

UN MODELE DE STRATEGIE FISCALE POUR LA DURABILITÉ ¹

Éco-imposition du capital polluant et défiscalisation de l'emploi

Léo Dayan* & Bernard Dupont **

Résumé : Après avoir rappelé la condition pratique de la mise en œuvre de la durabilité, *la construction d'une économie d'éco-liasons*, ce papier expose un modèle de stratégie fiscale pour l'emploi, pour l'environnement et pour l'équilibre des comptes sociaux permettant à l'Etat d'orienter avec efficacité, équité et au moindre coût pour les ressources publiques, les acteurs du marché vers les trajectoires technologiques durables.

En remplaçant progressivement la part des cotisations sociales à la charge de l'employeur par un éco impôt sur le capital polluant, la déformation de la fonction de production, provoquée par une fiscalité directe favorable au capital non polluant et au travail, protège préventivement la nature et la santé humaine et augmente le volume de l'emploi le pouvoir d'achat mesuré en produits durables. La fixation conjointe et combinée du taux de cotisations sociales et du taux d'éco-impôt sur le capital polluant permet l'équilibre des comptes sociaux, garantit la stabilité globale des prix et assure la neutralité budgétaire de la réforme fiscale.

Mots clés: éco-liasons; éco-impôt; emploi; cotisations sociales; stratégie fiscale; technologies de la durabilité

Abstract : After having reminded of the practical condition to implement sustainability, the eco links economy, this paper proposes a fiscal strategy model for full employment, for environment and for balance of the welfare allowing the public authorities to guide the market, with efficiency, equity and the slightest cost in public resources, towards sustainable technological trajectories.

Replacing gradually the social welfare cost paid by the employer by an eco-taxation based on polluting capital, the deformation of the production function, caused by a direct tax favourable to nonpolluting capital and to labour, enables the preventive environment protection and increases the volume of employment and the consumers' purchasing power in sustainable products. The joint and combined determination of the social security contributions and of the eco-taxation rate on polluting capital maintains the balance of the welfare accounts and guarantees price global stability and budget neutrality.

Keywords: eco-links; eco-tax; employment; welfare cost; fiscal strategy; industrial sustainability

JEL : C61, E62, H22, O23, Q56, Q56

¹ Version en français du texte "Èko-nalogooblozenie kapitala, zagriznjajuscego okruzajuscuju sredu, i snizenie nalogov na trud" publié en russe en septembre 2009 par les mêmes auteurs dans la revue académique : Izvestiya Uralskogo Gosudarstvennogo Universiteta. n° 1/2(64), et traduit en anglais, en espagnol et en portugais.

* Université de Paris1-Panthéon-Sorbonne. Directeur scientifique de l'APREIS. leo.day@apreis.org

** Université des Sciences et Technologies de Lille. Conseiller scientifique de l'APREIS. Bernard.Dupont@univ-lille1.fr

UN MODÈLE DE STRATÉGIE FISCALE POUR LA DURABILITÉ

La diminution quantitative et la maîtrise qualitative des flux et des stocks de matière, d'énergie et de déchets est la condition pratique de la mise en œuvre de la durabilité. (Erkman,1998; Dayan, 2002). Elles doivent s'accompagner de sa condition sociale, la solidarité avec les plus démunis (Dayan, 2002)

Les politiques publiques, qui contribuent à prévenir les risques pour l'environnement et la santé et à promouvoir des modes de développement écologiques permettant la compétitivité, le plein emploi et l'équilibre des comptes sociaux, supposent l'élaboration d'une stratégie et ont naturellement un coût. Pour mettre en œuvre cette stratégie, il est nécessaire non seulement d'évaluer ce coût mais aussi de proposer des modes de financement qui tiennent compte des réalités économiques et intègrent le souci de l'équité.

1. L'environnement : l'économie des taxes ?

La 6^{ème} commission du Grenelle, intentionnellement et significativement intitulée "*Promouvoir des modes de développement écologiques favorables à la compétitivité et à l'emploi*", ouverte en octobre 2007, avait pour tâche d'évaluer les dépenses induites et de proposer les modes de financement. Le titre III de la loi, intitulé « *Prévention des risques pour l'environnement et la santé* », adopté, à la suite des travaux de cette commission, par l'Assemblée Nationale en date du 23 Septembre 2008, comporte l'article 31 qui affirme que « *la réduction des atteintes à l'environnement contribue à la compétitivité des entreprises* » et énonce que « *la sobriété dans la consommation des matières premières, notamment par la prévention des pollutions et des déchets, fournit un élément essentiel d'une nouvelle économie. La mise en œuvre de cette politique sera fondée sur les principes de précaution, de substitution, de participation et de pollueur-payeur (...)*»².

De toutes les mesures de financement envisagées, l'instauration de taxes écologiques affectant les biens polluants a été présentée par nombre d'experts de la commission comme une des mesures stratégiques principales et le mode essentiel de financement des nouvelles politiques publiques encourageant la prévention des pollutions. Notamment, et entre autres, une taxe carbone pour réduire les émissions de CO2.

