

Rôle du recyclage des déchets issus des ressources naturelles: revue de littérature

The role of recycling of wastes from natural resources: literature review

Ba Bocar Samba

Professeur

Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation

Université Laval - Canada

Centre de Recherche en Economie de l'Environnement,
de l'Agroalimentaire et de l'Energie (CREATE)

Date de soumission : 23/04/2024

Date d'acceptation : 09/07/2024

Pour citer cet article :

SAMBA.B. (2024) «Rôle du recyclage des déchets issus des ressources naturelles: revue de littérature », Revue Française d'Economie et de Gestion «Volume 5 : Numéro 7 » pp : 373 – 394.

Author(s) agree that this article remain permanently open access under the terms of the Creative Commons
Attribution License 4.0 International License



Résumé

Cet article vise essentiellement trois objectifs. Premièrement, il passe en revue la littérature économique qui montre l'importance du recyclage dans le cadre de la préservation des ressources naturelles primaires, de la réduction de la pollution et de l'économie de l'énergie. Dans ce contexte, il présente aussi quelques situations dans lesquelles le recyclage pourrait ne pas conduire mécaniquement à la préservation des ressources naturelles primaires, à la réduction de la pollution et à l'économie de l'énergie. Deuxièmement, il passe en revue les études qui ont mis en exergue le rôle des consommateurs dans le processus de recyclage. Troisièmement, il fait un survol de quelques politiques environnementales que les décideurs politiques pourraient mettre en place pour favoriser l'activité de recyclage.

Mots clés : Recyclage ; Ressources naturelles ; Externalités ; Economie circulaire ; Politiques environnementales.

Abstract

This paper has three main objectives. First, it reviews the economic literature that shows the importance of recycling in preserving primary natural resources, reducing pollution and saving energy. In this context, it also presents some situations in which recycling may not mechanically lead to primary natural resources preservation, pollution reduction and energy conservation. Second, it reviews studies that have stressed the role of consumers in the recycling process. Third, it provides an overview of some environmental policies that policy makers could implement to boost the recycling activity.

Keywords : Recycling ; Natural Resources ; Externalities ; Circular Economics ; Environmental Policies.

Introduction

Les ressources naturelles jouent un rôle prépondérant dans le développement à la fois économique et social des nations. Elles participent, en effet, à la croissance économique des nations à travers la hausse des recettes publiques et contribuent aussi à la création des emplois. Mais il convient de préciser que, en raison de l'expansion de l'économie mondiale et de la croissance démographique, l'on assiste à une forte hausse de la demande destinée à ces ressources naturelles et à une exploitation de ces ressources à un rythme très élevé. Cette situation qui menace la production future de ces ressources a conduit quelques auteurs à annoncer l'épuisement de certaines ressources comme l'or, l'uranium, le pétrole¹, et le phosphore (Steen, 1998). Etant donné que ces ressources servent de matières premières à, presque, toutes les activités de production, leur épuisement constituerait, de toute évidence, un problème majeur au maintien de la croissance économique mondiale. Aussi, est-il important de préciser que les déchets issus de la production et de la consommation de ces ressources naturelles génèrent de la pollution. Dès lors, eu égard à l'épuisement potentiel de ces ressources naturelles et à la pollution que génère leur exploitation, le recyclage devient un enjeu important (ADEME, 2008) et sa mise en œuvre devient de plus en plus indispensable (Commissariat Général du Développement Durable, 2010). En plus de permettre de réduire la pollution et de préserver les ressources naturelles, le recyclage contribue à l'économie de l'énergie (Dubois et Eyckmans, 2014; Reams et Geaghan, 1996). Cette importance multiple du recyclage fait qu'il a été traité dans la littérature économique sous divers angles. Il a, en effet, été abordé dans le domaine de l'économie industrielle à travers l'affaire Alcoa, dans le domaine de l'économie des ressources naturelles et dans le domaine de l'économie de l'environnement.

Compte tenu des enjeux environnementaux, économiques et sociaux liés au recyclage et au regard de la pression exercée sur les ressources primaires, beaucoup de pays ont développé des technologies de recyclage des déchets. Par exemple, les Etats-Unis ont recyclé les déchets électriques et électroniques (DEE) à hauteur de 17% en 1990 (U.S. Environmental Protection Agency, 1992) et à hauteur de 20% en 2012 (Ghosh et al., 2016). La Suède a recyclé le papier à hauteur de 78% en 1997 (Öhman et Brännström, 2000). Les pays suivants ont recyclé le verre, en 2003, dans les proportions qui suivent: France (58%), Allemagne (88%), Belgique (88%), Suède (92%) et Suisse (96%) (De Beir et al., 2007). La ville d'Istanbul, quant à elle, effectue des récompenses financières aux voyageurs qui participent au processus de recyclage. Cette

¹ <https://www.consoglobe.com>.

ville échange, en effet, la recharge des tickets de tramway contre le dépôt des bouteilles en plastique et des cannettes dans les bennes de recyclage. Concrètement, lorsqu'un voyageur met dans les bennes de recyclage 28 bouteilles en plastique, il bénéficie d'un billet plein tarif² pour se rendre de la banlieue d'Istanbul au centre-ville.

À la lumière des constats précédents, cet article examine les questions de recherche suivantes. Premièrement, quel est le rôle du recyclage dans le cadre de la préservation des ressources naturelles primaires, de la réduction de la pollution et de l'économie de l'énergie ? Deuxièmement, quel rôle les consommateurs jouent-ils dans le processus de recyclage ? Troisièmement, quelles politiques environnementales les décideurs politiques pourraient-ils utiliser pour encourager l'activité de recyclage ?

Pour répondre à ces questions de recherche, l'article s'est appuyé sur une revue de littérature. Il a, en effet, effectué un survol de quelques études théoriques et empiriques qui ont montré l'importance du recyclage dans le cadre de la préservation des ressources naturelles, de la diminution de la pollution et de l'économie de l'énergie. Il a aussi mis l'accent sur quelques situations où le recyclage pourrait ne pas conduire mécaniquement à la préservation des ressources primaires, à la réduction de la pollution et à l'économie de l'énergie. Ces situations incluent l'existence d'une concurrence entre l'extracteur de la ressource et le recycleur des déchets provenant de cette ressource sous l'hypothèse que cette concurrence est opérée dans un cadre dynamique, et la nature de la structure du marché sur lequel s'active le producteur de la ressource primaire. Cet article a aussi mis en lumière le rôle déterminant que les consommateurs jouent dans le processus de recyclage. Dans le but de proposer des éléments qui favorisent l'activité de recyclage, nous avons passé en revue quelques politiques environnementales que les décideurs politiques pourraient mettre en place. Il s'agit de la taxe sur les produits polluants, de la combinaison d'une taxe sur les émissions polluantes et d'une subvention au recyclage, du système de reprise et des frais de recyclage anticipés.

