar{Q} = K_1^\alpha K_2^\beta N^\gamma \end{cases}$$

À partir du lagrangien :

$$L(K_1, K_2, N, \lambda) = r p (1+k) K_1 + r p K_2 + s(1+c) N + \lambda (\bar{Q} - K_1^\alpha K_2^\beta N^\gamma),$$

on tire les conditions du premier ordre⁴ :

$$r p (1+k) = \lambda \alpha \frac{\bar{Q}}{K_1} \quad (4)$$

$$r p = \lambda \beta \frac{\bar{Q}}{K_2} \quad (5)$$

$$s(1+c) = \lambda \gamma \frac{\bar{Q}}{N} \quad (6)$$

$$\bar{Q} = K_1^\alpha K_2^\beta N^\gamma \quad (7)$$

Les ratios technologiques s'obtiennent en divisant (4) par (5), (4) par (6) et (5) par (6) :

$$\text{Capital propre sur capital polluant} = \frac{K_2}{K_1} = \frac{\beta}{\alpha} (1+k) \quad (8)$$

$$\text{Emploi sur capital polluant} = \frac{N}{K_1} = \frac{\gamma}{\alpha} \frac{r p (1+k)}{s(1+c)} \quad (9)$$

$$\text{Emploi sur capital propre} = \frac{N}{K_2} = \frac{\gamma}{\beta} \frac{r p}{s(1+c)} \quad (10)$$

Ces trois ratios sont indépendants du niveau de production et de la TVA. Les cotisations sociales ont un effet positif sur les deux intensités capitalistiques : capital propre par travailleur, $\frac{K_2}{N}$, et capital polluant par travailleur, $\frac{K_1}{N}$. En d'autres termes, tout accroissement des cotisations sociales se traduit par une moindre utilisation relative du travail et un surcroît d'utilisation des capitaux propres et polluants par travailleur. Le taux d'éco-imposition k n'a aucun effet sur l'intensité capitalistique "propre" $\frac{K_2}{N}$. En revanche, il influence l'intensité capitalistique "polluante" $\frac{K_1}{N}$ et la proportion entre capital polluant et capital propre $\frac{K_1}{K_2}$

dans le sens d'une diminution. Ainsi, une éco-imposition modifie la combinaison technologique par diminution relative de l'utilisation de capitaux polluants.

Ces trois relations confirment qu'il est impossible de déformer la combinaison technologique dans une perspective de développement industriel durable sans imposer le capital polluant. En effet, dans le système fiscal actuel, on a $k = 0$, ce qui entraîne :

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{\beta}{\alpha}, \quad \frac{N}{K_1} = \frac{\gamma}{\alpha} \frac{r p}{s(1+c)}, \quad \frac{N}{K_2} = \frac{\gamma}{\beta} \frac{r p}{s(1+c)}.$$

⁴ Comme la fonction objectif est linéaire et la fonction définissant la contrainte-égalité est concave, les conditions du premier ordre sont nécessaires et suffisantes pour un minimum global.

Quel que soit le niveau des cotisations sociales, la proportion existante entre le capital propre et le capital polluant reste inchangée. D'autre part, elles montrent clairement que le ripage des cotisations sociales vers la fiscalité indirecte - par instauration d'une TVA "sociale" par exemple - n'exerce aucun effet sur la combinaison technologique puisque le taux de TVA n'entre pas en ligne de compte dans le calcul des coûts effectué par les firmes. Naturellement, la baisse des cotisations a un effet positif sur l'emploi, mais le ratio $\frac{K_2}{K_1}$ n'est aucunement

modifié. Il résulte de ces remarques qu'un Ministère du développement durable désirant baisser les cotisations pour relancer l'emploi et asseoir les bases du développement industriel durable peut faire d'une pierre deux coups en instaurant un éco-impôt frappant le capital polluant qui sera, lui, intégré dans le calcul rationnel des firmes.

À partir de (7) et des ratios (8), (9) et (10) et en posant $\Omega = \alpha^\alpha \beta^\beta \gamma^\gamma$, on obtient les expressions des demandes de facteurs :

$$N = \bar{Q} \frac{\gamma}{\Omega} (1+k)^\alpha (1+c)^{-(\alpha+\beta)} r^{\alpha+\beta} \left(\frac{s}{p} \right)^{-(\alpha+\beta)} \quad (11)$$

$$K_2 = \bar{Q} \frac{\beta}{\Omega} (1+k)^\alpha (1+c)^\gamma r^{-\gamma} \left(\frac{s}{p} \right)^\gamma \quad (12)$$

$$K_1 = \bar{Q} \frac{\alpha}{\Omega} (1+k)^{-(\beta+\gamma)} (1+c)^\gamma r^{-\gamma} \left(\frac{s}{p} \right)^\gamma \quad (13)$$

Les relations (11)-(13) sont conformes aux résultats usuels. Les demandes de facteurs dépendent positivement de l'activité. Le salaire réel et le taux des cotisations sociales ont un impact négatif sur l'emploi, positif sur les demandes de capitaux. Le coût d'utilisation du capital a un impact positif sur l'emploi, négatif sur les demandes de capitaux. On note en outre qu'une augmentation du taux de l'éco-impôt profite à l'emploi puisqu'on a $\frac{\partial N}{\partial k} = \alpha \frac{N}{1+k} > 0$.

De la même manière, elle stimule la demande de capitaux propres puisque $\frac{\partial K_2}{\partial k} = \alpha \frac{K_2}{1+k} > 0$.

À l'inverse, elle contrarie la demande en capital polluant puisque $\frac{\partial K_1}{\partial k} = -(\beta + \gamma) \frac{K_1}{1+k} < 0$.

En somme, l'éco-imposition joue efficacement son rôle de déformation de la combinaison technologique par modification rationnelle des demandes de facteurs. D'ailleurs, quand elle

est inexistante, la demande de travail est $N = \bar{Q} \frac{\gamma}{\Omega} (1+c)^{-(\alpha+\beta)} r^{\alpha+\beta} \left(\frac{s}{p} \right)^{-(\alpha+\beta)}$, à

comparer avec l'expression (11). Cette formule fiscale joue ni plus ni moins le rôle d'un coefficient multiplicateur sur l'emploi, qui s'explique par le fait que du travail vient se substituer aux capitaux polluants dont le coût est accru par la taxe. Le gain en termes d'emploi n'est sans doute pas uniquement quantitatif. L'apparition de nouvelles tâches au sein d'un système technologique "économe en capitaux polluants" est d'autant plus probable que, toujours sur la base d'une comparaison entre les demandes de facteurs dans un système fiscal sans éco-impôt et avec éco-impôt, on constate que la taxation des capitaux polluants a un effet multiplicateur sur les capitaux propres et un effet proprement diviseur sur les capitaux polluants.