Certes une modélisation macro-économique a montré que l'instauration, sous certaines conditions, d'une taxe carbone serait globalement neutre pour l'économie³. Or non seulement la protection environnementale ne se réduit pas à la lutte contre les dérèglements climatiques et la durabilité ne se limite pas à la question environnementale mais, et à vrai dire, on voit mal comment, dans une perspective où le pouvoir d'achat des consommateurs serait encore plus réduit, où aucune alternative crédible à la dépendance aux carburants fossiles n'est encore réunie du côté offre et où les ressources budgétaires de l'Etat pourraient être mises à contribution, une fiscalité indirecte accrue et une taxation différenciée reposant sur le système du bonus-malus, pourraient être à l'origine d'une « nouvelle économie » fondée sur la sobriété dans la consommation des matières premières et dans la production de déchets.

Faudrait-il en conclure que le carcan économique est devenu bien peu réformable et que les traits des économies contemporaines, conjoncturels et structurels, s'opposent aux politiques

² Il est à remarquer que cet énoncé des principes avait disparu des premières versions du projet de loi. Sa restauration, *in fine*, réintroduit le principe de précaution inscrit dans la Constitution française.

³ « *Effet de serre, modélisation économique et décision publique* » Commissariat au Plan, 2002

publiques novatrices ? Toute hausse des prix à la consommation des biens polluants devrait être le résultat d'une stratégie longue de la durabilité visant à la réduction de leur production et non le point d'entrée d'une stratégie publique en porte-à-faux avec les réalités économiques et sociales dont la question de l'emploi, et les impératifs de la durabilité, dont le respect de l'équité.

La taxation environnementale, qui privilégie la sanction monétaire, nourrit l'inflation et fait porter la charge environnementale sur les consommateurs au lieu d'encourager l'innovation productive. L'internalisation des coûts sociaux de la pollution et, plus généralement le principe "pollueur-payeur", peuvent certes être nécessaires et d'un certain effet mais restent un leurre s'ils ne sont pas mis au service d'une stratégie globale pour la durabilité⁴ et s'ils ne s'appliquent pas à la source des dérèglements écologiques, de tous les dérèglements.

Des écotaxes "volontaires" ou obligatoires, censées compenser ou décourager les consommations polluantes et financer les activités de dépollution, conduisent non seulement à l'iniquité sociale et spatiale (plus on peut payer, plus on peut polluer) mais aussi à valoriser une stratégie de croissance cherchant à limiter ou à réparer les impacts des activités humaines et non à les prévenir (plus on se donne les moyens de dépolluer, plus on peut polluer).

De fait, le marché oriente l'investissement et la recherche dans les innovations sectorielles amendant les technologies existantes au lieu de changer les modes de production (Dayan, 2002). Cette approche incrémentale et "end of pipe" ne conduit pas une économie à la sobriété dans la consommation de matière mais à la complexification de ses réglementations et elle n'évite pas la dégradation des comptes publics et sociaux mais déplace spatialement et transfère socialement la charge écologique sur les plus démunis. Elle est coûteuse, pernicieuse, inéquitable et globalement incohérente (Dayan, 2002), elle fait de la durabilité moins un projet séduisant qu'une charge vaine et sans fin pour la société toute entière et un exercice de communication.

Il y a des impératifs d'évitement du chômage, des dérapages monétaires, des dérives des marchés financiers, des déficits publics, des délocalisations et des inégalités sociales et géographiques croissantes et il y a urgence de mettre en œuvre les conditions du développement durable. Ces deux registres entrent en conflit tant que le second prend le pas sur le premier et que la durabilité se résume à l'environnemental. Pourtant cette opposition est réductrice et sa fatalité est factice. Notre axiome premier, qui est celui du laboratoire APREIS⁵, est que les mesures de prévention des menaces écologiques devraient chercher la pertinence et l'équité de leurs contenus dans la recomposition des modes de production.

Cette recomposition doit favoriser la compétitivité et le pouvoir d'achat, tous deux recherchés et mesurés en termes de biens durables. Elle exige d'encourager les technologies industrielles soucieuses de la productivité des ressources naturelles.

2. la durabilité: l'économie des liens

L'économie des éco-liasons privilégie la productivité globale des ressources naturelles, la qualité de l'information et la sûreté des produits plus que la productivité du travail. Elle ne produit que les biens dont chaque déchet peut devenir, "wall to wall", ressource pour la production d'un autre ou du même bien. Elle fournit, "from cradle to cradle", des biens « propres », des biens durables au regard de leur cycle global de vie au sein de toute la chaîne des éco liaisons. L'économie est ainsi configurée en un quasi écosystème.