La suite du présent article est organisée de la manière suivante. La section 1 sera consacrée à la présentation de la méthodologie sur laquelle cette recherche est basée. La section 2 présentera les résultats sous la forme d'une revue de littérature. Plus précisément, cette section examinera, d'abord, l'importance du recyclage dans le cadre de la préservation des ressources naturelles,

² Par ailleurs, la mairie d'Istanbul a annoncé que les voyageurs les plus actifs dans cette démarche bénéficieront des bonus tels que des billets de théâtre ou bien une participation gratuite à des événements ([Http://www.leparisien.fr/economie/recyclage-des-bouteilles-en-plastique-pour-recharger-les-cartes-de-metro-a-istanbul-18-10-2018-7922259.php](http://www.leparisien.fr/economie/recyclage-des-bouteilles-en-plastique-pour-recharger-les-cartes-de-metro-a-istanbul-18-10-2018-7922259.php)).

de la réduction de la pollution et de l'économie de l'énergie. Elle soulignera, ensuite, quelques situations dans lesquelles le recyclage pourrait ne pas conduire mécaniquement à la préservation des ressources naturelles, à la réduction de la pollution et à l'économie de l'énergie. Par la suite, elle analysera le rôle de la participation des consommateurs dans le processus de recyclage. Enfin, elle présentera quelques politiques environnementales qui pourraient favoriser le recyclage. La section 3 effectuera une synthèse des différents travaux analysés dans le cadre de cet article et proposera quelques éléments de discussions. La section 4 proposera quelques hypothèses formulées à partir de l'analyse de la littérature. La conclusion permettra de clore ce travail de recherche.

1. Méthodologie

Pour atteindre les objectifs de recherche déclinés à travers cet article, nous nous sommes appuyés sur un plan de concepts en saisissant, sur des plateformes comme Google Scholar, Science Direct, Jstor, Sofia de l'université Laval, les concepts suivants : recyclage, ressources naturelles, politiques environnementales, économie circulaire, externalités. Ces concepts ont été saisis aussi bien en français qu'en anglais. Ensuite, nous avons effectué différentes combinaisons des mots clés. Nous nous sommes initialement concentrés sur les articles publiés à des revues scientifiques. Ensuite, en adoptant un processus boule de neige, nous sommes parvenus à élargir la recherche à d'autres documents tels que des rapports des agences et des institutions.

Au paragraphe 2 de l'introduction, nous avons présenté quelques pays qui recyclent. Ces pays ont été sélectionnés compte tenu de la disponibilité des données et du rôle important qu'ils jouent dans le domaine du recyclage. Nous avons aussi choisi de faire le tour de beaucoup de pays pour analyser la littérature internationale qui a porté sur le recyclage des déchets relatifs aux ressources naturelles. Nous avons également choisi de ne pas mettre l'accent que sur un seul matériau pour montrer que l'importance du recyclage est reconnue dans plusieurs secteurs.

2. Revue de littérature

Avant d'analyser la littérature, nous présentons un modèle conceptuel à partir duquel découleront nos hypothèses de recherche. Par la suite, nous verrons si ces hypothèses sont validées (ou non) par l'analyse des documents issus de la littérature.

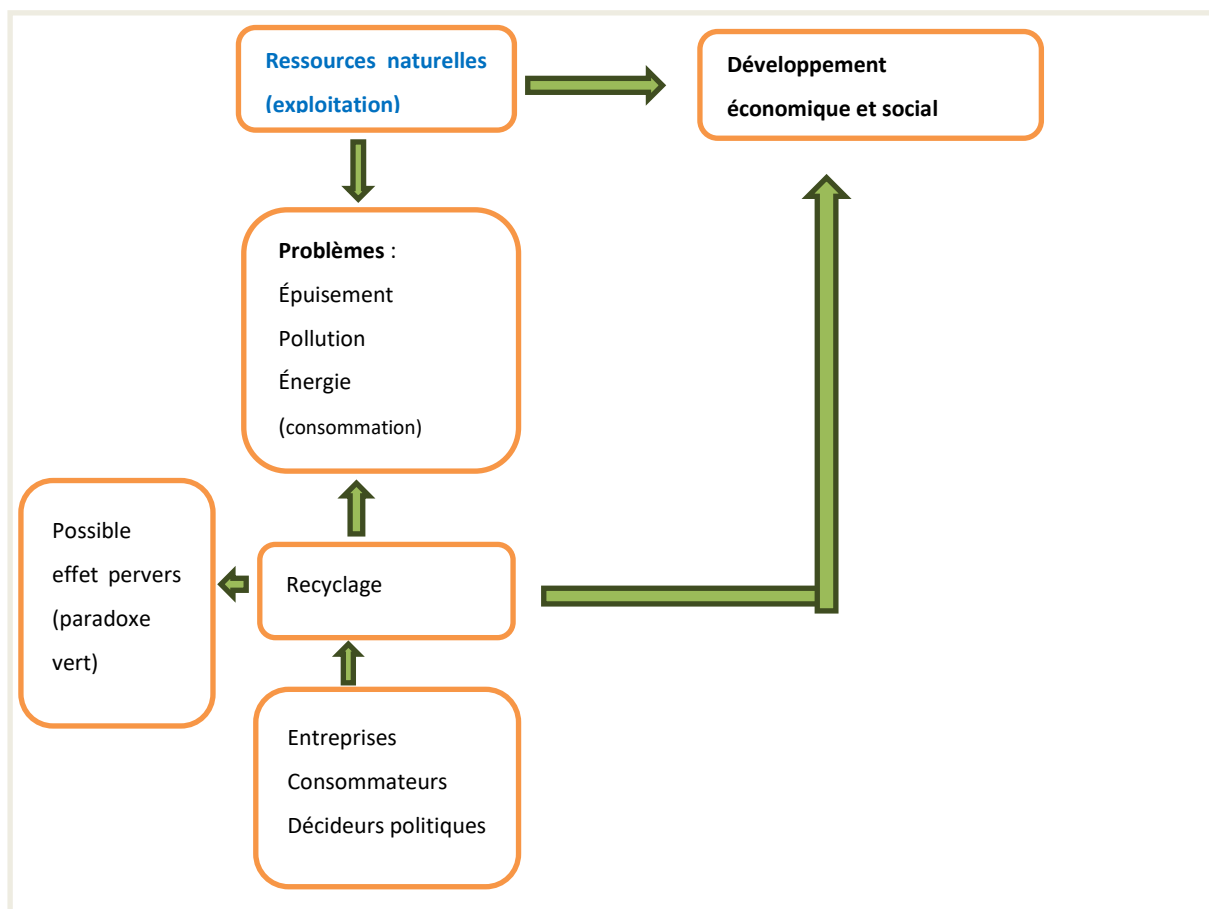


Figure 1. Modèle conceptuel.