1.3. Expressions des prix de production et de vente

À partir des demandes d'inputs (11)-(13) et en prenant les prix et les taux fiscaux pour des paramètres à court terme, le coût total dépend des quantités produites :

$$C = C(\bar{Q}) = \frac{\bar{Q} (1+c)^\gamma (1+k)^\alpha r^{1-\gamma} p^{1-\gamma} s^\gamma}{\Omega} \quad (14)$$

À court terme et en concurrence parfaite, il y a égalité du prix de production et du coût marginal, égal ici au coût moyen puisque la fonction de production est à rendements constants. On en déduit le prix de production :

$$p = \frac{(1+c)(1+k)^{\frac{\alpha+\beta}{\gamma}} r^{1-\gamma} s^\gamma}{\Omega^{1/\gamma}} \quad (15)$$

ainsi que le prix de vente :

$$P = p(1+\theta) = \frac{(1+\theta)(1+c)(1+k)^{\frac{\alpha+\beta}{\gamma}} r^{1-\gamma} s^\gamma}{\Omega^{1/\gamma}} \quad (16)$$

Par la suite, on admettra que les travailleurs offrent leur capacité de travail au salaire réel correspondant à leur productivité marginale. Dans cette optique "keynésienne", la part des salaires bruts dans le produit global valorisé au prix de production est égale à l'élasticité de la production par rapport au travail :

$$\frac{(1+c)sN}{p\bar{Q}} = \gamma \quad (17)$$

De même, on obtient les identités remarquables suivantes pour la part des profits bruts du capital propre et du capital polluant dans le produit :

$$\frac{r p (1+k) K_1}{p\bar{Q}} = \alpha \quad (18)$$

$$\frac{r p K_2}{p\bar{Q}} = \beta \quad (19)$$

1.4. Le cas d'une économie ouverte

En économie ouverte, les firmes choisissent encore les facteurs de production de manière à minimiser leur coût total. Les biens capitaux peuvent être produits nationalement ou importés mais il n'y pas de différence de traitement selon le critère de la provenance géographique : la réforme fiscale taxe les capitaux polluants au taux k , qu'ils soient nationaux ou importés ; les capitaux propres ne sont pas imposés. A priori, les prix nationaux et les prix étrangers diffèrent de sorte que le prix du capital hors taxe, p_K , est une moyenne pondérée :

$p_K = p^u p_j^{1-u}$, u étant la part des biens capitaux produits nationalement dans le total des capitaux. La fonction objectif est alors :

$$C(K_1, K_2, N) = r p_K (1+k) K_1 + r p_K K_2 + s(1+c) N.$$

Le programme à résoudre est par conséquent :

$$\begin{cases} \min_{(K_1, K_2, N)} r p_K (1+k) K_1 + r p_K K_2 + s(1+c) N \\ \text{s.c. } \bar{Q} = K_1^\alpha K_2^\beta N^\gamma \end{cases}$$

Comme p_K joue le rôle de p dans le modèle d'économie fermée, on obtient directement les expressions des demandes de facteurs et des ratios technologiques en injectant dans les précédents résultats $p_K = p^u p_j^{1-u}$. D'où les demandes de facteurs :

$$N = \bar{Q} \frac{\gamma}{\Omega} (1+k)^\alpha (1+c)^{-(\alpha+\beta)} r^{\alpha+\beta} s^{-(\alpha+\beta)} p^{u(\alpha+\beta)} p_j^{(1-u)(\alpha+\beta)} \quad (20)$$

$$K_2 = \bar{Q} \frac{\beta}{\Omega} (1+k)^\alpha (1+c)^\gamma r^{-\gamma} s^\gamma p^{-u\gamma} p_j^{-(1-u)\gamma} \quad (21)$$

$$K_1 = \bar{Q} \frac{\alpha}{\Omega} (1+k)^{-(\beta+\gamma)} (1+c)^\gamma r^{-\gamma} s^\gamma p^{-u\gamma} p_j^{-(1-u)\gamma} \quad (22)$$

et les ratios technologiques :

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{\beta}{\alpha} (1+k) \quad (23)$$

$$\frac{N}{K_1} = \frac{\gamma}{\alpha} \frac{r}{s} p^u p_j^{1-u} \frac{1+k}{1+c} \quad (24)$$

$$\frac{N}{K_2} = \frac{\gamma}{\beta} \frac{r}{s} p^u p_j^{1-u} \frac{1}{1+c} \quad (25)$$

L'interprétation de ces résultats est exactement la même qu'en économie fermée. En particulier, la baisse des cotisations sociales augmente l'emploi et les ratios emploi/capital polluant et emploi/capital propre tandis que la hausse de l'éco-impôt réduit l'utilisation du capital polluant, relève le ratio capital propre/capital polluant et baisse l'intensité capitaliste en capital polluant.

Le prix de production p a maintenant pour expression :

$$p = \frac{(1+k)^{\frac{\alpha}{1-(1-\gamma)u}} (1+c)^{\frac{\gamma}{1-(1-\gamma)u}} s^{\frac{\gamma}{1-(1-\gamma)u}} r^{\frac{1-\gamma}{1-(1-\gamma)u}} p_j^{\frac{(1-\gamma)(1-u)}{1-(1-\gamma)u}}}{\Omega^{\frac{1}{1-(1-\gamma)u}}} \quad (26)$$

Le prix à la consommation hors TVA, défini par $p_c = p^\nu p_j^{1-\nu}$ où ν est la part des produits importés dans les produits de consommation s'écrit :

$$p_c = \frac{(1+k)^{\frac{\alpha\nu}{1-(1-\gamma)u}} (1+c)^{\frac{\gamma\nu}{1-(1-\gamma)u}} s^{\frac{\gamma\nu}{1-(1-\gamma)u}} r^{\frac{(1-\gamma)\nu}{1-(1-\gamma)u}} p_j^{\frac{(1-\gamma)(1-u)+(1-\nu)}{1-(1-\gamma)u}}}{\Omega^{\frac{\nu}{1-(1-\gamma)u}}} \quad (27)$$

et le prix à la consommation TVA comprise est :

$$P_c = \frac{(1+\theta)(1+k)^{\frac{\alpha\nu}{1-(1-\gamma)u}} (1+c)^{\frac{\gamma\nu}{1-(1-\gamma)u}} s^{\frac{\gamma\nu}{1-(1-\gamma)u}} r^{\frac{(1-\gamma)\nu}{1-(1-\gamma)u}} p_j^{\frac{(1-\gamma)(1-u)+(1-\nu)}{1-(1-\gamma)u}}}{\Omega^{\frac{\nu}{1-(1-\gamma)u}}} \quad (28)$$

Les identités remarquables (17)-(19) restent valables en économie ouverte.