⁴ La durabilité ouvre un nouveau champ scientifique, esthétique, éthique et culturel : le lien-le lié-le liant. Elle requiert de porter attention aux interrelations, aux interactions et aux interdépendances opérant à l'intérieur et entre tous les domaines du monde, de la connaissance et de l'action. "Ce que développement durable veut dire". Léo Dayan (2003) <http://www.apreis.org/docs/dayan-avisexpert.doc.pdf>

⁵ Acteurs, Pratiques, Recherches Européennes et Internationales pour le Développement Durable: <http://www.apreis.org>

Cette économie déconnecte la création de richesse de l'accroissement des prélèvements de matières sur la nature. Elle permet donc la sobriété dans le prélèvement de matières nouvelles non renouvelables ou non réutilisables et évite la production des polluants dont le cycle de vie est non confiné et non étanche. Elle requiert de créer les conditions qui encouragent des coopérations ponctuelles et stratégiques « *over the fence* » entre les entreprises pour permettre de mettre en boucle leurs cycles de production et de participer à la mise en boucle du cycle économique (production, consommation) au sein même de leurs rivalités. En ce sens, la notion floue de développement durable se précise grâce à celle de développement industriel durable (Frosch et Gallopoulos, 1989; Côté, 1995; Cohen-Rosenthal, 1998; Lowe 1997; Erkman 1998) et à la mise en place d'une économie des éco-liaisons, économie de la durabilité (Dayan, 2001 ; Dayan et Dupont, 2007).

En rapprochant les zones de production et de réutilisation des déchets, en valorisant les ressources locales, dont les déchets et les savoirs faire locaux, l'économie des éco-liaisons permet un meilleur usage des économies d'échelle et offre une stratégie opérationnelle globale en faveur de l'attractivité territoriale et de la relocalisation des entreprises et des emplois.

Cette nouvelle économie permet aux entreprises d'être performantes par la qualité de leurs connaissances, par l'intensité de leurs liens coopératifs et par la réduction des coûts des inputs, de transport, du traitement des déchets et de la réglementation environnementale et non par la réduction des effectifs, la baisse des coûts salariaux ou la délocalisation. Elle aboutit au glissement du centre de gravité mondial du pouvoir économique vers la gestion locale de la durabilité globale. Elle est essentiellement territorialisée.

Se préoccuper de la productivité des ressources, c'est aussi encourager le travail, le développement de la formation et l'ingénierie humaine. Ne plus restreindre l'embauche, viser le plein emploi des potentialités humaines, devient une des conditions de mise en œuvre des éco-liaisons.

Les politiques publiques qui se servent de la fiscalité pour des fins environnementales devraient donc être conjuguées avec celles de l'emploi. Autrement dit, pour rendre accessible les biens alternatifs durables et pour prévenir les dégâts écologiques à la source, cette fiscalité doit concerner conjointement les deux facteurs de production : capital et travail

3. La durabilité : libérer l'emploi et dépolluer le capital.

Imposer 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 (J. Maurice et P. Villa, 1980; P. Artus, H. Sterdyniak et P. Villa, 1980; J. Pisany-Ferry, H. Sterdyniak et P. Villa, 1984) pour mesurer l'impact des modifications fiscales sur l'investissement, l'emploi et le choix de la technique de production étaient parvenues à la conclusion suivante : *"Il est vain de chercher à étudier des politiques fiscales qui ne taxeraient pas le capital puisqu'elles n'ont pas d'impact direct sur le choix des facteurs si elles maintiennent l'équilibre budgétaire. Par contre, des politiques qui taxent l'investissement semblent efficaces."* Dont acte. Toute réforme fiscale "neutre" (pour les pouvoirs publics) ne peut pas impulser les choix technologiques effectués par les entreprises si elle est concentrée sur l'impôt indirect. En revanche, imposer 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 dernière 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 effets pervers (récession des industries de biens d'équipement, baisse du taux d'investissement et réduction de la croissance). Il n'en reste pas moins que, sur le plan de la rationalité économique, seule une fiscalité appropriée des facteurs de production a une réelle

chance de rendre efficace une politique publique au service du développement durable et de l'emploi.

Notre étude diverge des travaux antérieurs sur la nature du ripage fiscal préconisé puisqu'elle propose la création d'une éco-impôt sur le capital polluant.

Elle part, pour simplifier, du principe que le capital productif est partagé - partitionné - en deux catégories qui renvoient au clivage "durable"/"non durable": les biens capitaux à potentiel polluant élevé et les biens capitaux satisfaisant au critère éco-industriel. A partir de cette nomenclature, on envisage une réforme fiscale assise, en deux mots et en deux mesures sur l'imposition directe des capitaux polluants et la détaxation simultanée du travail. Seules les cotisations patronales seraient supprimées afin de préserver les comptes sociaux et de favoriser l'embauche.

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 durable dans les processus productifs.

Notre but est de justifier rigoureusement la faisabilité théorique d'un tel ripage fiscal et d'en étudier soigneusement les conséquences. A cet effet, on veut étudier les options qui s'offrent à un Ministère du développement durable disposant d'un plein pouvoir réglementaire fiscal dans un environnement social marqué par un large consensus sur l'exigence du développement 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 cinq volets : réduction dans l'utilisation des capitaux non durables, relance de l'emploi; accroissement du pouvoir d'achat en termes de biens propres, stabilité globale des prix et son corollaire : préservation de la compétitivité globale des prix et de l'équilibre budgétaire.

