



## **DOCUMENT DE RECHERCHE**

### **EPEE**

**CENTRE D'ETUDE DES POLITIQUES ECONOMIQUES DE L'UNIVERSITÉ D'EVRY**

---

### **Externalités liées dans leur réduction et recyclage**

*Carole CHEVALLIER & Jean DE BEIR*

**01 – 15**

# Externalités liées dans leur réduction et recyclage<sup>α</sup>

Carole Chevallier<sup>γ</sup> et Jean De Beir<sup>z</sup>

août 2001

## Résumé

Nous analysons la place du recyclage comme moyen de contrer l'existence de certaines externalités négatives, à savoir celles qui sont dues à l'exploitation des ressources naturelles, à leur transformation en matières premières vierges et à la production de déchets ménagers. Pour ce faire, nous choisissons un bien, le carton ondulé, qui peut être produit à l'aide d'un input vierge et d'un input recyclé. Nous tenterons de montrer s'il est possible d'appliquer une incitation au recyclage réduisant simultanément les externalités d'un processus industriel, de l'exploitation de la ressource naturelle à sa transformation, et celles qui sont dues aux déchets ménagers.

Code JEL : H20, Q28

Mots clefs : Déchets ménagers, Externalités, Recyclage.

## 1 Introduction

Nous nous posons la question de l'opportunité de la mise en place d'une politique d'incitation au recyclage des déchets ménagers. Dans une perspective strictement marchande, et donc sans tenir compte des effets éventuels sur l'environnement, le recyclage est une activité de production comme une autre et la question de son incitation ne se pose pas. En considérant que les matières premières vierges et secondaires sont parfaitement substituables, le recyclage se déclenche si le prix de la ressource vierge égalise le coût marginal de production des matières premières

---

<sup>α</sup>Nous remercions, pour leurs commentaires et observations, les participants aux séminaires d'EPEE (Université d'Evry-Val-d'Essonne) et Environnement d'EUREQua (Université Paris1).

<sup>γ</sup>ERASME, Ecole centrale de Paris, Grande voie des vignes 92295 Chatenay-Malabry cedex, tél : 01 41 13 16 36 ; email : chevallc@ecp.fr

<sup>z</sup>EUREQua et EPEE, Université d'Evry-Val-d'Essonne, 4 bld F.Mitterrand 91025 Evry cedex, tél : 01 69 47 70 60, email : jdebeir@eco.univ-evry.fr

secondaires ; ce dernier correspond à la somme des coûts marginaux de collecte et de régénération des résidus ménagers ou industriels (Baumol,1977).

Par contre, l'intervention de l'Etat en faveur du recyclage paraît légitime si l'on considère que cette activité est un moyen de contrer des externalités négatives, comme nous le verrons ultérieurement. En faisant référence à Pigou (1920), si l'action d'un agent affecte négativement l'utilité d'un consommateur ou les possibilités de production d'une firme, sans qu'il y ait de compensation de la perte de bien-être sur un marché, on est alors en présence d'une externalité négative. Notre travail porte sur le choix d'instruments économiques destinés à corriger des externalités négatives spécifiques, que nous qualifierons d'externalités liées dans leur réduction. Nous entendons par là, des externalités générées par deux types d'agents et dont les possibilités de réduction sont tributaires l'une de l'autre.

Plus précisément, l'élaboration de la matière recyclée génère moins d'effets externes négatifs que celle de la matière vierge : nous pensons ici aux productions de verre, d'aluminium, d'acier, de plastiques ou de papiers et cartons. Autrement dit, la production de matière première vierge, de l'exploitation de la ressource naturelle à sa transformation, dégage un surplus de nuisances comparativement à celle de la matière première recyclée. Par ailleurs, ces produits sont incorporés dans des biens finals ; en s'en débarrassant après usage, le consommateur va produire des déchets ménagers, qui sont facteurs, eux aussi, d'externalités négatives. Pour lutter contre ces défaillances de marché, l'Etat va jouer sur le comportement du consommateur et sur celui du producteur. Ainsi une politique incitative au tri et à la récupération des ordures ménagères recyclables doit réduire les externalités provoquées par les déchets en mélange, c'est-à-dire jetés en vrac dans la poubelle ; elle est une condition nécessaire à l'apparition de l'offre de matériaux recyclables. L'existence de ces gisements permet à l'industriel d'opérer un choix entre la matière vierge et la matière recyclée, et cet arbitrage s'opère en faveur de cette dernière si des incitations publiques sont mises en place. Bref, il est donc possible que certaines externalités soient bien liées dans leurs réductions, réductions souhaitées par l'Etat, dans le cadre de sa politique environnementale.

L'objectif de notre travail est de savoir s'il existe des instruments capables de réduire simultanément les externalités négatives provoquées par des déchets et par certains processus industriels. Nous retenons le cas d'une industrie papetière productrice d'un carton ondulé destiné à la consommation ménagère et qui se transformera, tôt ou tard, en résidu ménager.

Après avoir analysé la notion de recyclage, nous aborderons le recyclage comme élément de bouclage de la relation entre environnement et économie ; ensuite, nous analyserons la relation entre le recyclage et les externalités liées dans leur réduction, à travers le cas de l'industrie papetière. Enfin, à partir d'un modèle s'appuyant sur le cas du carton ondulé, nous verrons si un instrument est à même de réduire simultanément la pollution de process industriel et celle générée par la production de déchets ménagers.

## 2 La notion de recyclage

Nous nous intéressons ici uniquement au recyclage volontaire <sup>1</sup>: il correspond à la réutilisation des résidus par le producteur.

Il peut être court, lorsque ces derniers sont recyclés directement par l'agent ou cédés à un autre producteur de la même branche d'activité. Il s'agit alors de chutes de production, que l'on observe dans les aciéries ou papeteries, par exemple.

Il peut être long, lorsqu'ils empruntent des ...ières de collecte et de pré-traitement assurées par des professionnels de la récupération (Bourrellet et Dietrich, 1989). C'est le cas des déchets industriels et commerciaux banals ou de ceux qui sont issus de la consommation des ménages.

Dans notre modèle, c'est ce dernier cas que nous privilégions en prenant en compte les déchets ménagers. En outre, dans un souci de simpli...cation, nous considérons que le ménage qui trie une partie des déchets, ici les papiers et cartons usagés, les revend directement à un producteur de carton ondulé, sans faire appel à un récupérateur.

Pearce et Turner (1990) rappellent que des millions de tonnes de matériaux résiduels produits par les sociétés modernes peuvent être récupérés et recyclés. Leur valorisation peut emprunter plusieurs voies :

- <sup>2</sup> la ré-utilisation des produits usagés sous la même forme, telle que la consi-gnation de bouteilles,
- <sup>2</sup> la ré-intégration de matériaux dans le cycle productif dont ils sont issus ("closed-loop recycling" ), comme c'est le cas des ...bres cellulosiques de récupération dans la fabrication de papiers et cartons ou du calcin dans celle des bouteilles,
- <sup>2</sup> l'intégration de matériaux dans d'autres formes de production que celles dont ils sont issus ("open-loop recycling" ), tels les exemples du verre dans les travaux routiers, de la partie fermentescible des résidus dans l'élabora-tion de compost ou bien des déchets d'emballages en plastique utilisés dans la fabrication de mobilier ou de piquets de vigne,
- <sup>2</sup> et en...n, la valorisation énergétique des résidus via leur incinération avec récupération de la vapeur dégagée et/ou la production d'électricité.