2. Neutralités du ripage fiscal

On a vu que l'augmentation du taux de TVA sur les produits polluants ne peut pas affecter directement et dans un délai bref les technologies polluantes puisqu'elle n'a aucun impact sur les demandes de facteurs de production. En revanche, la mesure fiscale consistant à riper des cotisations sociales vers un éco-impôt sur les capitaux polluants contraint les firmes à réviser leurs modes de production en substituant aux capitaux polluants des emplois. Là réside son efficacité immédiate ... et durable puisque les firmes sont mises en demeure d'intégrer, par le canal des coûts, la dimension environnementale et la relance de l'emploi dans leurs calculs.

Mais l'efficacité patente en termes écologiques et d'emplois ne doit pas être contrariée par des effets pervers contradictoires tels que les dérapages inflationnistes, la dégradation de la compétitivité, l'accroissement du déficit public, ou encore la remise en cause du financement des dépenses sociales. Le ripage fiscal est légitime s'il respecte des conditions de neutralité sur les prix et sur le budget de l'Etat.

2.1. Neutralité sur les prix

Le ripage sera dit neutre sur les prix s'il laisse inchangé leur niveau. Formellement, la différentielle du prix est nulle quand c et k varient. De manière intuitive, il suffit de remarquer que l'expression $(1+c)(1+k)^{\gamma/\alpha}$ doit rester constante dans (15) et (16).

Pour le prix à la production, on a donc la règle de neutralité :

$$\alpha \frac{dk}{1+k} + \gamma \frac{dc}{1+c} = 0 \quad (29)$$

La règle est évidemment la même pour le prix de vente TTC quand on laisse inchangée la TVA : $d\theta = 0$.

Si on tient compte des relations remarquables (17) et (18), elle se réécrit :

$$\frac{r p K_1}{p Q} dk + \frac{s N}{p Q} dc = 0 \quad (30)$$

et s'interprète facilement :

coût HT du capital polluant $\times$ augmentation de l'écotaxe
+
coût HT du travail $\times$ diminution des cotisations sociales
= 0

La neutralité sur les prix est vérifiée tant que, au sein des firmes, l'augmentation du coût du capital polluant est strictement compensée par la diminution du coût salarial.

2.2. Neutralité de la mesure pour les pouvoirs publics

La réforme fiscale pose des problèmes différents pour les pouvoirs publics. *Stricto sensu*, elle sera considérée comme neutre si elle permet de maintenir le solde budgétaire à l'identique. L'absence de neutralité budgétaire correspondra, selon la déviation constatée, à la soutenabilité financière ou à l'insoutenabilité.

Si les trois modes de fiscalité coexistent, la contrainte budgétaire de l'Etat est donnée par (3). *Ex ante*, les variables de prix p et s et les variables de volume K_1 , C , N et G sont constantes. De plus, la TVA est laissée au même niveau puisqu'elle n'exerce aucun effet sur la combinaison technologique. Alors, le solde budgétaire n'est pas influencé par des variations du taux de cotisations sociales et de l'éco-impôt si l'égalité suivante est vérifiée :

$$s N dc + p K_1 dk = 0 \quad (31)$$

soit, en tenant compte des relations remarquables (17) et (18) :

$$\frac{\alpha}{r} \frac{dk}{1+k} + \gamma \frac{dc}{1+c} = 0 \quad (32)$$

La règle de neutralité budgétaire n'est pas équivalente à la règle (29) de neutralité sur les prix. Ainsi, pour obtenir une baisse de 1% de $1+c$, la règle de neutralité des prix conduit à accroître $1+k$ de γ/α % alors que la règle de neutralité budgétaire amène $(\gamma/\alpha) r$ %. Autrement dit, le nouveau taux d'éco-impôt est plus élevé dans un cadre de stabilité des prix que dans celui de la stabilité budgétaire⁵.

Ce résultat ouvre des perspectives importantes de politique publique. Sur les marchés internationaux de produits, tout dérapage inflationniste est sanctionné par des pertes de compétitivité-prix, des parts de marchés, de croissance et d'emploi. La préoccupation majeure reste la stabilité des prix. Dès lors que les pouvoirs publics poursuivent cet objectif, ils doivent fixer l'éco-impôt suivant la règle (29), soit encore $\frac{dk}{1+k} = -\frac{\gamma}{\alpha} \frac{dc}{1+c}$. Comme le solde

budgétaire varie à court terme suivant $\frac{dS}{p Q} = \frac{\alpha}{r} \frac{dk}{1+k} + \gamma \frac{dc}{1+c}$, la règle de neutralité des prix

⁵ Du moins, tant que le taux d'intérêt reste inférieur à 100%.

implique : $\frac{dS}{pQ} = \gamma \left(1 - \frac{1}{r}\right) \frac{dc}{1+c} > 0$. Autrement dit, le déficit public se réduit. Un ripage fiscal neutre sur les prix est financièrement soutenable. Non seulement la réforme fiscale peut garantir la stabilité des prix et le maintien de la compétitivité prix, mais elle contribue également à maintenir les dépenses au même niveau - en particulier les dépenses sociales - et même à résorber la dette publique ou encore à envisager de nouvelles dépenses, par exemple en incitant à investir dans la recherche-développement dans les nouvelles technologies propres.

2.3. Le cas d'une économie ouverte

Il est remarquable que la condition de neutralité sur les prix soit la même en économie ouverte qu'en économie fermée. En effet, le ripage des cotisations vers un éco-impôt n'a aucun effet sur les prix de production si, toutes choses égales par ailleurs, le produit

$(1+k)^{\frac{\alpha}{1-(1-\gamma)\mu}} (1+c)^{\frac{\gamma}{1-(1-\gamma)\mu}}$ reste constant, ce qui revient à $(1+k)^\alpha (1+c)^\gamma = \text{constante}$, soit encore, en différenciant : $\frac{dk}{1+k} = -\frac{\gamma}{\alpha} \frac{dc}{1+c}$. Cette condition vaut également pour les prix à la consommation HT et, à taux de TVA constant, pour les prix à la consommation TTC.