4. Un modèle de stratégie fiscale au service de la durabilité

Nous utilisons un modèle macroéconomique 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. Sous hypothèse de concurrence pure et parfaite, on obtient le prix à la production et le prix à la consommation par application du taux de TVA moyen. Seront successivement envisagés les cas d'une économie fermée et d'une économie ouverte.

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.

Nous explorons 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 qualitative de durabilité 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, le Ministère s'impose d'atteindre une cible chiffrée de durabilité 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.

4.1. 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.

4.1.1. 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 sociales⁶, 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 and 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, qui sont taxés au taux k .

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 .

4.1.2. 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 : $C(K_1, K_2, N) = rp(1+k)K_1 + rpK_2 + s(1+c)N$. 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

⁶ 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.

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 constants : $Q = K_1^\alpha K_2^\beta N^\gamma$ avec $0 < \alpha < 1$, $0 < \beta < 1$, $0 < \gamma < 1$, $\alpha + \beta + \gamma = 1$.

Le programme de la firme représentative est par conséquent :

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

A 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 ordre⁷ :

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

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

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

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

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

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

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

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

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 :

⁷ 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.

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

Quelque 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 dite "sociale" dans l'actualité - 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 de l'écologie 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.

A 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 $\frac{\partial N}{\partial k} = \alpha \frac{N}{1+k} > 0$,

mais cet effet est de moins en moins important avec l'augmentation de k car $\frac{\partial^2 N}{\partial k^2} = \alpha(\alpha-1) \frac{N}{(1+k)^2} < 0$. De la même manière, elle stimule la demande de capitaux

propres puisque $\frac{\partial K_2}{\partial k} = \alpha \frac{K_2}{1+k} > 0$ avec un phénomène de décroissance :

$\frac{\partial^2 K_2}{\partial k^2} = \alpha(\alpha-1) \frac{K_2}{(1+k)^2} < 0$. A l'inverse, elle contrarie la demande en capital polluant

puisque $\frac{\partial K_1}{\partial k} = -(\beta+\gamma) \frac{K_1}{1+k} < 0$, mais cet effet est de moins en moins marqué car K_1 est

convexe par rapport à k : $\frac{\partial^2 K_1}{\partial k^2} = (\beta+\gamma)(1+\beta+\gamma) \frac{K_1}{(1+k)^2} > 0$.

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.

4.1.3. Expressions des prix de production et de vente

A 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 :

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

A 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 :

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

ainsi que le prix de vente :

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

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 :

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

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

4.1.4. 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 :

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

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 :

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

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

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

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 capitalistique 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 $p_c = p^v p_j^{1-v}$ où v est la part des produits importés dans les produits de consommation s'écrit :

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

et le prix à la consommation TVA comprise est :

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

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

4.2. 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 ripper 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.

4.2.1 Neutralité sur les prix

Le ripage sera dite 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 $(1+c)(1+k)^{\alpha/\gamma}$ doit rester constante dans (15) et (16).

Pour le prix à la production, on donc a 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 :

$$\begin{aligned} & \text{coût HT du capital polluant} \times \text{augmentation de l'écotaxe} \\ & \quad + \\ & \text{coût HT du travail} \times \text{diminution des cotisations sociales} \\ & = 0 \end{aligned}$$

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.

4.2.2. 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 car les pouvoirs publics savent que son effet sur la combinaison technologique est nul. 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 budgétaire⁸.

Ce résultat ouvre des perspectives importantes de politique publique. Dans le capitalisme international contemporain, tout dérapage inflationniste est sanctionné par des pertes de compétitivité-prix, des pertes de marchés internationaux, 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 $\frac{dS}{pQ} = \frac{\alpha}{r} \frac{dk}{1+k} + \gamma \frac{dc}{1+c}$, la règle de

$$\text{neutralité des prix implique : } \frac{dS}{pQ} = \gamma \left(1 - \frac{1}{r}\right) \frac{dc}{1+c} < 0.$$

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.

4.2.3. 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

$(1+k)^{\frac{\alpha}{1-(1-\gamma)u}} (1+c)^{\frac{\gamma}{1-(1-\gamma)u}}$ reste constant, ce qui revient à $(1+k)^\alpha (1+c)^\gamma = \text{constante}$, soit

$$\text{encore, en différenciant : } \frac{dk}{1+k} = -\frac{\gamma}{\alpha} \frac{dc}{1+c}.$$

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'intuition⁹, 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

⁸ Du moins, tant que le taux d'intérêt reste inférieur à 100%.

⁹ Intuition qui sous-tend nombre de remarques critiques adressées au ripage fiscal proposé par APREIS (Dayan L. et B. Dupont, 2007).

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.

4.3. Gradualisme avec cible de durabilité environnementale

4.3.1. 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 :

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

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. A 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. Cette section explore par conséquent un scénario incontestablement plus proche du terrain qui peut être qualifié de réforme fiscale gradualiste.

4.3.2. 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 travailleur $\frac{K_1}{N}$: $E = \varphi(K_1 / N)$ avec $\varphi'(K_1 / N) < 0$. Ainsi, moins la combinaison technologique courante est utilisatrice de capitaux polluants, plus la qualité environnementale s'améliore.