Nous ne retenons comme approche du recyclage que la deuxième: il s'agit donc d'une valorisation matière de déchets dans le cycle économique dont ils sont issus. Ce choix se justi...e dans la mesure où les deux autres formes de valorisation matière sont relativement limitées en terme de volume de production et n'ont donc

---

<sup>1</sup> Il existe un autre type de recyclage dit "naturel" qui consiste à laisser les éléments consti-tutifs des déchets, mis en décharge, réintégrer les éco-systèmes.

qu'une faible incidence sur une politique d'économie de ressources naturelles et de protection de l'environnement. Quant à la valorisation énergétique de certains gisements de déchets recyclables, on peut observer un gâchis de ressources après l'établissement d'un écobilan qui la compare à la valorisation matière.

Dasgupta et Heal (1979) soulignent la grande instabilité du prix des matériaux recyclés. La nature erratique du prix tient à la spécificité du marché. En effet, une demande volatile est confrontée à une offre inélastique :

<sup>2</sup> la demande de matières premières secondaires est souvent plus instable que celle qui se porte sur les autres ressources : cela est dû au fait que les producteurs d'acier ou de papier, utilisant des inputs neufs et d'occasion, ont tendance à acheter les premiers sur des contrats de long terme. Ils sont alors obligés d'en utiliser un minimum tous les mois, quoi qu'il advienne, et la demande de matériaux recyclés s'ajuste par la suite aux variations de l'output ;

<sup>2</sup> l'offre, quant à elle, est gouvernée par le taux de résidus, de certains producteurs et de tous les consommateurs, et ce taux est déterminé par des facteurs totalement indépendants de la demande en matières secondaires.

### 3 Le recyclage comme élément de bouclage du circuit environnement-économie

Le recyclage affecte la vision d'une relation linéaire existante entre les ressources, la production et la consommation. Ainsi, dans une perspective d'analyse bilan-matière, Ayres et Kneese (1969) présentent le recyclage comme un élément de bouclage entre les résidus de l'activité économique et les ressources :

" Residuals do not necessarily have to be discharged to the environment. In many instances, it is possible to recycle them back into the productive system. The materials balance view underlines the fact that the throughput of new materials necessary to maintain a given level of production and consumption decreases as the technical efficiency of energy conversion and materials utilization increases ", p.286.

Chez Mäler (1974), le recyclage neutralise la contrainte de ressource comme le fait le progrès technique ou la substitution entre les matériaux. D'une manière générale, les intrants naturels dans le système productif sont transformés en produits et en résidus : ces derniers peuvent être recyclés volontairement, pour rejoindre l'amont du cycle productif, en évitant, dans le cadre d'une économie stationnaire, l'exploitation de nouvelles ressources naturelles. En fait, le

recyclage accroît la productivité de la ressource extraite. Dasgupta et Heal (1979) montrent qu'il augmente la base réelle de la ressource naturelle.

Si  $S$  est le stock disponible de la ressource,  $\alpha$  la fraction par unité de ressource qui est recyclée et  $R_t$  la quantité de ressources utilisée à la période  $t$ , la contrainte de ressource s'écrit :  $\sum_{t=0}^{\infty} (1 - \alpha)^t R_t \leq S$ , soit :

$$\sum_{t=0}^{\infty} R_t \leq \frac{S}{1 - \alpha}$$

Dans ce cadre, la contrainte de ressources peut même disparaître lorsque  $\alpha = 1$ .

Pearce et Turner (1990) montrent que le recyclage ne peut, en fait, que réduire la rareté de la ressource, sans la supprimer. Ils insistent aussi sur le fait que le rôle du recyclage dans la conservation de la ressource naturelle est réduit par la croissance de la production et l'allongement de la durée de vie moyenne des biens.

Le recyclage est un moyen de préserver des ressources naturelles renouvelables et de retarder la date d'extinction des ressources non renouvelables. Il limite ainsi les coûts externes associés à l'exploitation desdites ressources.

## 4 Recyclage et externalités liées

### 4.1 Demande d'input vierge et externalités liées

La demande de matières premières vierges implique, simultanément, trois types d'externalités. La première d'entre elles réside dans l'exploitation de ressources non renouvelables, ou qui le sont dans des délais relativement longs, provoquant ainsi un supplément de rareté pour les générations futures. La correction par le marché n'est réalisée que partiellement puisque les prix de ces ressources ne reflètent pas toujours leur rareté future (Norgaard, 1990), ce qui constitue, en outre, un frein au recyclage. Nous sommes ici en présence d'une forme de défaillance du marché de la ressource primaire dans la mesure où celui-ci est aveugle : il est alors pertinent de se demander si des incitations au recyclage pourraient corriger cette situation.

Ensuite, le marché des matières premières est source de défaillances dans la mesure où leur production, à savoir l'extraction et l'affinage des matériaux en vue de leur transformation, provoque des déséconomies externes, souvent importantes, voire irréversibles. Ainsi, leur prix ne reflète guère le coût social de leur production. L'incitation au recyclage peut permettre de diminuer certaines formes d'exploitation et de transformation des ressources naturelles. En sens inverse, une politique qui vise à internaliser les coûts externes de ces productions favoriserait le recyclage.

Enfin, la production de résidus génère aussi beaucoup de nuisances sur l'environnement et la santé humaine, à travers leur mise en décharge ou leur incinération ; le recyclage est un moyen d'éviter la production d'une partie de ces externalités (Bertolini 1986, 1987 et 1992 ; Lusky, 1976) et devient ainsi un moyen de traiter une partie du flux de déchets, à côté de l'incinération et de la mise en décharge.

## 4.2 Externalités et process industriel du papetier

Nous nous arrêtons sur le cas d'un papetier producteur de carton ondulé. Il ne génère pas directement de pollution au niveau de son process industriel. Par contre, c'est parce qu'il est demandeur de pâte vierge, dont l'élaboration provoque davantage de nuisances que celle de la pâte recyclée, qu'il va influencer sur l'ampleur des externalités. Nous retenons le cas de la production de carton ondulé car il peut être produit suite à des combinaisons de ces deux facteurs substituables, que sont l'input vierge et l'input recyclé. Le choix de l'un ou l'autre aura des conséquences différentes sur l'état de l'environnement.

En termes d'extraction de ressources, on peut assister à une exploitation intensive des forêts en coupe rase ou bien encore à l'exploitation de forêts "productives" : dans le premier cas de figure, les sols subissent l'érosion et la biodiversité s'amenuise et, dans le second cas, le reboisement en monoculture peut, à terme, déséquilibrer les écosystèmes. Cependant, dans le cas de la France, les ressources vierges proviennent de bois d'éclaircie, de sous-produits de l'entretien des arbres ainsi que de chutes de production des scieries. Le papier contribue, ainsi, à l'entretien de la forêt.

En termes de processus industriel, la transformation du bois en pâte est nuisible pour l'environnement. Elle est responsable de pollutions de l'eau par les matières organiques en demande chimique en oxygène (DCO) et en demande biologique en oxygène (DBO), mais aussi de l'air, par l'émission de dioxyde de soufre et de mercaptan. Il est vrai que, depuis 1970, l'industrie française des pâtes a, malgré l'augmentation de ses capacités de production, réduit les rejets polluants dans l'eau d'une manière très sensible. Cependant, ce n'est probablement pas le cas dans toutes les économies. De toutes les manières, la production de pâte vierge génère toujours davantage de pollution que celle de la pâte recyclée, et ce, malgré les efforts très importants dans des investissements de dépollution. En 1990, la production de pâte de cellulose pure génère, dans l'eau, 30 kg de demande biochimique en oxygène (DBO) par tonne de pâte produite, contre 15, dans le cas de la production de pâte recyclée<sup>2</sup>.