D'autre part, si les trois modes de fiscalité coexistent, la contrainte budgétaire de l'Etat s'écrit :

$S = p_c \theta C + p_K k K_1 + s c N - p G$. En faisant varier seulement k et c , les autres variables étant supposées constantes, on a toujours : $s N dc + p_K K_1 dk = 0$.

En tenant compte des identités remarquables et après manipulations, on obtient exactement la règle établie en économie fermée : $\frac{\alpha}{r} \frac{dk}{1+k} + \gamma \frac{dc}{1+c} = 0$.

Contrairement à ce que suggère l'intuition⁶, il n'y a aucune différence d'interprétation des effets d'un ripage fiscal sur la combinaison technologique, sur les prix et sur le solde budgétaire entre le cas d'une économie fermée et celui d'une économie ouverte. La baisse des cotisations sociales compensée par une hausse de l'éco-imposition sur les capitaux polluants conduit les firmes nationales à réviser leurs demandes de facteurs en conformité avec les principes du développement industriel durable. Leur compétitivité n'est pas remise en question si la règle de neutralité des prix est respectée, autrement dit tant que leur coût unitaire reste constant. De surcroît, l'application de cette règle conduit mécaniquement à une amélioration du solde budgétaire.

3. Gradualisme avec cible de durabilité environnementale

3.1. Thérapie de choc vs gradualisme

On dispose de tous les éléments pour mesurer assez précisément les effets d'une réforme remplaçant instantanément et une fois pour toutes le régime fiscal des cotisations sociales par un nouveau régime d'éco-impôt sur les capitaux polluants. L'intérêt de cette thérapie de choc est évidemment de rompre radicalement avec la trajectoire technologique actuelle et s'engager sans délai sur la voie du développement industriel durable. En démarrant d'une situation où les firmes sont assujetties à une fiscalité uniquement orientée sur les cotisations sociales ($c > 0$ et $k = 0$) et en implantant un ripage complet ($c' = 0$ et $k' > 0$), la réforme n'aura aucun effet sur les prix de production et les prix de vente si l'éco-impôt est calculé à partir de la règle (29) comme suit :

⁶ Intuition qui sous-tend nombre de remarques critiques adressées au ripage fiscal proposé par l'organisation APREIS (Dayan et Dupont, 2007 et 2008).

$$k' = \frac{\gamma}{\alpha} \frac{c}{1+c} = \frac{sN}{r p K_1} c \quad (33)$$

Le taux d'éco-impôt vaut exactement l'ancien taux de cotisations sociales pondéré par le poids relatif des coûts salariaux HT dans le coût d'utilisation HT du capital polluant.

Par déformation brutale de la combinaison technologique, la thérapie de choc va évidemment amener les firmes à réviser "dans le bon sens" leurs demandes de facteurs. À cet égard, il est aisé de constater que le ratio capital polluant/capital propre s'accroît du taux de l'éco-impôt, que le ratio emploi/capital polluant augmente par les effets combinés de la suppression des cotisations et de la mise en place de l'éco-impôt et que le ratio emploi/capital propre augmente au taux des cotisations sociales. De fait, tous les objectifs attendus sont atteints dans un délai extrêmement court : redéfinition de la combinaison technologique en conformité avec les impératifs de la durabilité ; relance de l'emploi ; stabilité des prix et *statu quo* sur la compétitivité-prix ; marges de manœuvre supplémentaires pour les pouvoirs publics. Mais ce choc fiscal souffre de deux défauts.

Le premier est que le Ministère du développement durable ne contrôle pas d'objectif environnemental précis : le ripage abaisse bien le poids des capitaux polluants mais est-ce suffisant ? Le second pointe son déficit de réalisme. Ce scénario suppose en effet que les firmes ont la capacité de faire varier instantanément leurs volumes d'inputs, autrement dit que les technologies propres de substitution sont disponibles sans délai ou sans coûts d'ajustement. Il se peut que certains secteurs productifs disposent de telles technologies, mais il est bien difficile d'admettre que cette faculté soit généralisable sur le plan macroéconomique. Concrètement, des délais d'ajustement sont impératifs et l'injection de la réforme fiscale doit se faire progressivement. On en vient par conséquent à explorer un scénario incontestablement plus proche du terrain qui peut être qualifié de réforme fiscale gradualiste.

3.2. Gradualisme fiscal

Le Ministère du développement durable se donne pour objectif d'accroître la qualité environnementale mesurée par un indice E . Cet indice est négativement relié au volume de capitaux polluants par travailleur⁷ $\frac{K_1}{N}$: $E = \varphi(K_1 / N)$ avec $\varphi'(K_1 / N) < 0$. Ainsi, moins la combinaison technologique courante est utilisatrice de capitaux polluants, plus la qualité environnementale est réputée s'améliorer.

Partant d'un état donné de la qualité environnementale, le but est d'atteindre un indice plus élevé, défini soit par des considérations politiques nationales soit par application de conventions internationales. Dans les deux cas, est implicitement spécifiée une cible d'intensité en capital polluant. Bien entendu, le fait de la fixer dans le long terme laisse aux firmes le temps de s'adapter.

Le Ministère veut atteindre la cible en imposant le capital polluant K_1 . Conscient des multiples répercussions de cette mesure, il cherche également à éviter tout dérapage inflationniste pour maintenir la compétitivité-prix, à relancer, à tout le moins à maintenir en l'état, l'emploi, enfin à écarter tout accroissement du déficit public. En définitive, le problème consiste formellement à chercher le couple (k, c) qui, à partir d'une situation donnée, améliore la qualité environnementale par réduction des capitaux polluants, relance l'emploi, respecte la règle de neutralité sur les prix de production et ne dégrade pas la situation budgétaire.

On va supposer qu'à toute date t le Ministère modifie l'éco-impôt en fonction de l'écart entre l'intensité en capital polluant $x = K_1 / N$ et l'intensité en capital polluant désiré $x_d = (K_1 / N)^d$. Une règle simple d'intervention consiste à intervenir linéairement sur le taux de croissance du coefficient d'éco-impôt tant qu'un écart est constaté, soit :

⁷ Et non le stock de capital polluant pour tenir compte de la taille de la population concernée par la qualité environnementale.

$$\frac{\dot{k}}{1+k} = h(x - x_d) \quad (34)$$

où il est sous entendu que les variables sont des fonctions du temps t et le paramètre h , constante strictement positive, mesure l'intensité de la réaction du Ministère à l'écart entre l'indice courant et la cible.