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 K_1/N et l'intensité en capital polluant désiré $(K_1/N)^d$. 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 :

$$\frac{\dot{k}}{1+k} = h(K_1/N - (K_1/N)^d) \quad (34)$$

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) :

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

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

Afin d'alléger les écritures, posons $x = K_1/N$ et $x_d = (K_1/N)^d$. D'une part, $\frac{\dot{k}}{1+k} = h(x - x_d)$

et d'autre part, $\frac{\dot{x}}{x} = \frac{\dot{K}_1}{K_1} - \frac{\dot{N}}{N} = \left(-1 - \frac{\alpha}{\gamma}\right) \frac{\dot{k}}{1+k} = \frac{\dot{N}}{N} = \frac{\beta-1}{\gamma} \frac{\dot{k}}{1+k}$, de sorte 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 $x_\infty = x_d$.

A 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 $\lim c(t) \geq 0$, 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.

A 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

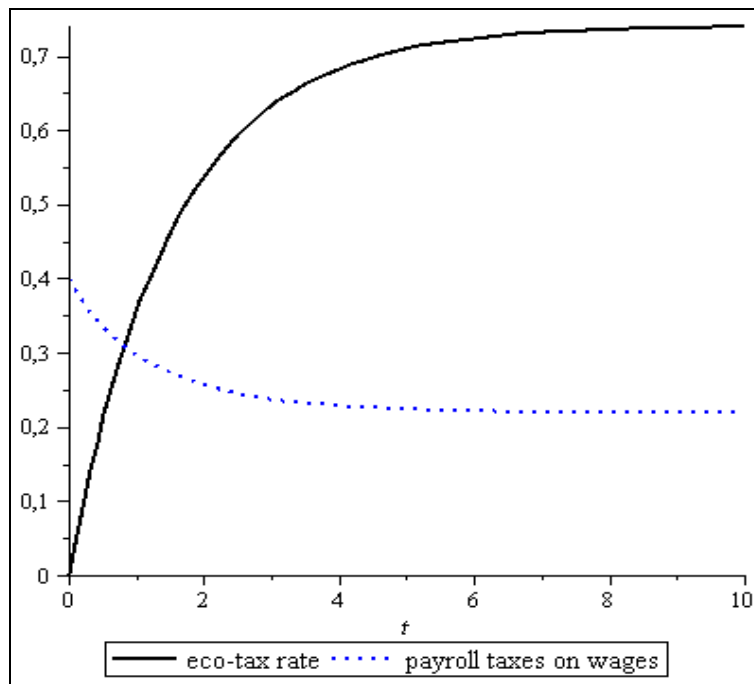
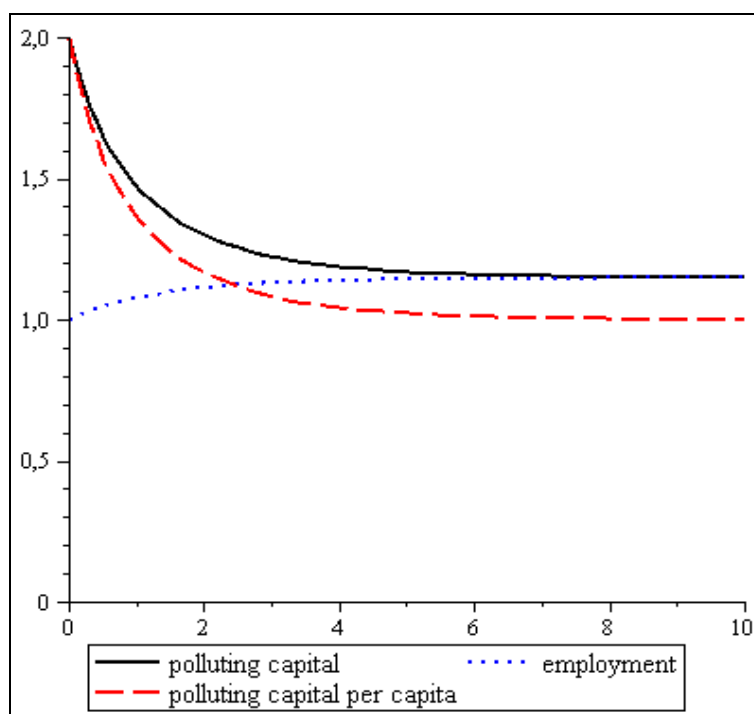


Fig.2. Evolutions du capital polluant, de l'emploi et du capital polluant par tête



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.