Le recyclage diminue les coûts externes relatifs aux activités d'extraction des réserves de ressources naturelles et de transformation en inputs vierges

---

<sup>2</sup>Source : Que choisir 277, page 17, novembre 1991

### 4.3 Externalités et gestion des déchets de papiers-cartons

Evidemment, les externalités générées, au stade du déchet, par un carton composé d'une part, plus ou moins importante, de matière première vierge ou secondaire sont les mêmes. Mais la récupération et le recyclage de ce déchet, au sein d'une période de l'économie, évite les externalités dues à la mise en décharge ou à certains types d'incinération.

Il convient, de toutes les façons, d'établir un éco-bilan pour chaque ...lière de traitement, selon le gisement du papier-carton de récupération. Cependant, on sait qu'il existe des mises en décharges, dans certaines économies, prenant peu ou pas de précautions environnementales. Les papiers et cartons peuvent disséminer des encres et des vernis, provoquer l'émission de méthane ou, tout simplement, occuper des volumes considérables dans les décharges.

Quant à l'incinération, elle peut provoquer l'émission de polluants. Tout dépend des produits qui sont associés aux vieux papiers et cartons mais aussi de l'état des technologies d'incinération des déchets. Il varie, en effet, très sensiblement d'une économie à une autre.

Le recyclage peut donc être un mode de traitement des déchets ménagers moins polluant que l'incinération ou la mise en décharge, sur la partie valorisable, au plan matière des résidus. Evidemment, il exige aussi des technologies respectueuses de certaines normes.

### 4.4 Coût social du papier carton du berceau au tombeau

Le tableau 1 présente certains aspects de l'impact environnemental de la récupération et du recyclage du papier-carton, de l'aluminium et des métaux ferreux, au regard de la production de matériaux vierges.

Bénéfice environnemental	papier	aluminium	métaux ferreux
Réduction de la consommation d'énergie	30-55	90-95	60-70
Réduction des déchets	130	100	95
Réduction de la pollution de l'air	95	95	30

Tableau 1: Les bénéfices environnementaux (en %) du recyclage (Etats-Unis)  
Source: R.C. Zingler. Impacts of Virgin and Recycled Steel and Aluminum;  
Washington D.C.: U.S. Environmental Protection Agency, 1976.

Il nous montre, même s'il n'intègre pas la réduction de l'utilisation de l'eau, que le recyclage peut permettre de pallier des externalités négatives: d'une part, celles qui sont liées aux activités d'extraction des réserves de ressources naturelles, ainsi que de leur transformation, et, d'autre part, celles qui résultent de la génération de déchets issus de la production et de la consommation. Le gain énergétique se mesure par une réduction en pourcentage de la consommation exprimée en BTU (British Thermal Unit) en comparant les productions primaire et secondaire de matériaux. La diminution des déchets s'explique de par l'extraction

de résidus du flux qui est destiné à l'incinération ou la mise en décharge ; dans le cas du papier, le taux supérieur à 100% signifie que, avec la technologie de recyclage dudit produit utilisée en 1976 aux Etats-Unis, il faut 1300 grammes de vieux papiers pour produire 1000 grammes de papier, ou de carton, recyclés. Enfin, la réduction de la pollution de l'air est mesurée en comparant les volumes de particules émises dans les processus industriels du recyclage par rapport à ceux des produits vierges.

Nous pouvons alors nous demander comment l'Etat peut lutter contre les externalités évoquées plus haut en menant des politiques publiques d'incitation au recyclage.

#### 4.5 La correction des défaillances de marché

Historiquement, l'activité de récupération-recyclage est très ancienne et se situe, jusqu'à une époque récente, dans une perspective strictement marchande. Jusqu'aux années 1960, les papetiers ne sont guère, ou si peu, intéressés par la récupération des vieux papiers et cartons. L'évolution erratique des prix des balles de récupération gêne les prévisions et freine l'investissement dans les unités de pâte secondaire. Dans les années 1970, en France, l'Etat veut limiter les importations de bois, de pâtes à papier et de papiers, responsables du déficit de la balance commerciale. Il signe, alors, un programme avec l'industrie papetière visant à développer les capacités de traitement des vieux papiers, y compris leur désencrage. Cette logique répond à une politique industrielle sectorielle, sans référence aucune à des objectifs environnementaux.

Parallèlement, une politique de l'environnement se met en place, dans le cadre du principe du pollueur-payeur, pour lutter contre les pollutions industrielles ; l'activité papetière est, bien sûr, impliquée au premier chef. La politique qui la concerne prend d'abord la forme d'un contrat de branche, signé entre l'Etat et les industries de pâte à papier, en 1972. C'est le premier contrat de ce type signé en France ; il précède toute une série qui concernera d'autres secteurs polluants. Cette intervention étatique prend la forme d'aides versées en contrepartie d'engagement de réduction des pollutions multi-milieux. Afin d'éviter la formation de comportements non coopératifs de certaines entreprises, le contrat est établi au niveau de la branche et non pas avec des firmes prises individuellement. La politique s'oriente aussi vers un durcissement des autorisations de production, dans le cadre du régime des installations classées, et des normes d'émission de polluants. Par ailleurs, l'industrie papetière est aussi concernée, au premier plan, par les redevances sur l'eau prélevées par les agences de bassin hydrographique.

Enfin, les obligations de récupération et de valorisation matière des déchets d'emballages ménagers (1992) et des emballages industriels et commerciaux (1994) ont facilité et élargi l'accès au gisement des vieux papiers et cartons. Cela a impliqué une réduction sensible des coûts de récupération de ces derniers, en termes

d'approvisionnement, et donc du coût de production des pâtes secondaires.

Des politiques environnementales sont mises en place dans l'ensemble des pays de l'OCDE. Elles ont partout impliqué une augmentation du coût marginal de la pâte vierge d'ampleur plus importante que celle du coût marginal de la pâte recyclée. La production de celle-ci est ainsi encouragée par les politiques publiques et on a donc pu constater, dans le cas de la plupart des produits papetiers, une composition plus favorable à la pâte recyclée. Par exemple, dans le cas du carton ondulé, en France, la part des pâtes secondaires dans le produit passe de 56% en 1979 à près de 85% aujourd'hui<sup>3</sup>. Cependant, d'autres éléments ont aussi joué en sa faveur, comme le progrès technique ou les chocs pétroliers etc...

Pour des raisons de solidité et de marketing, la proportion d'input vierge de 15% semble être incompressible. En effet, un apport de fibres vierges compense le raccourcissement progressif des fibres cellulosiques de récupération qui reviennent dans les circuits industriels. Cet apport s'inscrit dans la période du cycle carton-déchet-carton qui est, en moyenne aujourd'hui, de quatre mois.

Aujourd'hui, dans une économie comme celle de la France, le coût marginal de production de la pâte vierge est supérieur à celui de la pâte recyclée et aucune incitation supplémentaire ne semble être justifiée, tout au moins dans l'industrie du carton ondulé.

Mais, il est des économies où la production de certains biens exige une part dominante de pâtes vierges au regard de celle des pâtes recyclées; le constat de l'exploitation intensive des forêts boréales et des rejets liés aux processus industriels, plaide alors en la faveur de politiques incitatives au recyclage.