Ce modèle conceptuel met en évidence le rôle des ressources naturelles dans le développement économique et social des nations et les problèmes principaux qui sont associés à leur exploitation. Il montre aussi que le recyclage (effectué aussi bien par les entreprises que par les consommateurs et encouragé par les décideurs politiques) pourrait être une solution aux problèmes générés par l'exploitation des ressources naturelles. Ce modèle conceptuel souligne également le rôle important que le recyclage pourrait jouer dans le développement économique et social et met aussi en exergue un possible effet pervers qui pourrait être provoqué par le recyclage. De ce modèle conceptuel, découlent les hypothèses de recherche suivantes. La première hypothèse (H1) révèle que le recyclage permet de retarder la date d'épuisement des ressources, de réduire la pollution et d'effectuer des économies d'énergie. La seconde hypothèse (H2) indique que la décision des consommateurs de participer au processus de recyclage dépend d'un certain nombre de facteurs et que cette participation permet de résoudre les problèmes liés à l'exploitation des ressources naturelles. La troisième hypothèse (H3) dit que le recyclage pourrait être favorisé par la mise en œuvre des politiques environnementales.

La quatrième hypothèse (H4) souligne que le recyclage pourrait, sous certaines conditions, provoquer un effet pervers.

À travers les lignes qui suivent, nous présentons les résultats issus de l'analyse de la littérature.

2.1. Importance du recyclage

Dans le cadre de cette section, nous présenterons le rôle du recyclage dans la préservation des ressources naturelles, la réduction de la pollution et l'économie de l'énergie.

2.1.1 Recyclage et préservation des ressources naturelles

Dans cette partie, il est question de passer en revue les études qui se sont intéressées à la relation entre le recyclage des ressources naturelles et le prolongement de la durée de vie de ces ressources. Autrement dit, il s'agit de déterminer si le recyclage contribue à réduire le rythme d'extraction des ressources naturelles ou non. Weikard et Seyhan (2009) ont proposé quelques éléments de réponse. En s'appuyant sur un modèle de contrôle optimal appliqué, ils ont montré que le recyclage permet de préserver le phosphore. La même question de recherche a été traitée par André et Cerda (2006). À travers un modèle de contrôle optimal, ils ont considéré une économie avec un bien de consommation produit à partir de deux ressources naturelles (papier et plastique). Ils ont considéré que seul le papier est recyclable, ont supposé que seule une partie des déchets issus du papier est recyclable et ont adopté une perspective de planificateur social. Ils ont montré que le recyclage peut diminuer la rareté de la ressource à court terme. Seyhan et al. (2012) ont étudié le sentier d'extraction et de recyclage du phosphore en supposant la présence d'un progrès technique et d'un effet stock. Ils ont utilisé un modèle de contrôle optimal et ont analysé le problème sous l'angle d'un planificateur social. Ils ont montré que le recyclage contribue à prolonger la durée de vie de cette ressource. Ba et Mahenc (2019) ont analysé la relation entre le recyclage et l'extraction initiale d'une ressource naturelle épuisable en s'appuyant sur un modèle théorique à deux périodes où un recycleur fait face à un extracteur qui peut se comporter soit comme un monopole, soit comme un planificateur social. Ils ont montré que le recyclage accélère l'extraction initiale de la ressource lorsque l'extracteur se comporte comme un planificateur social. En revanche, ils ont montré que le recyclage conduit à une baisse de l'extraction initiale si l'extracteur se comporte comme un monopole.

Du point de vue empirique, Gaskins (1974) a exploré l'impact du recyclage de l'aluminium sur l'épuisement de la ressource. Il a utilisé des données américaines (Etats-Unis) sur une période allant de 1939 à 1960. Par la méthode de régression linéaire, il a montré que le recyclage participe à la préservation de la ressource. Van Eygen et al. (2016) ont analysé l'influence du recyclage sur la durée de vie des ressources primaires. Ils se sont intéressés au recyclage des

ordinateurs de bureau et des ordinateurs portables dans le contexte belge pour l'année 2013. À cet effet, ils ont calculé deux indicateurs. Le premier a quantifié les rapports de poids effectivement recyclés de ces matériaux, tandis que le second a exprimé l'efficacité du recyclage des matières premières. Ils ont réalisé une ACV et ont montré que le recyclage permet de préserver entre 80 et 87 % des ressources naturelles primaires si on compare cette pratique à la mise en décharge. Cui et Forssberg (2003) ont examiné le recyclage des déchets d'équipements électriques et électroniques dans le contexte suédois. Ils ont discuté de quelques procédés de séparation mécanique des matériaux. Ils ont adopté la méthode de désassemblage sélectif qui vise à isoler les composants dangereuses et précieuses, dans le but de récupérer les matériaux qui ont de la valeur. Leur expérience leur a permis de montrer que le recyclage permet de préserver les ressources primaires à hauteur de 90% et de diminuer l'usage de l'eau à hauteur de 40%.

Il convient de noter que l'importance du recyclage ne réside pas que dans son rôle de préservateur des ressources naturelles. Le recyclage participe aussi à la réduction de la pollution.