A 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 :

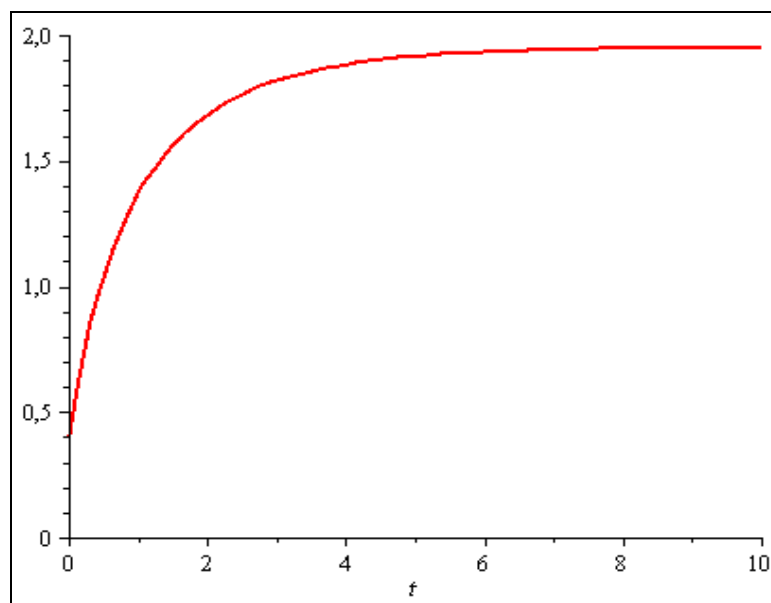
$$\dot{R} = \frac{\dot{k}}{1+k} \frac{\alpha}{\gamma} s N \left(\frac{1+c}{(1+k)r} - 1 \right) \quad (45)$$

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.

4.4. Gradualisme avec cible de moyen terme

Dans une perspective de moyen terme, on considère la période $[0;T]$ où l'échéance T est de l'ordre de quelques années, par exemple de 5 à 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. A 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 $C(h) = Ch^2$, 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 :

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

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 $2hC - \lambda A x(x - x_d) = 0$, 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 :

$$\begin{cases} \dot{x} = -A h(x - x_d) \\ \dot{\lambda} = A h(2x - x_d) \end{cases}$$

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 $\frac{\dot{h}^*}{h^*} = \frac{\dot{\lambda}}{\lambda} + \frac{\dot{x}}{x} + \frac{\dot{x}}{x - x_d} = 0$.

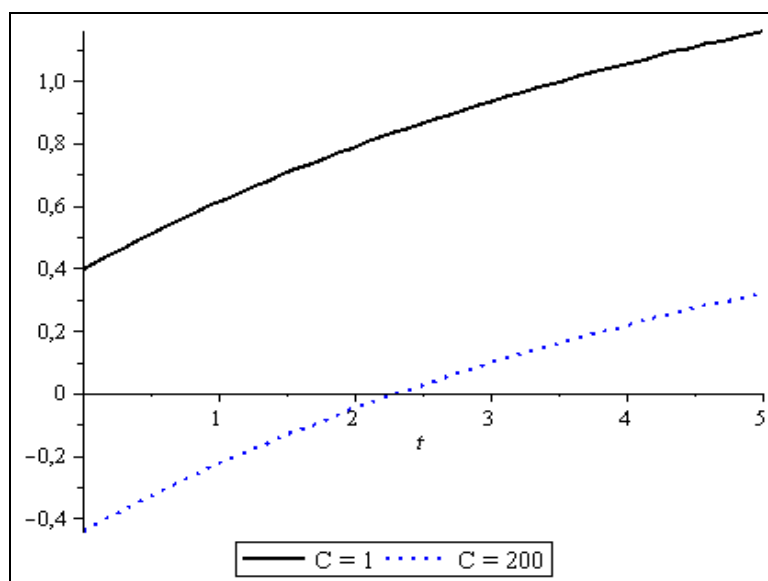
Ainsi, la commande optimale est constante. On en déduit que le ratio du capital polluant par travailleur est régi par la loi d'évolution logistique (38). Par la condition terminale, on calcule la commande optimale :

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

Sur la période $[0; T]$, les résultats de la section 4.3 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.

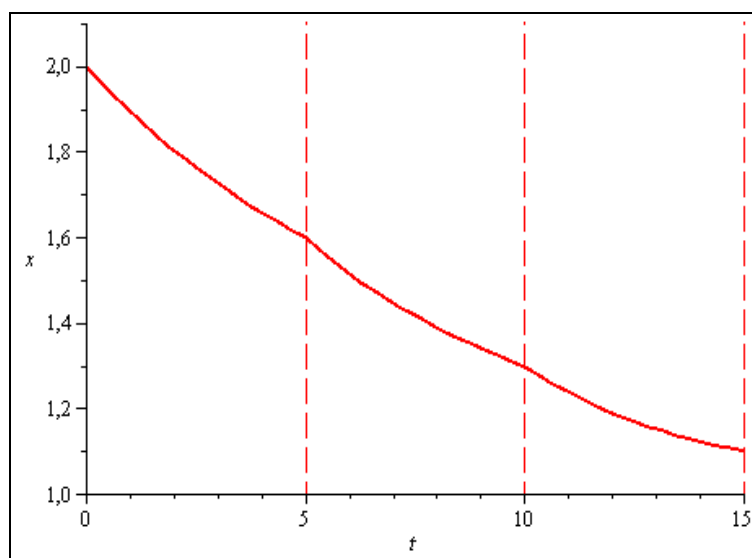
Fig.4. Evolution du solde budgétaire



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 révolution 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.