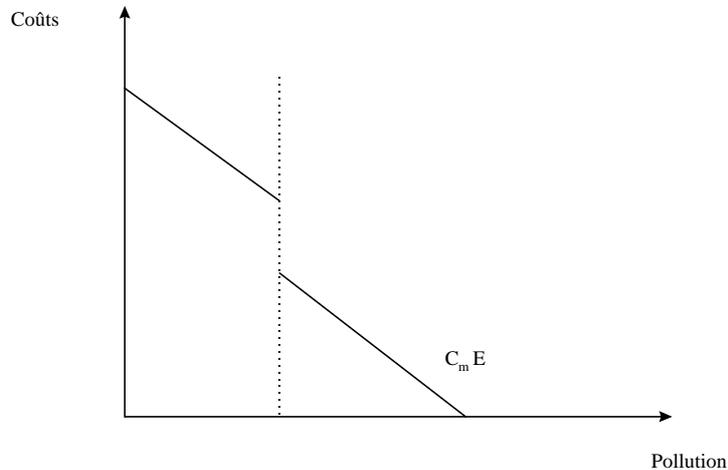
Par ailleurs, il y a des secteurs industriels dans lesquels le coût marginal de production de la matière vierge est inférieur à celui de la matière secondaire, alors que cette dernière bénéficie d'avantages environnementaux certains; c'est le cas, par exemple, de la plasturgie.

Enfin, il est à noter que les politiques environnementales sur les firmes induisent des sauts au niveau des coûts de production. Ils correspondent à des changements de technologie de dépollution.

En effet, les efforts de dépollution du process de production de pâte vierge exigent des équipements importants dans une industrie où les coûts fixes représentent une part conséquente du coût total de production. La réduction des émissions de polluants implique, à partir de seuils déterminés, des changements technologiques de la fonction de dépollution. Dans une usine de pâte vierge, la part de l'investissement anti-pollution représente plus de 10% de l'investissement total. On peut penser que la fonction de dépollution peut être représentée comme suit

---

<sup>3</sup>Source : REVIPAP



Fonction de coût de dépollution du papetier

où  $C_m E$  représente le coût marginal de dépollution.

Notre modèle va analyser une politique d'incitation au recyclage qui s'appuie sur des instruments économiques : ils jouent sur l'acquéreur d'inputs, au niveau donc des marchés de facteurs, et sur le consommateur final qui génère des déchets ménagers.

## 5 Le modèle

La littérature aborde la problématique du recyclage, soit du côté du producteur comme substitut de ressources non renouvelables, soit du côté du consommateur au regard de sa production de déchets. Les analyses théoriques sur ce second point portent principalement sur l'efficacité des différentes réglementations en matière de déchets par rapport au type de financement adopté (tarification unitaire...).

Nous construisons ici un modèle qui décrit l'impact d'une activité de recyclage sur les pollutions industrielles et celles générées par les déchets ménagers, collectés en mélange.

Le comportement de tri est, du reste, assez peu explicité dans la littérature ; il dépend du temps passé à trier (Fullerton D., Kinnaman T.C., 1999) ou du niveau d'effort fourni (Choe C., Fraser I. M., 1999), c'est cette dernière spécification que nous adopterons. En outre, nous supposerons que le consommateur vend ses déchets triés comme matières premières secondaires directement au producteur ;

le ménage est, par conséquent, à la fois trieur et récupérateur. Cette hypothèse simplificatrice est posée par la plupart des auteurs (Palmer K., Sigman H., Walls M., 1997).

## 5.1 Hypothèses

Le producteur de carton ondulé

L'entreprise utilise deux inputs substituables, à savoir, de la pâte vierge,  $V$ , et de la pâte recyclée  $R$ , pour fabriquer du carton,  $Q$ . L'input vierge est acheté sur le marché mondial à un prix donné,  $p_v$ , l'économie étant supposée petite par rapport au reste du monde. Une unité de pâte vierge est produite à partir de  $p_v$  unités de bien numéraire, noté  $C$ .

Fonction de production du carton :

$$Q = F(V; R)$$

$$F_V > 0; F_R > 0; F_{VV} < 0; F_{RR} < 0; F_{VR} > 0;$$

Les rendements sont supposés constants.

Le cartonnier ne génère pas directement de pollution, mais il influence sur son niveau à travers le choix des facteurs de production qu'il effectue. En effet, la pollution est dégagée au niveau de la production des pâtes à papier. Nous savons par ailleurs que l'élaboration de la pâte vierge génère un supplément de pollution par rapport à celle de la pâte secondaire. Nous posons ici l'hypothèse que seule la pâte vierge est responsable de la pollution, notée  $P_0$ .

La pollution induite prend ainsi la forme  $P_0(V) = vV$ ;  $0 < v < 1$ ,

où  $v$  est le taux de pollution dégagé par la production de la pâte vierge.

Le ménage

Il consomme du papier-carton,  $Q$ ; et un bien composite,  $C$

Seule sa consommation de papier carton génère des déchets, en quantité  $W$ . Ces déchets sont ensuite recyclés, pour un volume  $R$ , ou collectés en mélange, en quantité  $G$ . On a donc :

$$W = wQ = R + G$$

$w$  : contenu en déchets des biens;  $0 < w < 1$

$G$  est perçu par le ménage comme une externalité négative qui diminue sa satisfaction au même titre que la pollution de process,  $V$ . Les nuisances environnementales n'affectent pas les décisions du consommateur (l'utilité privée et la désutilité liée à la pollution sont additivement séparables).

Fonction d'utilité du ménage :

$$U(Q; e; V; G; C) = u(Q) + \beta e + C + \gamma \bar{V} + \delta \bar{G}$$

où  $u$  est une fonction croissante concave.

$C$  : consommation du bien numéraire

Le tri demande un certain niveau d'effort,  $e$ , qui réduit l'utilité du consommateur.

Sa fonction de production de tri est telle que :

$$R = H(e); H'(e) > 0; H''(e) < 0$$

L'agent va pouvoir vendre les matériaux triés,  $R$ , à un prix  $p_r$  au producteur de carton ondulé.

Le ménage représentatif dispose de  $Y$  unités de bien numéraire (on suppose que ce revenu est indépendant des dépenses en carton ondulé, puisque l'activité de ce secteur est minime au regard du reste de l'économie).

## 5.2 Equilibre décentralisé

On suppose qu'il y a une taxe  $\zeta_q$  sur la consommation de carton ondulé, une taxe  $\zeta_v$  sur l'utilisation de pâte vierge, et une subvention  $\frac{3}{4}r$  versée au consommateur pour l'activité de recyclage. L'objectif est de rechercher si l'un de ces instruments peut réduire à la fois les coûts externes relatifs à l'utilisation de la pâte vierge apparaissant lors de l'exploitation forestière et du process industriel, et ceux entraînés par l'existence d'un gisement de déchets en mélange.

### 5.2.1 Résolution du modèle

Notons  $P$  le prix du carton ondulé.

Programme de l'entreprise :

$$\max_{R;V} P F(V;R) - (p_v + \zeta_v)V - p_r R$$

Les conditions du premier ordre impliquent:

$$P F_V = p_v + \zeta_v \quad (1)$$

$$P F_R = p_r \quad (2)$$

Programme du ménage<sup>4</sup> :

---

<sup>4</sup> Il n'est pas nécessaire de spécifier comment s'opère la redistribution des profits ni même des taxes et subventions, car, comme nous le démontrerons plus bas, elle affecte la consommation du bien numéraire mais pas celle du carton lorsque l'utilité est linéaire par rapport à la consommation du bien numéraire et concave par rapport à celle du carton

$$\begin{cases} \max_{C; Q; e} U(Q; e; V; G; C) = u(Q) + b e + C \sqrt{V} \\ \text{sc} \quad Y + (p_r + \frac{3}{4}r)R > C + (P + \lambda_q)Q \text{ et } R = H(e) \end{cases}$$

En notant  $\lambda$  le multiplicateur associé à la contrainte de revenu, on obtient :

$$\begin{aligned} \lambda &= 0 \\ u'(Q) + \lambda(P + \lambda_q) &= 0 \\ b + \lambda(p_r + \frac{3}{4}r)H'(e) &= 0 \end{aligned}$$