2.1.2 Recyclage et pollution

Les activités minières impliquent habituellement des dommages significatifs qui sont assimilables à des externalités négatives. À ces externalités liées à l'extraction, s'ajoutent celles relatives à la transformation des produits primaires. Par exemple, la bauxite, après son extraction, est transformée en alumine puis en aluminium. Chacune des transformations engendre des externalités négatives. Le recyclage pourrait permettre de faire l'économie de ces externalités négatives. Quelques études ont examiné la relation entre le recyclage et la réduction de ces externalités. Le rapport de l'ADEME (2008) a exploré le rôle du recyclage dans la réduction de ces externalités. Il a montré que le recyclage a permis d'éviter l'émission de près de 19 millions de tonnes équivalent de dioxyde de carbone (CO₂) en France métropolitaine pour l'année 2006. De Beir et Girmens (2009) ont analysé les interactions entre un secteur d'extraction qui produit un bien primaire polluant et un secteur de recyclage qui produit un bien secondaire vert. Ils ont utilisé un modèle de type « leader-follower » et ont considéré que les deux biens sont substituables. Ils ont souligné que le recyclage permet de réduire les externalités négatives dans la mesure où il contribue à diminuer la production des déchets et permet d'éviter des nuisances liées à l'extraction minière. Ces auteurs ont aussi indiqué que les ressources naturelles recyclées sont moins polluantes que les ressources naturelles primaires car ils estiment que la production de ces dernières exige plus d'énergie. Cui et Forssberg (2003) ont

montré que le recyclage du fer et de l'acier réduit la pollution de l'air à hauteur de 86%, la pollution de l'eau à hauteur de 76%, les stocks des déchets miniers à hauteur de 97%. Cordell et al. (2011) ont examiné les options de recyclage du phosphore à partir des excréments humains et animaux. Ils se sont basés sur un cadre intégré et systémique et des études de cas et ont montré que le recyclage du phosphore participe à la diminution de la pollution aquatique. En effet, lorsque le phosphore n'est pas recyclé, il se retrouve dans les eaux (océans, mers, lacs) du fait de l'érosion des sols, du ruissellement des eaux et des rejets industriels et crée, par conséquent, des phénomènes d'eutrophisation. Il convient aussi de noter que le recyclage des cannettes de boissons fabriquées sur la base de l'aluminium contribue à réduire la pollution de l'air à hauteur de 95%³.

En plus de participer à la préservation des ressources et au contrôle de la pollution, le recyclage peut aussi avoir un impact positif sur l'économie de l'énergie. La partie suivante analysera cet impact.

2.1.3 Recyclage et économie d'énergie

Le recyclage des déchets électroniques peut fournir des économies d'énergie plus importantes, en comparaison avec les ressources primaires (Cui et Forssberg, 2003). Ces auteurs ont évalué ces économies d'énergie dans les proportions suivantes: aluminium (95%), cuivre (85%), fer et acier (74%), plomb (65%), zinc (60%), papier (64%). Piemonte (2011) a analysé l'effet du recyclage du bioplastique sur l'économie de l'énergie dans le contexte des Etats-Unis. Il s'est appuyé sur la méthode ACV et a indiqué que le recyclage a permis d'avoir un taux d'économie d'énergie égal à 60% . Woolridge et al. (2006) ont examiné l'impact du recyclage des déchets provenant du textile sur l'économie de l'énergie dans le contexte du Royaume-Uni et se sont appuyés sur la méthode ACV. En analysant l'extraction des ressources, la fabrication des matériaux, la production d'électricité, la collecte, le traitement et la distribution des vêtements, ainsi que l'élimination finale des déchets, ils ont montré, que pour chaque kilogramme de coton vierge remplacé par des vêtements recyclés, environ 65 kilowattheures (kWh) sont économisés. Dans la partie suivante, nous exposerons quelques études qui ont analysé le rôle joué par les consommateurs dans le processus de recyclage.

2.2. Rôle des consommateurs dans le processus de recyclage

Une grande partie de la littérature économique a analysé la question du recyclage effectué par les firmes, en ignorant le rôle des consommateurs (Gaskins, 1974; Martin, 1982; Suslow, 1986;

³ <http://sprecycling.com/category/recycling-industry-standards/>.

Tirole, 1988; Gaudet et Long, 2003). Le rôle que ces derniers peuvent jouer dans le processus de recyclage a été souligné par Hollander et Lasserre (1988). Ces auteurs ont considéré un modèle théorique où un monopole d'un bien primaire fait face à un secteur de recyclage. Ils ont supposé la participation des consommateurs et ont considéré que ces derniers sont homogènes. Ils ont montré que, lorsque les coûts de transaction sur la ferraille sont nuls, l'existence d'un secteur de recyclage indépendant ne conduit pas le producteur du bien primaire à fixer un prix inférieur au prix de monopole. En revanche, ils ont montré qu'une simple menace d'entrée des recycleurs pourrait conduire le producteur du bien primaire à fixer un prix supérieur à celui de monopole, en présence des coûts de transaction. Baksi et Long (2009) ont, à travers une analyse théorique, pris en compte la participation des consommateurs dans le processus de recyclage. Ils ont supposé que les consommateurs sont hétérogènes dans la mesure où ils ont des coûts de tri et du recyclage qui sont différents. Aussi, ont-ils considéré le rôle de l'effet de réseau dans le processus de recyclage. Ils ont montré que l'hétérogénéité des consommateurs entraînerait une augmentation du pouvoir de marché⁴ du producteur du bien primaire et conduirait à des équilibres multiples lorsque l'effet de réseau est suffisamment élevé. Ils ont également montré que le fait d'augmenter la pression sociale pour que les consommateurs recyclent pourrait diminuer leur niveau de participation au processus de recyclage et augmenter, par conséquent, le pouvoir de marché du producteur du bien primaire. Tucker (1999) a examiné les éléments qui motivent la participation des consommateurs au processus de recyclage. À cet effet, il a effectué des enquêtes auprès des individus et a montré que les consommateurs peuvent être influencés par des pressions sociales provenant de la famille, des amis et des voisins lorsque qu'un certain seuil de participants à l'activité de recyclage est atteint. Vining et al. (1992) ont étudié les raisons qui conduisent les consommateurs à recycler. Ils se sont appuyés sur des données de quatre collectivités de l'Illinois (États-Unis) et ont utilisé la méthode de régression. Ils ont conclu que les facteurs qui influencent le recyclage sont l'altruisme, les influences sociales, les incitations économiques et le stockage effectué par les ménages. Parmi ces quatre facteurs, ils estiment que l'altruisme des consommateurs est le facteur qui influence le plus le recyclage.

Notons qu'il existe des politiques environnementales qui favorisent recyclage. La partie suivante analysera certaines de ces politiques.

⁴ Sans considérer la participation des consommateurs au processus de recyclage, Gaudet et Long (2003) ont aussi montré que la présence du recyclage augmente le pouvoir de marché du producteur du bien primaire (voir aussi Sourisseau et al., 2017; Ba, 2017).

2.3. Politiques environnementales favorisant le recyclage

Cette partie exposera quelques mécanismes environnementaux qui encouragent le recyclage. En plus de la subvention au recyclage, les politiques suivantes permettent de développer l'activité de recyclage.