Ce comportement doit rester compatible avec la règle de neutralité des prix. En conséquence, les variations de k et c doivent vérifier :

$$\frac{\dot{k}}{1+k} = -\frac{\gamma}{\alpha} \frac{\dot{c}}{1+c} \quad (35)$$

La prise en compte du comportement de minimisation des coûts de production par les entreprises dans cet environnement fiscal donne les évolutions suivantes des demandes de travail et de capital polluant, dérivées des équations (20) et (22) :

$$\frac{\dot{N}}{N} = \frac{\alpha}{\gamma} \frac{\dot{k}}{1+k} \quad (36)$$

$$\frac{\dot{K}_1}{K_1} = -\frac{\dot{k}}{1+k} \quad (37)$$

Il s'ensuit que $\frac{\dot{x}}{x} = \frac{\dot{K}_1}{K_1} - \frac{\dot{N}}{N} = \left(-1 - \frac{\alpha}{\gamma}\right) \frac{\dot{k}}{1+k} = \frac{\dot{N}}{N} = \frac{\beta-1}{\gamma} \frac{\dot{k}}{1+k}$. En combinant cette égalité avec (34), il apparaît que l'évolution du ratio capital polluant par travailleur x est régie par l'équation différentielle logistique :

$$\dot{x} = \frac{\beta-1}{\gamma} h x (x - x_d) \quad (38)$$

Tant que $x > x_d$, autrement dit tant que la cible n'est pas atteinte, le taux de croissance de l'intensité en capital polluant doit diminuer puisque le Ministère augmente l'éco-impôt et que les firmes réagissent en diminuant leur demande en capital polluant tout en accroissant leur volume d'emploi puisque les cotisations sociales baissent en même temps.

La condition initiale $x(0) = x_0 < x_d$ étant évidemment connue, la trajectoire solution de (38) est :

$$x(t) = \frac{x_0 x_d}{x_0 + (x_d - x_0) e^{\frac{\beta-1}{\gamma} h x_d t}} \quad (39)$$

La trajectoire du capital polluant par tête est clairement monotone décroissante et converge vers la cible car $x_\infty = x_d$.

À partir de (39) et des valeurs initiales k_0 , c_0 , $K_1(0)$ et N_0 , on peut alors expliciter les trajectoires du taux d'éco-impôt, du taux de cotisations sociales, du stock de capital polluant et de l'emploi :

$$k(t) = -1 + (1 + k_0) \left(\frac{x_0 + (x_d - x_0) e^{\frac{\beta-1}{\gamma} h x_d t}}{x_d} \right)^{\frac{\gamma}{1-\beta}} \quad (40)$$

$$c(t) = -1 + (1 + c_0) \left(\frac{x_0 + (x_d - x_0) e^{\frac{\beta-1}{\gamma} h x_d t}}{x_d} \right)^{\frac{-\alpha}{1-\beta}} \quad (41)$$

$$K_1(t) = K_1(0) \left(\frac{x_0 + (x_d - x_0) e^{\frac{\beta-1}{\gamma} h x_d t}}{x_d} \right)^{\frac{\gamma}{1-\beta}} \quad (42)$$

$$N(t) = N_0 \left(\frac{x_0 + (x_d - x_0) e^{\frac{\beta-1}{\gamma} h x_d t}}{x_d} \right)^{\frac{\alpha}{1-\beta}} \quad (43)$$

L'équilibre asymptotique est globalement stable pour toutes les conditions initiales économiquement significatives. Le taux d'éco-impôt converge monotonement vers le niveau

$k_\infty = -1 + (1 + k_0) \left(\frac{x_0}{x_d} \right)^{\frac{\gamma}{1-\beta}}$ plus élevé que le taux initial. Le stock de capital polluant décroît

et converge bien vers un niveau plus faible que l'état initial, soit $K_{1\infty} = K_1(0) \left(\frac{x_0}{x_d} \right)^{\frac{\gamma}{1-\beta}}$.

L'emploi croît de manière monotone vers le niveau asymptotique plus

élevé $N_\infty = N_0 \left(\frac{x_0}{x_d} \right)^{\frac{\alpha}{1-\beta}}$. L'évolution du taux de cotisations sociales est décroissante mais la

valeur asymptotique obtenue peut être problématique. En effet, on a

$c_\infty = -1 + (1 + c_0) \left(\frac{x_0}{x_d} \right)^{\frac{-\alpha}{1-\beta}}$. Comme $\left(\frac{x_0}{x_d} \right)^{\frac{-\alpha}{1-\beta}} < 1$, il s'ensuit $-1 + (1 + c_0) \left(\frac{x_0}{x_d} \right)^{\frac{-\alpha}{1-\beta}} < c_0$.

Cette inégalité peut être vérifiée pour un taux de cotisations asymptotique négatif, ce qui est

économiquement exclu. Pour avoir aussi $\lim_{t \rightarrow \infty} c(t) \geq 0$, il faut $x_d \geq x_0 \left(\frac{1}{1 + c_0} \right)^{\frac{1-\beta}{\alpha}}$.

Autrement dit, la cible ne doit pas être trop ambitieuse. En particulier, vouloir l'élimination à terme de tout capital polluant dans le système productif est utopique.

À titre d'illustration, les figures 1 et 2 donnent les trajectoires pour un jeu de paramètres caractéristique d'une nation qui part d'une situation marquée par l'absence d'imposition du capital et l'importance des cotisations sociales : $\alpha=1/6$; $\beta=1/6$; $\gamma=2/3$; $h=0.5$; $x_d=1$; $x_0=2$; $k_0=0$; $K_1(0)=2$; $N_0=1$; $c_0=0.4$; $p=2$; $s=1$.