Ce qui donne, en éliminant  $\lambda$  :

$$\begin{aligned} u'(Q) &= P + \lambda_q & (3) \\ H'(e) &= b / (p_r + \frac{3}{4}r) & (4) \end{aligned}$$

La première des deux équations montre bien que le choix de  $Q$  est indépendant du revenu du ménage, et donc de la redistribution des taxes et pro...ts. On obtient avec ces deux dernières équations et les conditions du premier ordre du programme de l'entreprise:

$$\begin{cases} \frac{F_V(V;R)}{F_R(V;R)H'(e)} = \frac{p_v + \lambda_v}{b / (p_r + \frac{3}{4}r)H'(e)} \\ u'(Q) = \frac{p_v + \lambda_v}{F_V(V;R)} + \lambda_q \end{cases} \quad (5)$$

La fonction de production étant à rendements constants, le système (5) peut s'exprimer en fonction de deux inconnues,  $V=R$  et  $e$  :

$$\begin{aligned} \frac{F_V(V=R;1)}{F_R(V=R;1)H'(e)} &= \frac{p_v + \lambda_v}{b / (p_r + \frac{3}{4}r)H'(e)} && \text{(courbe technologique)} \\ u'(H(e)F(V=R;1)) &= \frac{p_v + \lambda_v}{F_V(V=R;1)} + \lambda_q && \text{(courbe de demande)} \end{aligned}$$

En différenciant ces deux équations, on vérifie aisément que la première donne, en notant  $x = V=R$ :

$$\begin{aligned} & \frac{F_{VV}(x;1)}{F_R(x;1)} - \frac{F_{RV}(x;1)}{F_R(x;1)} \frac{p_v + \lambda_v}{\frac{b}{H'(e)} + \frac{3}{4}r} dx \\ = & (p_v + \lambda_v) F_R(x;1) \frac{bH''(e)}{(b / (p_r + \frac{3}{4}r)H'(e))^2} de + \frac{F_R(x;1)}{\frac{b}{H'(e)} + \frac{3}{4}r} d\lambda_v + \frac{(p_v + \lambda_v) F_R(x;1)}{(b / (p_r + \frac{3}{4}r)H'(e))^2} d\frac{3}{4}r \end{aligned}$$

et la seconde:

$$\begin{aligned}
& H(e)F_V(x; 1) u^{00}(H(e)F(x; 1)) + \frac{(p_v + \zeta_v) F_{VV}(x; 1)}{[F_V(x; 1)]^2} dx \\
= & [H^0(e)u^{00}(H(e)F(x; 1))F(x; 1)] de + d\zeta_q + \frac{1}{F_V(x; 1)} d\zeta_v
\end{aligned}$$

On peut alors analyser les propriétés de statique comparative en étudiant les déplacements des courbes 'technologique' et de 'demande'.

### 5.2.2 Variation du volume de déchets en mélange

Notons  $\zeta$  l'instrument appliqué. L'évolution du gisement de déchets collectés en mélange est décrite de la manière suivante :

$$\frac{dG}{d\zeta} = H^0(e)F(x; 1) \frac{de}{d\zeta} + H(e)wF_V(x; 1) \frac{dx}{d\zeta}$$

ou encore :

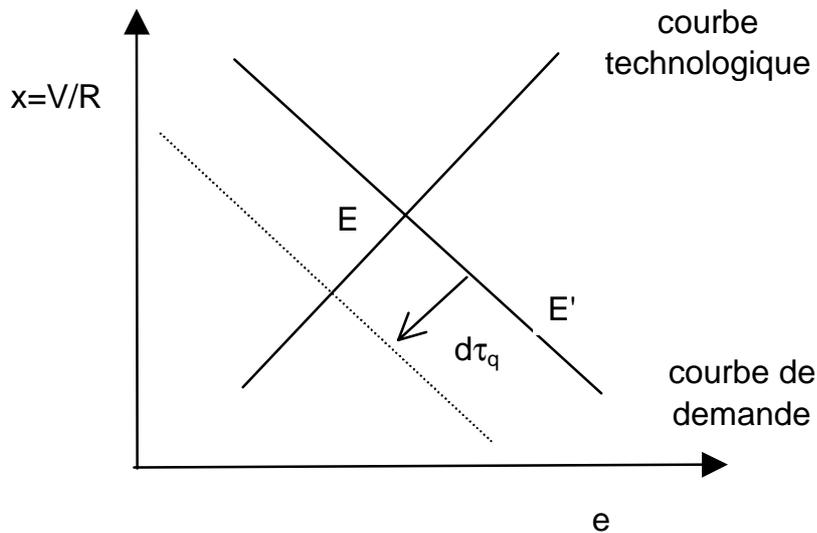
$$\frac{dG}{d\zeta} = wF_V(V; R) \frac{dV}{d\zeta} + (wF_R(V; R) - 1) \frac{dR}{d\zeta}$$

avec  $0 \leq wF_R - 1 < \frac{G}{R}$

Il est à noter que cette condition sur la productivité marginale de la matière secondaire satisfait les contraintes explicitant que le gisement de déchets en mélange ne peut être négatif et que les rendements de la production de carton ondulé sont constants (cf. Annexe A).

### 5.2.3 Mise en place d'une taxe sur la consommation de papier carton

Examinons l'impact d'une variation d'une taxe sur la consommation sur le rapport des inputs et l'effort de tri consenti par le ménage.



Un accroissement de  $\lambda_q$  entraîne une baisse de  $V=R$  en même temps qu'il décourage le ménage à fournir un effort : cela implique une diminution de la quantité de déchets recyclée,  $R$ . En effet, devant un prix du carton ondulé renchéri par la taxe, le ménage réduit sa demande pour ce bien, créant ainsi une pression à la baisse sur la demande de facteurs.

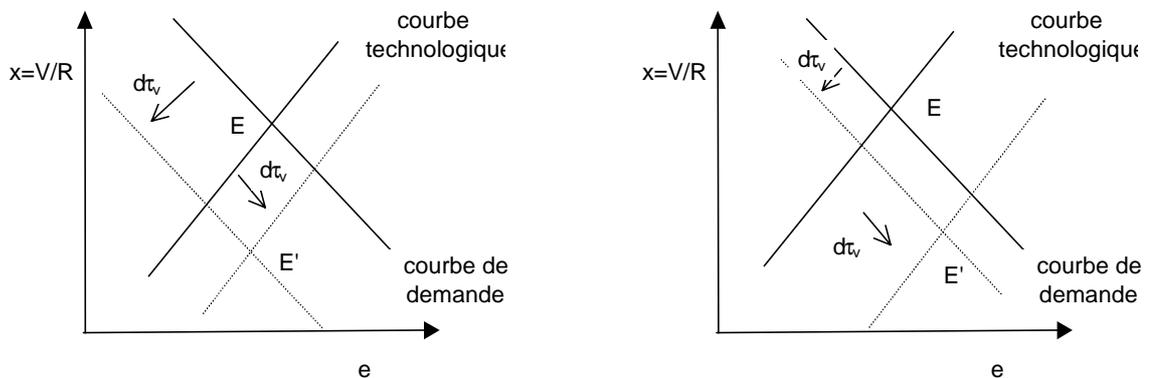
La pollution de process s'en trouve diminuée. Quant au gisement de déchets en mélange, son évolution dépend de la quantité d'ordures générée par la consommation de papier carton et du recyclage. Les rendements de la fonction de production étant constants, la baisse de l'output s'accompagne d'une diminution de la demande en matériaux recyclés moins forte. Le ménage génère alors moins de déchets en mélange.

$$\frac{dG}{d\lambda_q} = H^0(e) \frac{de}{d\lambda_q} + H(e)wF_v \frac{dx}{d\lambda_q} < 0$$

Ainsi, l'application d'une taxe sur la consommation de papier carton entraîne une moindre utilisation de pâte vierge, limitant les externalités négatives de l'exploitation forestière et du process industriel, ainsi qu'une réduction de la quantité de déchets en mélange,  $G$ . Ici, un seul instrument permet une atténuation simultanée des trois sources de nuisances.