2.3.1 Taxe sur les produits polluants

L'importance de cette politique dans le cadre de la réduction de la pollution est reconnue depuis Pigou (1920). L'application d'une taxe sur les produits primaires polluants pourrait conduire les producteurs à adopter des technologies moins polluantes et à diminuer la quantité extraite des produits primaires. Ce qui pourrait conduire à une augmentation de la quantité recyclée pour que toute la demande soit approvisionnée. Intuitivement, cette taxe ne devrait pas être trop élevée pour ne pas obliger les producteurs des produits primaires à sortir du marché. Son niveau dépendra, entre autres, de la structure du marché. Concrètement, lorsque les acteurs qui polluent l'environnement opèrent sur un marché de type concurrence parfaite et qu'ils produisent un bien homogène, la taxe est généralement égale au dommage marginal engendré par la pollution. En revanche, lorsque le marché de ce bien homogène est de type concurrence imparfaite (monopole ou oligopole), la taxe est généralement inférieure au dommage marginal. Le régulateur la fixe à ce niveau pour limiter la baisse de la production engendrée par les imperfections des marchés. Wertz (1996) a souligné que cette politique a été utilisée aux États-Unis dans la ville de San Francisco. Il a analysé l'influence de la taxe sur les volumes de déchets produits par les ménages. À cette fin, il a comparé le volume moyen des déchets produits dans la ville de San Francisco, en 1970, au volume moyen des déchets produits dans d'autres villes américaines qui sont comparables à San Francisco et qui n'ont jamais adopté ce système. En estimant, l'élasticité prix, il a montré que la taxe réduit le volume des déchets. Cela et Kaneko (2011) ont exploré l'effet de la taxe sur les déchets provenant du papier. Ils ont appliqué leur analyse au contexte danois. En utilisant des données de panel couvrant la période 1994-2007, ils ont montré que la taxe permet de réduire ces déchets. Dewees et Hare (1998) ont analysé l'effet de la taxe sur la réduction des déchets relatifs au plastique, au verre et à l'acier, dans le contexte de la province canadienne Ontario. Ils ont montré que la taxe permet effectivement de réduire ces déchets. Pour une analyse détaillée de cette littérature, nous renvoyons le lecteur à Kirakozian (2016) qui fournit un aperçu très vaste.

2.3.2 Combinaison d'une taxe sur les émissions et d'une subvention au recyclage

Cette politique est connue sous le terme anglo-saxon « deposit-refund system » (Calcott et Walls, 2002). Comme son nom l'indique, elle consiste à combiner une taxe sur le produit

polluant (deposit) à une subvention (refund) lorsque le produit est retourné pour le recyclage (Walls, 2011). Palmer et Walls (1997) ont effectué une analyse théorique portant sur ce mécanisme. Elles ont considéré plusieurs firmes identiques qui vendent des produits primaires polluants à plusieurs consommateurs et ont considéré que ces produits sont recyclés. Elles ont supposé que les consommateurs décident de s'ils vont recycler ou éliminer les produits usagés. Elles ont montré que la mise en place de cette politique permet d'atteindre l'optimum social lorsque la taxe est égale à la subvention et que les deux sont égales au coût social marginal relatif à l'élimination des déchets. Calcott et Walls (2002) ont utilisé un modèle d'équilibre général en considérant une perspective d'un planificateur social. Ils ont supposé que les marchés de recyclage sont soumis à des coûts de transaction. Ils ont aussi considéré que les consommateurs retournent certains produits aux recycleurs et qu'ils reçoivent, en échange, une récompense financière qui dépend du taux de recyclabilité des produits qu'ils mettent à la disposition des recycleurs. Selon eux, ces coûts sont dus au fait qu'il est difficile pour les recycleurs de déterminer la valeur ou la recyclabilité de ces produits pour payer un prix qui reflète exactement cette valeur. Ils ont analysé la manière dont ces coûts de transaction affectent les rôles joués par les marchés et les politiques environnementales pour atteindre des niveaux efficaces d'élimination des déchets, de recyclage et de conception des produits. Ils ont montré que ce mécanisme environnemental permet d'atteindre la solution de premier rang. Fullerton et Wu (1998) ont exploré également cette politique environnementale dans le cadre d'une analyse théorique. Ils ont supposé que les producteurs choisissent un degré d'emballage pour leurs produits et un degré de recyclabilité. Ils ont considéré que la recyclabilité est la fraction du produit qui peut être recyclée. Ils ont montré que cette politique conduit à une solution de premier rang.

Dans la pratique, ce système a été appliqué aux États-Unis et a porté sur les produits suivants: les batteries faites à base de plomb, les pneus, les bouteilles contenant de la bière et de la boisson gazeuse, les produits électroniques et d'autres produits polluants (Walls, 2011). Walls (2011) a estimé que l'Etat d'Oregon a adopté, en 1971, la première loi sur les bouteilles et sur la consigne des récipients, aux États-Unis. Selon elle, cette loi impose une consigne sur toutes les bouteilles qui contiennent de la bière et de la boisson gazeuse et note qu'un remboursement est effectué lorsque ces bouteilles sont retournées à des fins de recyclage.

2.3.3 Système de reprise

Ce système, connu sous le terme anglo-saxon « take-back system », oblige les producteurs à récupérer les emballages associés à leurs produits, après consommation. Un pourcentage

spécifié de ces emballages doit être recyclé chaque année (Walls, 2011). Depuis Lindhqvist (2000), ce concept a changé d'appellation et est plus connu sous le nom de « responsabilité élargie du producteur » (REP). Le terme REP est apparu pour la première fois en Suède (Walls, 2006). Lindhqvist (2000) qui est considéré comme étant le pionnier de la REP la définit comme une stratégie de protection de l'environnement visant à atteindre l'objectif environnemental d'une réduction de l'impact total d'un produit, en rendant le fabricant du produit responsable de l'ensemble du cycle de vie du produit et notamment de la reprise, du recyclage et de l'élimination finale du produit.

Le système de reprise a été appliqué en Allemagne, au Royaume-Uni, dans d'autres pays de l'Union européenne, au Japon, en Inde, au Brésil, en Corée du Sud, à Taïwan et au Canada (Walls, 2006; Manomaivibool, 2009; Milanez et Bührs, 2009; Kojima et al., 2009; Walls, 2011). Par exemple, dans le contexte de l'Union européenne, la directive relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) de 2003 a établi des taux de récupération minimums que les producteurs doivent respecter. En 2008, une version révisée de cette directive a proposé un taux annuel de collecte des DEEE de 65 % du poids moyen des produits mis sur le marché par chaque État membre (European Union, 2008). Dans le contexte du Royaume-Uni, Ongondo et Williams (2009a,b) ont estimé qu'il existe, au moins, 102 programmes de reprise en ligne qui sont exploités par des organismes de bienfaisance, des fabricants, des détaillants, des opérateurs de réseaux et des sociétés de recyclage de téléphones portables.