Fig.1. Evolutions des taux d'éco-impôt et de cotisations sociales

Fig.2. Evolutions du capital polluant, de l'emploi et du capital polluant par tête

Reste à examiner la question de la soutenabilité budgétaire. Dans l'hypothèse où le Ministère prend le parti de maintenir en l'état les dépenses publiques et s'abstient de manipuler les taux de TVA, le solde budgétaire reflète exactement les variations des recettes fiscales directes. En notant ces prélèvements R , on a à toute date $R = p k K_1 + s c N$. Contrairement au raisonnement statique, le gradualisme a des effets dynamiques dialectiques *a priori* ambigus : l'augmentation continue de l'éco-impôt contribue à réduire l'assiette représentée par les capitaux polluants - signe que la réforme est couronnée de succès - mais l'abaissement progressif des cotisations sociales relance l'emploi et donc augmente cette assiette fiscale - autre signe du succès de la réforme. Le ripage graduel est, sous contrainte de neutralité sur les prix, pleinement efficace si les recettes fiscales ne sont pas réduites, autrement dit si les effets budgétaires positifs attachés à la hausse de l'éco-impôt et la relance de l'emploi l'emportent sur les effets négatifs induits par la baisse des cotisations et de l'assiette du capital polluant.

À toute date, les prix restent constants (règle de neutralité des prix) ainsi que les salaires nominaux pour garantir le maintien du pouvoir d'achat des salaires. L'évolution des recettes fiscales est donnée par :

$$\dot{R} = p (\dot{k} K_1 + k \dot{K}_1) + s (\dot{c} N + c \dot{N}) \quad (44)$$

En utilisant (39), (40), (41) ainsi que les identités remarquables (17) et (18), on a encore :

$$\dot{R} = \frac{\dot{k}}{1+k} \frac{\alpha}{\gamma} s N \left(\frac{1+c}{(1+k)^r} - 1 \right) \quad (45)$$

Normalement, l'éco-impôt vérifie l'inégalité $k < \frac{1}{r} - 1$, de sorte que $\frac{1+c}{(1+k)^r} - 1 > 1$, et comme $\frac{\dot{k}}{1+k} > 0$, $N > 0$ et tous les paramètres sont strictement positifs, la variation des recettes est positive. Tant que le taux d'éco-impôt reste contenu, les effets budgétaires positifs de la réforme fiscale l'emportent sur les effets négatifs comme l'illustre la figure 3 pour les paramètres donnés ci-dessus. En revanche, un taux trop élevé lamine l'assiette fiscale du capital polluant et se conjugue avec une faible collecte de cotisations sociales pour réduire les recettes et accroître le déficit public.

Fig.3. Evolution des recettes fiscales

Les objectifs de réduction de l'intensité en capital polluant, de moindre utilisation de capital polluant et de relance de l'emploi étant atteints, le ripage progressif des cotisations sociales vers une éco-imposition s'avère pleinement efficace sous deux conditions. D'une part, la cible d'intensité en capital polluant de long terme ne doit pas être trop ambitieuse sinon le taux de cotisations sociales devient... négatif. D'autre part, l'éco-impôt ne doit jamais dépasser un seuil - d'ailleurs élevé, donc pratiquement peu contraignant - au delà duquel les recettes fiscales diminuent puisque la base fiscale du capital polluant s'évapore et que les cotisations sociales sont très faibles. Cette remarque invite à s'interroger plus avant sur le rôle de l'intensité de la réaction du Ministère quand il constate un écart entre le niveau du capital polluant par tête courante et la cible recherchée. Un objectif raisonnable de long terme peut être obtenu par une succession d'étapes et chaque objectif intermédiaire va préciser la vigueur de l'intervention gouvernementale.

3.3. Gradualisme avec cible de moyen terme

Dans une perspective de moyen terme, on considère la période $[0;T]$ où l'échéance T est par exemple de l'ordre de 10 ans. Le ratio courant de capital polluant par tête est $x(t)$, le ratio de long terme est la cible "raisonnable" x_d , et la cible intermédiaire est $x(T) = x_T$, qui vérifie évidemment $x_0 < x_T < x_d$.

Le Ministère du développement durable agit encore sur l'évolution du capital polluant par tête en augmentant l'éco-impôt tant que la cible de long terme n'est pas atteinte. L'intensité de sa réaction h génère des coûts d'ajustement qu'il prend totalement à sa charge, par exemple par le biais des subventions publiques, pour ne pas perturber les comptes d'exploitation des firmes. Ces coûts d'ajustement recouvrent plusieurs domaines : mises au rebut précoce des

installations polluantes, acquisitions nouvelles de matériels éco-labellisés, formation de la main-d'œuvre aux nouvelles techniques de production, mise au point de nouvelles technologies, etc. Si les augmentations d'éco-impôt sont faibles, leurs effets en termes d'ajustement seront minimes et limités à quelques mises au rebut anticipées. À partir d'un certain niveau, les mises au rebut sont plus lourdes et induisent des acquisitions de nouveaux matériels et des programmes de formation importants. Au delà d'un autre niveau, il faut en outre engager des programmes de recherches dans les secteurs où les technologies de substitution n'existent pas encore. Ces considérations impliquent que les coûts d'ajustement sont convexes par rapport à l'intensité h , et on retiendra l'approximation quadratique simple $C(h) = C h^2$, avec $C > 0$.

Il est clair que le Ministère va chercher à minimiser les coûts d'ajustement sur la période $[0; T]$, sous contrainte de neutralité des prix. Son programme est alors :

$$\left\{ \begin{array}{l} \min \int_0^T C h^2 dt \\ \text{s.c. } \frac{\dot{x}}{x} = A h (x - x_d) \\ x(0) = x_0 \\ x(T) = x_T < x_d \end{array} \right.$$

où $C > 0$, $A = \frac{1-\beta}{\gamma} > 0$ et les conditions initiales et terminales sont données et vérifient

$$x_0 < x_T < x_d.$$

Ce problème de contrôle optimal, dans lequel h est la variable de commande et x la variable d'état, a pour hamiltonien $H = C h^2 - \lambda A h x (x - x_d)$.

La commande optimale doit vérifier $\frac{\partial H}{\partial h} = 0$, soit $2 h C - \lambda A x (x - x_d) = 0$, soit encore :

$$h^* = \frac{A}{2C} \lambda x (x - x_d) \quad (46)$$

Comme $\frac{\partial^2 H}{\partial h^2} = 2C > 0$, on est bien en présence d'un minimum.

Le système canonique est :

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\dot{x}}{x} = -A h (x - x_d) \\ \frac{\dot{\lambda}}{\lambda} = A h (2x - x_d) \end{array} \right.$$

Les taux de croissance de la variable auxiliaire et de l'intensité du capital polluant par tête sont liés par la relation $\frac{\dot{\lambda}}{\lambda} = -\frac{\dot{x}}{x} \frac{2x - x_d}{x - x_d}$. En injectant cette propriété remarquable dans

l'expression obtenue par dérivation logarithmique de (46), on tire $\frac{\dot{h}^*}{h^*} = \frac{\dot{\lambda}}{\lambda} + \frac{\dot{x}}{x} + \frac{\dot{x}}{x - x_d} = 0$.