#### 5.2.4 Mise en place d'une taxe sur l'utilisation de la pâte vierge

Analysons ensuite les conséquences d'une variation d'une taxe sur l'utilisation de l'input vierge.



Un accroissement de  $\lambda_v$  diminue  $V=R$ . L'effet sur  $R$  dépend du rapport entre l'élasticité de substitution des facteurs de production et de l'élasticité prix de la demande de pâte vierge.

Si la première est inférieure à la seconde, la quantité de matériaux recyclés diminue. La baisse de l'output est de plus grande ampleur que celle de la pâte recyclée, limitant ainsi les déchets en mélange. En outre, l'impact premier de cette politique réduit la pollution de process.

Dans le cas contraire, la variation de la quantité recyclée est positive.

L'évolution du volume de déchets en mélange est alors telle que :

$$\frac{dG}{d\lambda_v} = (wF_v(R; V)) \frac{dV}{d\lambda_v} + (wF_R - 1) \frac{dR}{d\lambda_v}$$

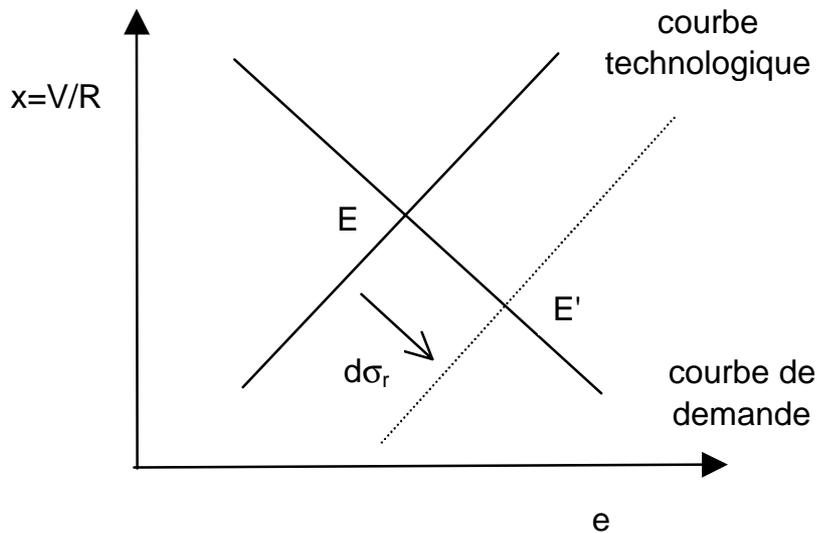
On obtiendra, dans cette situation, à la fois une réduction des externalités dues à l'utilisation de pâte vierge et de celle générée par les déchets si l'élasticité de substitution,  $\lambda$ , entre la pâte vierge et recyclée satisfait les conditions suivantes :

$$j_{p_v}^v < \lambda < j_{p_v}^{\frac{G}{R}}$$

avec  $j_{p_v}^v$  : élasticité prix de la demande de pâte vierge

### 5.2.5 Mise en place d'une subvention au recyclage

En...n, examinons les conséquences d'une variation positive d'une subvention au recyclage destinée au ménage trieur.



En...n, un accroissement de  $\frac{3}{4}r$  induit une baisse de  $V=R$  et un accroissement de  $R$ :

Une plus forte subvention sur le recyclage incite le ménage à trier. L'offre de matériaux recyclés s'élevant, le prix de ce facteur a tendance à décroître. L'entreprise utilise alors davantage de recyclé et ce au détriment de la pâte vierge uniquement si l'élasticité de substitution des facteurs est supérieure à l'élasticité demande prix du recyclé. Dans ce cas, cette politique permet en effet une réduction des nuisances entraînées par l'utilisation de pâte vierge. Pour que le gisement de déchets en mélange diminue, il faut que l'impact des inputs sur la production de déchets soit limité, autrement dit, la hausse du recyclé doit être plus que compensée par la baisse du vierge. Ainsi, cette politique permet de réduire effectivement les deux externalités si les inputs sont caractérisés par un degré de substitution fort, plus précisément :

$$i \quad \sigma_{PR}^R \frac{\frac{G}{V}}{\frac{dG}{dV}} < \frac{1}{2}$$

## 6 Conclusion

Ainsi, il est possible de lutter, simultanément, contre des externalités négatives d'amont, relatives à l'extraction et la production de matières premières vierges, et des externalités d'aval, générées par les déchets ménagers, avec un seul instrument. Pour qu'une telle politique s'accompagne effectivement d'un développement du recyclage, l'application d'une taxe sur l'input vierge ou d'une subvention au tri est nécessaire. Dans ce cas, l'élasticité de substitution entre la matière vierge et secondaire doit satisfaire certaines conditions.

Cependant, l'utilisation d'un seul instrument ne permet pas d'atteindre l'optimum social (cf. Annexe B).

## Annexe A:

<sup>2</sup> La fonction de production est homogène de degré 1. Elle vérifie par conséquent :

$$F(V; R) = V F_V(V; R) + R F_R(V; R)$$

En outre :

$$\frac{R}{F} F_R(V; R) < 1$$

Par ailleurs, le gisement de déchets en mélange est tel que :

$$G > 0 \quad ( ) \quad w F(V; R) \quad ; \quad R > 0$$

On obtient alors :

$$i \quad w \frac{V}{R} F_V(V; R) < (w F_R(V; R) \quad ; \quad 1) < \frac{G}{R}$$

## Annexe B: L'optimum social

(

$$\max_{Q; e; V; G; C; R} U(Q; e; V; G; C)$$

$$\text{s.c. } Q = F(V; R); Y \quad C + p_V V; R = H(e); wQ = R + G$$

En substituant, on obtient une optimisation en (C; V; e)

$$\max_{C; V; e} U [F(V; H(e)); e; V; w F(V; H(e)) \quad ; \quad H(e); C] =$$

$$\geq u [F(V; H(e)) \quad ; \quad b e \quad ; \quad \circ V \quad ; \quad \circ [w F(V; H(e)) \quad ; \quad H(e)] + C$$

$$\text{s.c. } Y \quad C + p_V V$$

Les conditions du premier ordre s'écrivent, en notant  $\lambda$  le multiplicateur associé à la contrainte et en supposant une solution intérieure pour (C; V; e); :

8  
<

$$1 \quad ; \quad \lambda = 0$$

$$F_V(V; H(e)) u^0 [F(V; H(e)) \quad ; \quad v \quad ; \quad \circ w F_V(V; H(e)) \quad ; \quad \lambda p_V = 0$$

$$: \quad F_R(V; H(e)) H^0(e) u^0 [F(V; H(e)) \quad ; \quad b \quad ; \quad \circ w H^0 F_R(V; H(e)) + \circ H^0(e) = 0$$

En éliminant  $\lambda$  on obtient un système de deux équations à deux inconnues, (e; V); que l'on peut écrire :

$$\left( \begin{aligned} \frac{F_V(V;H(e))}{F_R(V;H(e))H^0(e)} &= \frac{v+p_v}{b_i \cdot H^0(e)} \\ u^0 [F(V;H(e))] &= \frac{v+p_v}{F_V(V;H(e))} + \cdot w \end{aligned} \right) \quad (6)$$

On rappelle que l'équilibre décentralisé est caractérisé par le système d'équations suivant :

$$\left( \begin{aligned} \frac{F_V(V;H(e))}{F_R(V;H(e))H^0(e)} &= \frac{p_v + \lambda_v}{b_i \cdot \lambda_r H^0(e)} \\ u^0 [F(V;H(e))] &= \frac{p_v + \lambda_v}{F_V(V;H(e))} + \lambda_q \end{aligned} \right) \quad (7)$$

La comparaison de (6) et (7) montre qu'il est possible d'atteindre l'optimum avec deux instruments. Par exemple, si l'Etat utilise  $\lambda_r$  et  $\lambda_q$ , leurs niveaux respectifs s'exprimeront comme suit :

$$\lambda_r = \frac{b}{H^0(e)} \cdot \frac{p_v(b_i \cdot H^0(e))}{(v+p_v)H^0(e)} \text{ et } \lambda_q = \frac{v}{F_V(V;H(e))} + \cdot w$$

Ainsi, pour atteindre l'optimum social, il est nécessaire de jouer sur autant d'instruments qu'il y a de sources d'externalités à réduire.