2.3.4 Frais de recyclage anticipés

Cette politique, connue sous le vocable anglo-saxon « advanced recycling fees », consiste à taxer les consommateurs au moment d'acheter le produit et à utiliser les revenus de cette taxe pour financer des programmes de recyclage (Walls, 2006; Nixona et Saphores, 2007). Hong et al. (2014) se sont intéressés à cet instrument environnemental. Ils ont présenté un modèle théorique de type Stackelberg. Dans ce modèle, une agence environnementale détermine le niveau de ces frais dans le but de maximiser le bien-être social. Ils ont montré que cette pratique peut générer une amélioration significative du niveau du bien-être social. Aussi, ont-ils indiqué que l'agence environnementale fixe les frais payés par les agents économiques en les indexant aux dépenses totales qui serviront à financer les programmes de recyclage.

Du point de vue pratique, Atasu et Van Wassenhove (2010) ont indiqué que la Californie est la première ville des Etats-Unis à adopter ces genres de programmes. Selon ces auteurs, la loi californienne impose aux consommateurs une taxe (frais) de recyclage anticipée lors de l'achat d'un produit contenant un écran électronique. Ils ont estimé que cette taxe varie entre 6 et 10

dollars américains et que le niveau de la taxe dépend de la taille de l'écran. Les autorités locales utilisent une partie de cette taxe pour subventionner les collecteurs et les recycleurs agréés. Nixon et Saphores (2007) ont aussi souligné que cette politique est appliquée en Californie. Ils ont effectué une enquête auprès des consommateurs. Ils ont montré que plusieurs personnes qui ont participé à leur enquête s'estiment prêtes à payer une taxe de 1% pour encourager le recyclage. Cette politique est appliquée en Suisse (Sinha-Khetriwal et al., 2005). Un des objectifs de recherche de Sinha-Khetriwal et al. (2005) a été de fournir une description du système de gestion des déchets électroniques dans ce pays. À cette fin, ils ont effectué des entretiens auprès des experts, des cadres supérieurs, des fabricants d'appareils électroménagers. Ils ont estimé que les frais payés par les consommateurs peuvent aller d'un minimum de 1 CHF (franc suisse) pour les petits articles, notamment les sèche-cheveux et les rasoirs électriques, jusqu'à 20 CHF pour les téléviseurs ou 40 CHF pour les réfrigérateurs. Le total de ces frais collectés, en 2003, s'élevait à 71,66 millions de francs suisses. La politique de frais de recyclage anticipés est également pratiquée en Corée du Sud, et les frais payés par les consommateurs dépendent du type et de l'état de l'équipement (Milanez and Bührs, 2009).

3. Synthèse des travaux et discussions

Cette partie donne un aperçu synthétique portant sur les différents travaux que nous avons passés en revue.

3.1. Importance du recyclage

Le survol de la littérature a permis de montrer que le recyclage contribue à la préservation des ressources, au contrôle de la pollution et à l'économie de l'énergie. Le recyclage permet de préserver les ressources naturelles dans la mesure où il retarde le rythme d'extraction de ces ressources. Cette conclusion peut, toutefois, être nuancée. En effet, il est raisonnable de penser que le recyclage puisse avoir un effet négatif sur la préservation des ressources naturelles lorsque d'autres éléments sont pris en compte dans une analyse. Premièrement, lorsqu'il y a une concurrence entre l'extracteur de la ressource et le recycleur des déchets provenant de cette ressource et que la ressource est produite dans un cadre dynamique, des effets stratégiques d'anticipation peuvent conduire à l'accélération de son rythme d'extraction. Autrement dit, lorsque le propriétaire de la ressource pense qu'il sera concurrencé demain par un recycleur, il peut avoir une incitation à augmenter son extraction d'aujourd'hui ou bien même à extraire toute la ressource aujourd'hui pour ne pas subir les conséquences néfastes de la concurrence future. Ce comportement renvoie à ce qui est appelé, dans la littérature économique, « green paradox » (paradoxe vert) qui stipule que la possible entrée d'un substitut sur un marché (ou une taxe

future sur l'extraction d'une ressource polluante) peut entraîner l'accélération du taux d'extraction d'aujourd'hui (voir Hoel, 2008; Michielsen, 2011). Deuxièmement, Ba et Mahenc (2019) ont indiqué que, lorsque l'extracteur se comporte comme un planificateur social, l'extraction de la période courante augmente avec le recyclage. Dans ce cas, le recyclage ne favorise pas la préservation des ressources primaires, du moins dans le court terme. Son effet net sur la préservation des ressources primaires dépendra de comment il influencera l'extraction future. Lorsqu'il réduit cette extraction, dans le cas où il en est un substitut parfait, cet effet net est tributaire du poids qu'il aura sur la réduction de l'extraction future et de celui qu'il a sur l'augmentation de l'extraction courante. Pour ce qui est de la réduction de la pollution, le recyclage pourrait jouer ce rôle à travers le canal de retardement du rythme d'extraction des ressources naturelles. Cette conclusion peut, néanmoins, être nuancée. En effet, le phosphore recyclé peut, à son tour, se retrouver dans les eaux après consommation, et créer des phénomènes d'eutrophisation. Par conséquent, il peut polluer ces eaux, au même titre que le phosphore extrait. Du point de vue de l'économie d'énergie, la littérature révèle que le recyclage permet d'effectuer des économies d'énergie plus importantes en comparaison avec les ressources naturelles primaires. Toutefois, l'étude de Ba et Mahenc (2019) nous amène à nuancer cette conclusion en ce sens que le recyclage d'une ressource naturelle pourrait conduire à une accélération de l'extraction courante des ressources naturelles primaires. Etant donné que ces ressources sont sources d'énergie, cette situation pourrait ne pas conduire à une économie nette de l'énergie. Pour évaluer l'effet net du recyclage sur l'économie de l'énergie, il faudrait, en effet, procéder à une évaluation de l'effet de l'accélération de l'extraction et de celle de l'effet de la réduction liée à l'utilisation de l'énergie obtenue du fait du recyclage. L'effet net dépendra de la taille de l'effet d'augmentation et de celle de l'effet de réduction.