Les réticences à l'idée d'une taxation du capital n'ont pas lieu d'être sur le plan de la théorie économique. S'il y a consensus, volonté politique et sociale, autour de la question du développement industriel durable, il n'y a pas non plus raison qu'une éco-imposition de cette nature soit mal perçue, 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 :

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. Il ne fait pas appel à l'arme antique du contrôle des

prix, incompatible avec le libre marché européen. Il permet de penser en termes de transition en intégrant les délais que demande le changement de la combinaison productive et des trajectoires technologiques. A défaut, les entreprises redevables d'un éco-impôt risqueraient de le répercuter dans le prix de vente et provoquer indûment un transfert massif de sa charge sur les consommateurs dans les secteurs d'activité où la concurrence sur les produits similaires durables n'existe pas.

6. Il est possible d'atteindre une cible lointaine de qualité de durabilité par étapes successives, assimilables à des périodes de moyen terme. A 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.

7. Si la réforme préconisée déforme bien la combinaison technologique dans le sens de la durabilité puisqu'elle crée un mécanisme qui remet en cause une sur-utilisation de capitaux polluants, le développement durable ne peut demeurer prisonnier des hypothèses du modèle développé dans cet article. Par commodité, on y a supposé que le «grand livre des techniques» restait figé, d'où cette conséquence que les taux de cotisations sociales et d'éco-impôt font évoluer les trajectoires technologiques dans un carcan pré défini et que le ripage fiscal bute sur des seuils limites. De facto, les conclusions de ce modèle de base suggèrent un prolongement plus ambitieux, dans lequel serait réglé le souffle d'un dynamisme plus puissant qui inciterait les firmes à rompre avec des innovations technologiques incrémentales et à les orienter vers des technologies d'éco-liaisons. Pour le formaliser, il faudrait abandonner la simplification d'un progrès technique exogène et endogénéiser cette composante majeure du développement en la considérant comme l'effet des synergies de la combinaison du travail et du capital non polluant. En effet la durabilité n'est pas une addition de composantes. Sa condition et le processus de sa mise en œuvre sont le développement des liens et des coopérations "over the fence", permettant à l'économie de s'organiser en un écosystème, ce qui requiert de donner plein cours à l'ingénierie humaine, aux flux du capital immatériel et à la recherche appliquée au service de la durabilité.

La règle de neutralité sur les prix a cette vertu de desserrer la contrainte budgétaire des administrations publiques et de libérer des ressources pour financer le développement de cette nouvelle économie, l'économie interactive des liens.

En raison du retrait progressif des technologies polluantes - qui ne peut être total en raison de la substituabilité partielle du capital polluant et du capital non polluant -, d'autres outils fiscaux doivent être requis mais dans la trajectoire dynamique d'une économie plus durable et dans un contexte renouvelé de plein emploi et de recul des coûts sociaux générés par la précarité et les maladies liées à la dégradation de l'environnement. Ces outils devraient abonder les comptes sociaux dont l'assiette de prélèvement pourrait se rétrécir dès lors que toute la part des cotisations sociales à la charge de l'employeur serait supprimée et que le taux d'imposition du capital polluant atteindrait ses limites économiques et ses vertus préventives dans le domaine de la protection environnementale.

Certes ce n'est pas seulement à l'échelon national que les problèmes de la durabilité doivent être pensés, la mesure fiscale proposée prendra tout son sens en s'appliquant à l'échelon géographique le plus large possible. Mais en ce domaine, le souci de la durabilité est moins souvent invoqué qu'un argument économique : une stratégie nationale serait prétendument 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. C'est logique : la réforme fiscale proposée fait intervenir deux taux (cotisations et éco-impôt) contrôlés par les pouvoirs publics nationaux; les firmes localisées sur le territoire national en tiennent compte dans leurs calculs de coûts de production; mais comme la réforme se veut globalement indolore sur les prix, la situation macroéconomique reste la même : la compétitivité-prix n'est pas dégradée par l'éco-imposition et la position globale extérieure n'a aucune raison de se détériorer, d'autant plus que l'effet de sûreté des produits crée une dynamique d'innovation et de différenciation qualitative, hautement compétitive pour l'ensemble de l'économie.

Néanmoins, à un niveau moins agrégé, on ne peut ignorer les différenciations sectorielles que le changement significatif des prix relatifs produit. Certains produits, beaucoup plus compétitifs internationalement, auront fortement tendance à augmenter sur le marché intérieur. De même d'autres produits, *et c'est voulu*, qui deviendront moins compétitifs, ne se vendront plus. Des emplois nouveaux se créeront et d'autres disparaîtront sans pouvoir se transformer immédiatement en emplois dans la production de produits durables dans les entreprises durables. Dans les deux cas des stratégies d'accompagnement doivent être élaborées avant le ripage fiscal proposé.