## Références

- [1] BAUMOL W.J., OATES W.E. [1988], *The Theory of Environmental Policy*, 2<sup>de</sup> éd., Cambridge University Press, New York.
- ANDERSON C. L. [1987]: "The production process: inputs and waste". *Journal of environmental economics and management*, n°14, 1-12.
- AYRES R.U., KNEESE A.V. [1969], " Production, Consumption, and Externalities " , *American Economic Review*, vol. 59, p. 282-297.
- BAUDRY R. [1998]: "Household waste management: is there an optimal treatment option? ". *World Congress of Environmental and Resource Economics*, Venice, juin 25-27.
- BAUEN A., LEACH M.A., LUCAS J.D.N. [1997]: "A systems approach to materials flow in sustainable cities: a case study of paper". *Journal of environmental planning and management*, n°40 (6), 705 -723.
- BAUMOL W.J., [1977], " On Recycling as a Moot Environmental Issue " , *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 4, p.83-87.
- BERTOLINI G. [1986], *Le marché des ordures*, l'Harmattan, Paris.
- BERTOLINI G. [1987], " Economie de la collecte des résidus ménagers: les articulations entre récupération et élimination " , *Revue d'Economie Politique*, n° 5, p.631-648.
- BERTOLINI G. [1992], " Les déchets: rebuts ou ressources? " , *Economie et statistiques*, n° 258-259, p.134.
- BOURRELIER P. H., DIETHRICH R. [1989], *Le Mobile ou la Planète ou l'enjeu des ressources naturelles*, Economica, Paris.
- BRUVOLL A. [1998]: "Taxing virgin materials: an approach to waste problems". *Resources, Conservations & Recycling*, n°22(1-2), 15-29
- CHOE C., FRASER I. M.. [1999]: "An economic analysis of household waste management". *Journal of environmental economics management*, n°38, 234-246.
- DASGUPTA P.S., HEAL G. [1979], *Economic Theory of Exhaustible Resources*, James Nibset-Cambridge University Press, Cambridge.
- DUGGAL V. G. SALTZMAN, WILLIAMS M.L. [1991]: "Recycling: an economic analysis". *Eastern economic journal*, n°17, 351-358.
- FAUCHEUX S., NOEL J.-F., [1995], *Economie des ressources naturelles et de l'environnement*, Armand Colin, Paris.
- FULLERTON D., KINNAMAN T.C. [1999]: "The economics of residential solid waste management". *NBER working paper series*, n°7326, 4 nov.

LUSKY R. [1976], " A model of recycling and pollution control " , Canadian Journal of Economics, vol. 9, n°1, p.91-101.

MORRIS G. E., HOLTHAUSEN D. M. [1994] : "The economics of household solid waste generation and disposal". Journal of environmental economics and management, n°26, 215-234.

PALMER K., SIGMAN H., WALLS M. [1997]: "The cost of reducing municipal solid waste". Discussion paper 96-35, Resources for the Future, Washington DC, janv.

PEARCE D.W., TURNER R.K. [1990], Economics of Natural Resources and the Environment, Harvester Wheatsheaf, Hemel Hempstead, Herst.

PERCEBOIS J. [1989], Economie de l'énergie, Economica, Paris.

WEBER L. [1991], L'Etat, acteur économique, Economica, Paris.

# Documents de recherche EPEE

## 2002

- 02 - 01      **Inflation, salaires et SMIC: quelles relations?**  
*Yannick L'HORTY & Christophe RAULT*
- 02 - 02      **Le paradoxe de la productivité**  
*Nathalie GREENAN & Yannick L'HORTY*
- 02 - 03      **35 heures et inégalités**  
*Fabrice GILLES & Yannick L'HORTY*
- 02 - 04      **Droits connexes, transferts sociaux locaux et retour à l'emploi**  
*Denis ANNE & Yannick L'HORTY*
- 02 - 05      **Animal Spirits with Arbitrarily Small Market Imperfection**  
*Stefano BOSI, Frédéric DUFOURT & Francesco MAGRIS*
- 02 - 06      **Actualité du protectionnisme :  
l'exemple des importations américaines d'acier**  
*Anne HANAUT*

## 2001

- 01 - 01      **Optimal Privatisation Design and Financial Markets**  
*Stefano BOSI, Guillaume GIRMENS & Michel GUILLARD*
- 01 - 02      **Valeurs extrêmes et series temporelles :  
application à la finance**  
*Sanvi AVOUYI-DOVI & Dominique GUEGAN*
- 01 - 03      **La convergence structurelle européenne :  
rattrapage technologique et commerce intra-branche**  
*Anne HANAUT & El Mouhoub MOUHOUD*
- 01 - 04      **Incitations et transitions sur le marché du travail :  
une analyse des stratégies d'acceptation et des refus d'emploi**  
*Thierry LAURENT, Yannick L'HORTY, Patrick MAILLE & Jean-François OUVRRARD*
- 01 - 05      **La nouvelle économie et le paradoxe de la productivité :  
une comparaison France - Etats-Unis**  
*Fabrice GILLES & Yannick L'HORTY*
- 01 - 06      **Time Consistency and Dynamic Democracy**  
*Toke AIDT & Francesco MAGRIS*
- 01 - 07      **Macroeconomic Dynamics**  
*Stefano BOSI*
- 01 - 08      **Règles de politique monétaire en présence d'incertitude :  
une synthèse**  
*Hervé LE BIHAN & Jean-Guillaume SAHUC*
- 01 - 09      **Indeterminacy and Endogenous Fluctuations  
with Arbitrarily Small Liquidity Constraint**  
*Stefano BOSI & Francesco MAGRIS*
- 01 - 10      **Financial Effects of Privatizing the Production of Investment Goods**  
*Stefano BOSI & Carine NOURRY*

- 01 - 11      **On the Woodford Reinterpretation of the Reichlin OLG Model :  
a Reconsideration**  
*Guido CAZZAVILLAN & Francesco MAGRIS*
- 01 - 12      **Mathematics for Economics**  
*Stefano BOSI*
- 01 - 13      **Real Business Cycles and the Animal Spirits Hypothesis  
in a Cash-in-Advance Economy**  
*Jean-Paul BARINCI & Arnaud CHERON*
- 01 - 14      **Privatization, International Asset Trade and Financial Markets**  
*Guillaume GIRMENS*
- 01 - 15      **Externalités liées dans leur réduction et recyclage**  
*Carole CHEVALLIER & Jean DE BEIR*
- 01 - 16      **Attitude towards Information and Non-Expected Utility Preferences :  
a Characterization by Choice Functions**  
*Marc-Arthur DIAYE & Jean-Max KOSKIEVIC*
- 01 - 17      **Fiscalité de l'épargne en Europe :  
une comparaison multi-produits**  
*Thierry LAURENT & Yannick L'HORTY*
- 01 - 18      **Why is French Equilibrium Unemployment so High :  
an Estimation of the WS-PS Model**  
*Yannick L'HORTY & Christophe RAULT*
- 01 - 19      **La critique du « système agricole » par Smith**  
*Daniel DIATKINE*
- 01 - 20      **Modèle à Anticipations Rationnelles  
de la CONjoncture Simulée : MARCOS**  
*Pascal JACQUINOT & Ferhat MIHOUBI*
- 01 - 21      **Qu'a-t-on appris sur le lien salaire-emploi ?  
De l'équilibre de sous emploi au chômage d'équilibre :  
la recherche des fondements microéconomiques  
de la rigidité des salaires**  
*Thierry LAURENT & Hélène ZAJDELA*
- 01 - 22      **Formation des salaires, ajustements de l'emploi  
et politique économique**  
*Thierry LAURENT*