3.2. Participation des consommateurs au processus de recyclage

Principalement, deux conclusions ressortent de cette analyse. En examinant la relation entre le recyclage et le pouvoir de marché du producteur du bien primaire, une ligne de recherche mentionne que ce rôle est influencé par le caractère hétérogène (ou non) des consommateurs et la pression sociale (Baksi et Long, 2009). Ces auteurs montrent que l'hétérogénéité des consommateurs et une hausse de la pression sociale pour qu'ils recyclent pourraient induire une hausse du pouvoir de marché du producteur du bien primaire. En explorant les déterminants de la participation des consommateurs, la deuxième ligne de recherche révèle que des éléments comme les pressions sociales venant de la famille, des amis et des voisins, l'altruisme, les

incitations financières et le stockage pourraient influencer les consommateurs pour qu'ils recyclent.

3.3. Politiques environnementales favorisant le recyclage

Cette partie a exposé certaines politiques environnementales qui militent en faveur du recyclage. Parmi ces politiques, figurent :

La taxe sur les produits polluants : cette taxe augmente le coût supporté par le producteur d'un bien polluant et réduit, en conséquence, la quantité qu'il met sur le marché. Sous l'hypothèse que le bien polluant et le bien recyclé sont des substituts, la réduction de la quantité du bien polluant induit une hausse de la quantité du bien recyclé.

La combinaison d'une taxe sur les émissions et d'une subvention au recyclage : la littérature montre que cette combinaison permet d'atteindre la solution de premier et favorise le recyclage.

Le système de reprise : ce système, obligeant les producteurs à récupérer les emballages associés à leurs produits à la suite de la consommation de ces produits, favorise le recyclage en ce sens qu'il indique qu'un certain pourcentage de ces emballages doit être recyclé.

Les frais de recyclage anticipés : cette méthode, consistant à associer l'achat des consommateurs à une taxe supplémentaire destinée à financer les activités de recyclage, favorise l'activité de recyclage.

4. Hypothèses de recherche

L'analyse de la littérature nous amène à formuler un certain nombre d'hypothèses de recherche. La première hypothèse (H1) stipule que le recyclage permet de retarder la date d'épuisement des ressources (voir Weikard et Seyhan, 2009; André et Cerda, 2006; Seyhan et al., 2012;), de contrôler la pollution (De Beir et Girmens, 2009; Cui et Forssberg, 2003; Cordell et al., 2011), d'effectuer des économies d'énergie (Piemonte, 2011; Cui et Forssberg, 2003; Woolridge et al., 2006). La seconde hypothèse (H2) indique que la décision des consommateurs à participer au processus de recyclage dépend d'un certain nombre de facteurs au rang desquels figurent l'altruisme, les incitations financières, le stockage et les pressions sociales venant de la famille, des amis et des voisins (Baksi et Long, 2009; Vining et al., 1992; Tucker, 1999). La troisième hypothèse (H3) révèle que les politiques environnementales comme la taxe sur les produits polluants, la combinaison d'une taxe et d'une subvention, le système de reprise et les frais de recyclage anticipés favorisent le recyclage (Wertz, 1996; Kaneko, 2011; Kirakozian, 2016; Palmer et Walls, 1997; Calcott et Walls, 2002; Fullerton et Wu, 1998; Walls, 2011; Manomaivibool, 2009; Milanez et Bührs, 2009; Kojima et al., 2009; Nixona et Saphores, 2007;

Atasu et Van Wassenhove, 2010; Sinha-Khetriwal et al., 2005). La quatrième hypothèse (H4) établit que le recyclage pourrait, sous certaines conditions (présence d'un planificateur social, existence d'une relation de substitution entre le produit recyclé et le produit primaire), induire un effet pervers (Hoel, 2008; Michielsen, 2011; Ba et Mahenc, 2019).

Les résultats de la littérature analysée confirment les hypothèses que nous avons initialement formulées.

Conclusion

Au regard du rôle fondamental joué par les ressources naturelles, de leur raréfaction annoncée et de la pollution engendrée par leur extraction, le recyclage constitue plus que jamais un enjeu de taille. Cet article a passé en revue quelques études théoriques et empiriques qui ont montré son importance dans le cadre de la préservation des ressources naturelles, de la diminution de la pollution et de l'économie de l'énergie. Il a aussi mis l'accent sur quelques situations où le recyclage pourrait ne pas conduire mécaniquement à la préservation des ressources primaires, à la réduction de la pollution et à l'économie de l'énergie. Ces situations incluent l'existence d'une concurrence entre l'extracteur de la ressource et le recycleur des déchets provenant de cette ressource sous l'hypothèse que cette concurrence est opérée dans un cadre dynamique, et la nature de la structure du marché sur lequel s'active le producteur de la ressource primaire. Cet article a aussi mis en lumière le rôle déterminant que les consommateurs jouent dans le processus de recyclage. Dans le but de proposer des éléments qui favorisent l'activité de recyclage, nous avons passé en revue quelques politiques environnementales que les décideurs politiques pourraient mettre en place. Il s'agit de la taxe sur les produits polluants, de la combinaison d'une taxe sur les émissions polluantes et d'une subvention au recyclage, du système de reprise et des frais de recyclage anticipés.

La contribution de cet article se mesure à l'aune des éléments suivants. Premièrement, l'article présente le rôle positif du recyclage (à travers la préservation des ressources naturelles, la réduction de la pollution et l'économie de l'énergie) et analyse aussi plusieurs situations dans lesquelles le recyclage pourrait conduire à un effet pervers. Deuxièmement, il y a un type de littérature qui montre le rôle que les firmes jouent dans le processus de recyclage et un autre type de littérature qui montre le rôle crucial que les consommateurs jouent dans ce processus. L'article a le mérite de combiner ces deux visions. Troisièmement, l'article donne aux décideurs politiques une panoplie de politiques environnementales qu'ils peuvent utiliser dans le but de favoriser les activités de recyclage. Quatrièmement, l'article permet d'avoir une idée du niveau

des taux de recyclage qui prévalent dans certains pays et donne, en conséquence, un aperçu sur l'évolution des technologies de recyclage dans ces pays.

Notre désir de couvrir plusieurs domaines (économie de l'environnement et des ressources naturelles, économie de l'énergie, économie industrielle), plusieurs acteurs (producteurs, consommateurs, gouvernements), plusieurs politiques environnementales (taxe sur les produits polluants, combinaison d'une taxe sur les émissions polluantes et d'une subvention au recyclage, système de reprise et frais de recyclage anticipés) et plusieurs pays nous empêche, naturellement, de pouvoir effectuer une analyse plus approfondie de chaque point et nous amène, parfois, à effectuer une analyse sommaire. À ce titre, la démarche adoptée dans le cadre de cet article constitue une limite.