A une échelle plus vaste, cette nouvelle fiscalité pour la durabilité doit être intégrée dans le cadre de la mondialisation des économies et de la globalisation des développements. Les Etats et les institutions internationales doivent travailler de concert pour mettre au point les normes, les régulations et les péréquations de la durabilité, globale et locale.

Il est clair que le devoir de durabilité justifie l'élaboration de normes internationales environnementales et sociales et, pour favoriser les entreprises innovantes investissant dans les technologies des éco liaisons, l'instauration d'une taxe sur les importations portant sur les matières non renouvelables et les biens polluants. Cette taxe ne saurait être prise pour une mesure protectionniste car elle obéit au besoin de durabilité de l'humanité toute entière. En ce cas, la mise en œuvre du développement durable, qui doit être planétaire pour être séduisante, mobilisatrice et réalisable, requiert des solutions coopératives et équitables à l'échelle mondiale. On ne peut pas limiter le développement des pays émergents utilisateurs de technologies polluantes sans que les pays riches participent simultanément aux efforts de développement de technologies alternatives. Les pays du Nord doivent penser à des mécanismes de compensation en faveur des pays du Sud, car il est tout aussi clair que les pays dont le développement dépend de l'extraction de matières non renouvelables et de l'exportation de matières polluantes seraient lourdement affectés par l'ensemble de ces mesures. Cette taxe devrait donc alimenter un fonds mondial de financement des projets de reconversion des activités dans ces pays.

La durabilité est par nature l'affaire solidaire du monde entier.

Bibliographie

- Arrow K.J., P.S. Dasgupta, K.G. Mäler** 2003, "The genuine savings criterion and the value of population", *Economic Theory* 20: 217--225.
- Asheim G.B.** 2000, "Green national accounting: Why and how?", *Environment and Development Economics* 5: 25--48.
- Asheim G.B.** 2007, "Can NNP be used for welfare comparisons?", *Environment and Development Economics* 12: 11--31.
- Asheim G.B.** 2007, *Justifying, Characterizing and Indicating Sustainability*, Berlin: Springer.
- Asheim G. B., W. Buchholz, C. Withagen** 2003, "The Hartwick rule: myths and facts", *Environmental and Resource Economics* 25; 129--150.
- Asheim G.B., M.L. Weitzman** 2001, "Does NNP growth indicate welfare improvement?", *Economics Letters* 73: 233--239.
- Ayres R.U.** 1989. "Industrial Metabolism" in *Technology and Environment*.
- Artus P., H. Sterdyniak, P.Villa**, 1980. Investissement, Emploi et Fiscalité. *Economie et statistique, n°127, novembre 1980*.
- Cohen-Rosenthal E., T.McGilliard T, M.Belle**, 1996. Designing eco-industrial parks: the North American experience. *Industry and Environment magazine of the United National Environment Programme*.
- Cote R., J.Hall**, 1995. Industrial Parks as Ecosystems. *J. Cleaner Production*, Vol. 3, No. 1 2, pp. 41 46
- Cote R, E.Cohen-Rosenthal** , 1998 Designing eco-industrial parks: a synthesis of some experience. *Journal of Cleaner Production*, 6, 181-188.
- Dasgupta P., K.G. Mäler** 2000, "Net national product, wealth, and social well-being", *Environment and Development Economics* 5: 69--93.
- Dayan L** 2008, Plan de Relance, encore un effort durable *La Tribune* 11&12 Dec. <http://www.apreis.org/docs/Tribune.Relance.D.D.pdf> . **Dayan L** 2006 *La construction locale des éco liaisons de la durabilité* Revue du CREAD. Nov.2005 Alger. **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**, 2002 : Marchés locaux de l'emploi, contenu qualitatif du travail et modélisation du développement durable, *MATE (Ministère de l'écologie et du développement durable) n° 99118 & CEE n°21*.
- Dayan L., 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., Dupont B**, 2007 "Et si on remplaçait les charges sociales par un impôt sur le capital polluant?", *Le Figaro*, 6 décembre 2007.
- Ehrenfeld J**, 2007, "Would Industrial Ecology Exist without Sustainability in the Background ? ", *Journal of Industrial Ecology*
- Erkman S.** 1998 *Vers l'écologie industrielle*. Charles Leopold Mayer.
- Frosch Robert .A., N.E. Gallopoulos**, 1989 Strategies for Manufacturing, *Scientific American* (Special Edition, September 1989), pp. 144-152.
- Heal G.M., B. Kriström** 2005, "National income and the environment", in K.G. Mäler, J.R. Vincent (eds.), *Handbook of Environmental Economics*, Amsterdam: North-Holland
- Gazon J.** 2007 *Ni chômage, ni assistance*. L'Harmattan.
- Graedel T.E. , B.R.Allenby** , 2001. *Design for Environment*, 2nd Edition, Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall
- Lowe E, R.Moran Stephen and B.Holmes Douglas** , 1997. *Eco-Industrial Parks: a handbook for local development teams*. Indigo Development
- Maurice J., 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, septembre 1980*.
- Pisany-Ferry J., H.Sterdyniak , P. Villa**, 1984 Fiscalité et technique de production in *Problèmes de macroéconomie, Economica*