## 2000

- 00 - 01      **Wealth Distribution and the Big Push**  
*Zoubir BENHAMOUCHE*
- 00 - 02      **Conspicuous Consumption**  
*Stefano BOSI*
- 00 - 03      **Cible d'inflation ou de niveau de prix :  
quelle option retenir pour la banque centrale  
dans un environnement « nouveau keynésien » ?**  
*Ludovic AUBERT*
- 00 - 04      **Soutien aux bas revenus, réforme du RMI et incitations à l'emploi :  
une mise en perspective**  
*Thierry LAURENT & Yannick L'HORTY*
- 00 - 05      **Growth and Inflation in a Monetary « Selling-Cost » Model**

*Stefano BOSI & Michel GUILLARD*

- 00 - 06 **Monetary Union : a Welfare Based Approach**  
*Martine CARRE & Fabrice COLLARD*
- 00 - 07 **Nouvelle synthèse et politique monétaire**  
*Michel GUILLARD*
- 00 - 08 **Neoclassical Convergence versus Technological Catch-Up :  
a Contribution for Reaching a Consensus**  
*Alain DESDOIGTS*
- 00 - 09 **L'impact des signaux de politique monétaire sur la volatilité  
intra-journalière du taux de change deutschemark - dollar**  
*Aurélié BOUBEL, Sébastien LAURENT & Christelle LECOURT*
- 00 - 10 **A Note on Growth Cycles**  
*Stefano BOSI, Matthieu CAILLAT & Matthieu LEPELLEY*
- 00 - 11 **Growth Cycles**  
*Stefano BOSI*
- 00 - 12 **Règles monétaires et prévisions d'inflation en économie ouverte**  
*Michel BOUTILLIER, Michel GUILLARD & Auguste MPACKO PRISO*
- 00 - 13 **Long-Run Volatility Dependencies in Intraday Data  
and Mixture of Normal Distributions**  
*Aurélié BOUBEL & Sébastien LAURENT*

## 1999

- 99 - 01 **Liquidity Constraint, Increasing Returns and Endogenous Fluctuations**  
*Stefano BOSI & Francesco MAGRIS*
- 99 - 02 **Le temps partiel dans la perspective des 35 heures**  
*Yannick L'HORTY & Bénédicte GALTIER*
- 99 - 03 **Les causes du chômage en France :  
Une ré-estimation du modèle WS - PS**  
*Yannick L'HORTY & Christophe RAULT*
- 99 - 04 **Transaction Costs and Fluctuations in Endogenous Growth**  
*Stefano BOSI*
- 99 - 05 **La monnaie dans les modèles de choix intertemporels :  
quelques résultats d'équivalences fonctionnelles**  
*Michel GUILLARD*
- 99 - 06 **Cash-in-Advance, Capital, and Indeterminacy**  
*Gaetano BLOISE, Stefano BOSI & Francesco MAGRIS*
- 99 - 07 **Sunspots, Money and Capital**  
*Gaetano BLOISE, Stefano BOSI & Francesco MAGRIS*
- 99 - 08 **Inter-Jurisdictional Tax Competition in a Federal System  
of Overlapping Revenue Maximizing Governments**  
*Laurent FLOCHEL & Thierry MADIES*
- 99 - 09 **Economic Integration and Long-Run Persistence  
of the GNP Distribution**  
*Jérôme GLACHANT & Charles VELLUTINI*
- 99 - 10 **Macroéconomie approfondie : croissance endogène**  
*Jérôme GLACHANT*

- 99 - 11 **Growth, Inflation and Indeterminacy in a Monetary « Selling-Cost » Model**  
*Stefano BOSI & Michel GUILLARD*
- 99 - 12 **Règles monétaires, « ciblage » des prévisions et (in)stabilité de l'équilibre macroéconomique**  
*Michel GUILLARD*
- 99 - 13 **Educating Children : a Look at Household Behaviour in Côte d'Ivoire**  
*Philippe DE VREYER, Sylvie LAMBERT & Thierry MAGNAC*
- 99 - 14 **The Permanent Effects of Labour Market Entry in Times of High Aggregate Unemployment**  
*Philippe DE VREYER, Richard LAYTE, Azhar HUSSAIN & Maarten WOLBERS*
- 99 - 15 **Allocating and Funding Universal Service Obligations in a Competitive Network Market**  
*Philippe CHONE, Laurent FLOCHEL & Anne PERROT*
- 99 - 16 **Intégration économique et convergence des revenus dans le modèle néo-classique**  
*Jérôme GLACHANT & Charles VELLUTINI*
- 99 - 17 **Convergence des productivités européennes : réconcilier deux approches de la convergence**  
*Stéphane ADJEMIAN*
- 99 - 18 **Endogenous Business Cycles : Capital-Labor Substitution and Liquidity Constraint**  
*Stefano BOSI & Francesco MAGRIS*
- 99 - 19 **Structure productive et procyclicité de la productivité**  
*Zoubir BENHAMOUCHE*
- 99 - 20 **Intraday Exchange Rate Dynamics and Monetary Policy**  
*Aurélie BOUBEL & Richard TOPOL*

## 1998

- 98 - 01 **Croissance, inflation et bulles**  
*Michel GUILLARD*
- 98 - 02 **Patterns of Economic Development and the Formation of Clubs**  
*Alain DESDOIGTS*
- 98 - 03 **Is There Enough RD Spending ? A Reexamination of Romer's (1990) Model**  
*Jérôme GLACHANT*
- 98 - 04 **Spécialisation internationale et intégration régionale. L'Argentine et le Mercosur**  
*Carlos WINOGRAD*
- 98 - 05 **Emploi, salaire et coordination des activités**  
*Thierry LAURENT & Hélène ZAJDELA*
- 98 - 06 **Interconnexion de réseaux et charge d'accès : une analyse stratégique**  
*Laurent FLOCHEL*
- 98 - 07 **Coût unitaires et estimation d'un système de demande de travail : théorie et application au cas de Taiwan**  
*Philippe DE VREYER*

- 98 - 08      **Private Information :**  
**an Argument for a Fixed Exchange Rate System**  
*Ludovic AUBERT & Daniel LASKAR*
- 98 - 09      **Le chômage d'équilibre. De quoi parlons nous ?**  
*Yannick L'HORTY & Florence THIBAUT*
- 98 - 10      **Deux études sur le RMI**  
*Yannick L'HORTY & Antoine PARENT*
- 98 - 11      **Substituabilité des hommes aux heures et ralentissement de la productivité ?**  
*Yannick L'HORTY & Christophe RAULT*
- 98 - 12      **De l'équilibre de sous emploi au chômage d'équilibre :**  
**la recherche des fondements microéconomiques de la rigidité des salaires**  
*Thierry LAURENT & Hélène ZAJDELA*