Ainsi, la commande optimale est constante. On en déduit que le ratio du capital polluant par travailleur est régi par la loi d'évolution logistique (38). Par la condition terminale, on calcule la commande optimale :

$$h^* = -\frac{1}{A x_d T} \ln \left(\frac{x_0}{x_T} \frac{x_d - x_T}{x_d - x_0} \right) \quad (47)$$

Sur la période $[0;T]$, les résultats de la section 3 caractérisant les évolutions de taux et les évolutions de la combinaison technologique restent valables, en particulier la diminution monotone du capital polluant et du ratio capital polluant/emploi et la reprise de l'emploi. Toutefois, l'évolution du solde budgétaire est différente puisque, si les recettes croissent, la prise en charge complète des coûts d'ajustement par le Ministère de l'écologie augmente les dépenses publiques. Comme précédemment, les nouvelles recettes fiscales se montent à $R = p k K_1 + s c N$ mais il faut tenir compte des nouvelles dépenses $C h^2$, de sorte que le solde budgétaire spécifique à la réforme fiscale soit égal à $R - C h^2$.

La commande optimale restant constante dans le temps, la variation du solde est encore donnée par $\dot{R}$ qui est positive. Graphiquement, tout se passe comme si la courbe de la figure 3 est translatée vers le bas d'une quantité égale aux coûts constants d'ajustement. L'effet est d'autant plus marqué que le coefficient C , caractérisant la convexité de la fonction de coûts, est élevé.

Fig.4. Evolution du solde budgétaire

Dans la figure 4, construite avec les paramètres la section précédente, la trajectoire du solde budgétaire $C=1$ correspond à une convexité faible de la fonction de coûts d'ajustement alors que la trajectoire $C=200$, typique de coûts sévères, démarre par un déficit accru pour trouver dans un second temps le chemin des excédents. Dans tous les cas de figure, les évolutions du solde budgétaire sont favorables, et, en réalité, devraient même l'être bien plus si on tenait explicitement compte des baisses de dépenses entraînées par la diminution du chômage et l'amélioration générale de la santé publique.

En définitive, les résultats du modèle de contrôle optimal sont sans ambiguïté. La meilleure politique publique pour atteindre un objectif environnemental donné à moyen terme consiste à réagir de manière constante aux écarts constatés entre l'intensité courante en capital polluant par tête et la cible de long terme. Les choix d'objectifs intermédiaires définissent les successions de stratégies de moyen terme du Ministère et permettent d'augmenter par étapes la qualité de la durabilité vers l'état raisonnable souhaitable par diminutions séquentielles du ratio de capital polluant par tête (figure 5), sans dérapage des prix et de la compétitivité des entreprises et avec amélioration progressive des finances publiques.

Fig.5. Trajectoires contrôlées du ratio de capital polluant par tête

Conclusions

Quels commentaires appelle cette analyse d'un projet de réforme fiscale consistant à remplacer les cotisations sociales à la charge de l'employeur par un éco-impôt sur le capital polluant ? Au fil des développements, on a engrangé un certain nombre de convictions et de certitudes.

L'étude d'une réforme de la fiscalité proposant la suppression des cotisations sociales à charge de l'employeur compensée par une imposition du capital n'est pas nouvelle. Elle demeure licite au regard des problèmes d'emploi qui restent malheureusement d'actualité. Les réticences à l'idée d'une taxation du capital n'ont pas lieu d'être sur le plan de la théorie économique. Cet article diverge des travaux antérieurs sur la nature du ripage fiscal puisqu'il prône la création d'une éco-impôt sur le capital polluant. S'il y a consensus, volonté politique et sociale, autour de la question du développement industriel durable, il n'y a pas de raison qu'une éco-imposition de cette nature soit mal perçue, sabotée ou rejetée. Dans cet environnement idéal favorable, l'étude des impacts de cette réforme fiscale est légitime, nécessaire et urgente.

La réforme fiscale envisagée nécessite que soit clairement défini ce qu'est un bien (ou un service) de production répondant au critère du développement industriel durable. Elle requiert un travail théorique de conceptualisation, suivi d'un travail statistique lourd, d'abord de construction d'une nomenclature sur la nature polluante et le degré de pollution des capitaux actuels, ensuite d'élaboration systématisée de comptes.

Une fois reconnue la dichotomie entre "capitaux durables" et "capitaux polluants", il est impératif de déterminer le rôle actuel de ceux-ci dans la fonction de production macroéconomique. L'économétrie devrait être utilisée pour calculer les élasticités de ces deux facteurs sur la production. Ce point est essentiel car il conditionne l'ampleur des résultats théoriques et pratiques.

Au niveau théorique, les enseignements suivants sont assurés en économie fermée :

1. L'instauration d'une éco-imposition sur les capitaux polluants déforme sans ambiguïté les choix technologiques des firmes désireuses de minimiser leur coût de production. Le poids relatif des capitaux polluants baisse alors que le poids relatif des capitaux « propres » et surtout de l'emploi augmente.

2. La demande de travail augmente, mais, dans le cadre du modèle restreint utilisé, il n'est pas possible de déterminer si la réforme fiscale mène ou non au plein emploi. L'occurrence d'un sur-emploi n'est d'ailleurs pas exclue.

3. Le poids relatif du capital durable augmente dans la combinaison technologique. On pressent que ce phénomène favorise l'éclosion et le développement de secteurs innovateurs.

4. De façon quelque peu inattendue, la réforme fiscale s'insère parfaitement dans les politiques de lutte contre l'inflation. Quelles que soient les caractéristiques techniques et économiques des pays mettant en place la réforme, il existe deux règles précises pour fixer le taux d'éco-impôt sur le capital polluant qui garantit soit la stabilité des prix soit la neutralité budgétaire. Elles sont fondamentalement sous-tendues par l'ampleur des phénomènes de substitution, entraînant la réduction importante des capitaux polluants devenus très coûteux et l'augmentation de l'emploi, devenu beaucoup moins coûteux par la disparition des cotisations sociales. L'objectif de stabilité des prix s'accompagne toujours d'une amélioration du solde budgétaire garantissant la pérennité des comptes sociaux.

5. En disposant du pouvoir réglementaire nécessaire, un Ministère du développement durable peut modifier la fiscalité directe en vue de réduire l'utilisation des capitaux polluants et d'augmenter l'emploi sans dérapage inflationniste. Deux formules sont envisageables. Chacune d'elles répond au cahier des charges d'un développement industriel durable. Mais, comparé à la thérapie de choc, le gradualisme jouit de deux avantages majeurs : il permet d'atteindre une cible de durabilité prédéfinie ; il laisse aux firmes le temps de s'adapter aux nouvelles trajectoires technologiques.

6. Il est possible d'atteindre une cible lointaine de qualité de durabilité par étapes successives, assimilables à des périodes de moyen terme. À cette fin, les taux de fiscalité devraient être déterminés en fonction de deux critères : d'une part, l'écart entre la qualité constatée en début de période et la qualité recherchée dans le long terme ; d'autre part, la qualité recherchée en fin de période. Pour minimiser les coûts d'ajustement induits par la réforme, les règles d'intervention doivent être impérativement calculées en début de période et rester invariables sur toute la période.

C'est moins à l'échelon national qu'international que les problèmes de qualité environnementale se posent. La mesure fiscale proposée n'a de sens que si elle est appliquée à l'échelon géographique le plus large possible. À ce sujet, le souci de la durabilité est moins souvent invoqué qu'un argument économique. Une stratégie individuelle serait vouée à l'échec parce que la nation innovatrice court le risque de délocalisations massives par les firmes en quête de matières premières et de capitaux polluants à bas coûts. En réalité, rien n'est moins sûr. Les thèmes du comportement des firmes, de la neutralité sur les prix et de la neutralité budgétaire ont été systématiquement repris en économie ouverte. On a pu montrer que les conclusions obtenues en économie fermées sont toutes, sans aucune exception, transposables en économie ouverte. À la réflexion, c'est logique : la réforme fiscale proposée fait intervenir deux taux (cotisations et éco-impôt) contrôlés par les pouvoirs publics nationaux ; les firmes nationales en tiennent compte dans leurs calculs de coûts de production ; mais comme la réforme se veut indolore sur les prix, la position de la nation vis à vis de ses partenaires reste la même : la compétitivité-prix n'est pas dégradée par l'éco-imposition et la position extérieure n'a aucune raison de se détériorer.

Il reste cependant une limite au modèle développé dans cet article. Si la réforme préconisée déforme bien la combinaison technologique, la nouvelle trajectoire est encore trop timide au regard des principes qualifiant un authentique développement industriel durable. Il existe bien un mécanisme expliquant la remise en cause d'une sur utilisation de capitaux polluants, mais il faudrait injecter un second mécanisme incitant durablement les firmes à améliorer les technologies dans le sens recherché. Pour l'instant, le "grand livre des techniques" reste figé. Au lieu de faire intervenir un progrès technique exogène - commodité toujours peu satisfaisante, il conviendrait d'endogénéiser cette composante. Comme la règle de neutralité sur les prix a cette vertu de desserrer la contrainte budgétaire des administrations publiques, l'Etat est un candidat tout trouvé pour impulser et pérenniser une politique de recherche au service de la durabilité.

Artus P., H. Sterdyniak et P. Villa (1980), « Investissement, Emploi et Fiscalité », *Economie et statistique*, n°127, novembre, pp. 115-127.

Bovenberg A. et R. de Mooij (1994), "Environmental Levies and Distortionary Taxation", *American Economic Review*, 84(4), pp. 1085-1089.

Bovenberg A. et F. van der Ploeg (1996), "Optimal Taxation, Public Goods and Environmental Policy with Unvoluntary Unemployment", *Journal of Public Economics*, 62, pp. 52-83.

Bovenberg A. et F. van der Ploeg (1994), "Environmental Policy, Public Finance and Labour Market in a Second Best World", *Journal of Public Economics*, 55(3), pp. 349-390.

Chiroleu-Assouline M. et M. Fodha (2006), « Double Dividend Hypothesis, Golden Rule and Welfare Distribution », *Journal of Environmental Economics and Management*, 51(3), pp. 323-335.

Chiroleu-Assouline M. et M. Fodha (2005), « Double Dividend with Involuntary Unemployment : Efficiency and Intergenerational Equity », *Environmental and Resource Economics*, 31(4), pp. 389-403.

Chiroleu-Assouline M. (2001), « Le double dividende. Les approches théoriques », *Revue française d'économie*, 16(2), pp. 119-147.

Dayan L (2003), « La durabilité, un concept holistique », in *Ce que développement durable veut dire. Regards Croisés. Avis d'Experts*. Ed. d'Organisation. Paris.

Dayan L. et B. Dupont (2008), « Une alternative aux taxes environnementales ? Remplacer les charges sociales par un éco-impôt sur le capital polluant », *La Tribune* 10/07/2008.

Dayan L. et B. Dupont (2007), « Et si on remplaçait les charges sociales par un impôt sur le capital polluant? », *Le Figaro*, 6 décembre 2007.

Gherzi F. et J-C Hourcade (2006), « Macroeconomic Consistency Issues in E3 Modeling : The Continued Fable of the Elephant and the Rabbit », *The Energy Journal*, pp. 39-62.

Goulder L. (1995), "Environmental Taxation and the "Double Dividend". A reader's Guide". *International Tax and Public Finance*, Springer, vol. 2(2), pp. 157-183.

Harberger A.C (1962), "The incidence of the Corporation income Tax", *Journal of Political Economy*, 70(3), pp. 215-240.

Lemiale L. et P. Zagame (1998), "Taxation de l'énergie, efficience énergétique et nouvelles technologies : les effets macroéconomiques pour six pays de l'Union européenne" in Schubert K. et P. Zagame *L'environnement. Une nouvelle dimension de l'analyse économique*, Vuibert, Paris.

Lightart J.E (1998), « The Macroeconomic Effects of Environmental Taxes: A Closer Look at the Feasibility of the "Win-Win" Outcomes », *Working Papers of the International Monetary Fund*, Washington, 98/75.

Lightart J.E et F. van der Ploeg (1996), « Optimal Government Policy, the Environment, Employment and Tax Shifting » in Carraro C. et D. Siniscalco *Environmental Fiscal Reform and Unemployment*, Kluwer Academic Publishers.

Maurice J. et P. Villa (1980) Fiscalité et choix de la technique de production vus à travers une réforme de l'assiette des charges sociales, *Annales de l'INSEE*, n°38/39, pp. 97-122.

Nicodème G. (2009), « Corporate income tax and economic distortions », *TAXUD Taxation Papers*, n°33065, European Commission.

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