En termes d'implications politiques, cet article révèle que les décideurs politiques gagneraient à encourager les activités de recyclage dans le but de préserver les ressources naturelles, de réduire la pollution et d'économiser de l'énergie. L'incitation au recyclage pourrait passer par la mise en œuvre des politiques environnementales, notamment le système de taxation des produits primaires (ce qui favorise le recyclage par effet de substitution), la combinaison de la taxe sur les produits polluants et la subvention des activités de recyclage, le système de reprise et les frais de recyclage anticipés. Mais étant donné que le recyclage pourrait avoir un effet pervers (par exemple, lorsque le recyclage du phosphore peut induire des phénomènes d'eutrophisation, ou bien lorsqu'il existe une concurrence entre l'extracteur de la ressource et le recycleur des déchets provenant de cette ressource et que la ressource est produite dans un cadre dynamique, ou encore lorsque l'extracteur se comporte comme un planificateur social), les décideurs politiques devraient examiner attentivement l'utilité (ou non) d'encourager les activités de recyclage. L'article montre aussi que les décideurs politiques devraient prendre en compte le rôle fondamental que les consommateurs pourraient jouer dans le processus de recyclage et les inciter à recycler davantage.

Cet article jette les bases de riches discussions sur les rôles multiples que le recyclage pourrait jouer. Formaliser les idées discutées dans cet article avec un modèle mathématique est une piste future qui est inscrite dans notre agenda de recherche. Cette formalisation permettra, de toute évidence, de tirer des conclusions pertinentes et d'analyser finement les intuitions économiques qui accompagneraient ces conclusions.

BLIOGRAPHIE

ADEME (2008). Document de Réflexion pour l'Elaboration d'une Stratégie de Développement du Recyclage en France, Rapport final.

- André, F. J. et Cerda, E. (2006). On the Dynamics of Recycling and Natural Resources. *Environmental and Resource Economics*, 00: 1-23.
- Atasu, A. et Wassenhove, V. (2010). Environmental Legislation on Product Take-back and Recovery, Chapter 3.
- Ba, B. S. (2022). Recycling of a Primary Resource and Market Power: The Alcoa Case. *Revue Économique*, 73, 303-324.
- Ba, B. S. et Mahenc, P. (2015). Recycling an Exhaustible Resource and Hotelling's Rule, Congrès de L'Association Française de Sciences Economiques, Rennes (France).
- Ba, B. S. et Mahenc, P. (2019). Is Recycling a Threat or an Opportunity for the Extractor of an Exhaustible Resource? *Environmental and Resource Economics*, <https://doi.org/10.1007/s10640-018-0293-1>.
- Baksi, S. et Long, N. V. (2009). Endogenous Consumer Participation and the Recycling Problem. *Australian Economic Papers*, 48: 281-295. doi:10.1111/j.1467-8454.2009.00376.x.
- Calcott, P. et Walls, M. (2002). Waste, Recycling, and Design for Environment: Roles for Markets and Policy Instruments, Discussion Paper 00-30REV.
- Cela, E. et S. Kaneko (2011). Determining the Effectiveness of the Danish Packaging Tax Policy: The Case of Paper and Paperboard Packaging Imports. *Resources, Conservation and Recycling*, 55 (9-10), 836-841.
- Commissariat Général du Développement Durable (2010). Recyclage et Réemploi, une Economie des Ressources Naturelles, No 42.
- Cordell, D., Rosemarie. A, Shröder, J. J. et Smit, A. L. (2011). Towards Global Phosphorus Security: A Systems Framework for Phosphorus Recovery and Reuse Options, Article in press.
- Cui, J. et Forssberg, E. (2003). Mechanical Recycling of Waste Electric and Electronic Equipment: A Review. *J. Hazard. Mater*, 99, 3, 243-263.
- De Beir, J. D. et Girmens, G. (2009). Alcoa Re-revisited: Recycling, Market Power and Environmental Policy. *Economie Internationale*, 120, p. 37-52.
- De Beir, J. D., Fodha, M. et Girmens, G. (2007). Recyclage et Externalités Environnementales: Faut-il Subventionner les Activités de Récupération Recyclage ? *Revue Economique*, Vol. 58, pp. 609 à 617.
- Deweese, D.N. et Hare, M. .J. (1998). Economic Analysis of Packaging Waste Reduction. *Can. Publ. Pol.* 24 (4), 453-470.
- Dubois, M. et Eyckmans, J. (2014). Efficient Waste Management Policies and Strategic Behavior with Open Borders. *Environmental and Resource Economics*, 10640-014-9851-3.

- European Union (2008). Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on Waste Electrical and Electronic Equipment.
- Fullerton, D. et Wu, W. (1998). Policies for Green Design. *Journal of Environmental Economics and Management*, 36, 2, 131-48.
- Gaskins, D.W. (1974). Alcoa Revisited: The Welfare Implications of a Secondhand Market. *Journal of Economic Theory*, 7, pp. 254-271.
- Gaudet, G. (2007). Natural Resource Economics under the Rule of Hotelling. *Canadian Journal of Economics*, 40, 1033-1059.
- Gaudet, G., et Long, N. V. (2003). Recycling Redux: A Nash-Cournot Approach. *Japanese Economic Review*, 54, 4, 409-419.
- Ghosh, S.K., Lee, J., Godwin, A.C., Oke, A., Al-Rawi, R. et El-Hoz, M. (2016). Waste Management in USA through Case Studies: E-waste Recycling and Waste Energy Plant, In *Proceedings of the 31st International Conference on Solide Waste Technology and Management*, Philadelphia, USA.
- Hoel, M. (2008). Bush Meets Hotelling: Effects of Improved Renewable Energy Technology on Greenhouse Gas Emissions, CESifo Working Paper 2492.
- Hollander, A., et Lasserre, P. (1988). Monopoly and the Preemption of Competitive Recycling. *International Journal of Industrial Organization*, 6, 489-497.
- Hong, I.-H, Lee, Y.-T. et Chang, P.-Y. (2014). Socially Optimal and Fund-balanced Advanced Recycling Fees and Subsidies in a Competitive Forward and Reverse Supply Chain, *Resources. Conservation and Recycling*, 82, 75-85.
- Hotelling, H. (1931). The Economics of Exhaustible Resources. *Journal of Political Economy*, 39, 2, 137-175.
- Kirakozian, A. (2016). One Without the Other? Behavioural and Incentive Policies for Household Waste Management. *Journal of Economic Surveys*, 30 (3), 526-551.
- Kojima, M., Yoshida, A. et Sosaki, S. (2009). Difficulties in Applying Extended Producer Responsibility Policies in Developing Countries: Case Studies in E-waste Recycling in China and Thailand. *J. Mater Cycles Waste Manag*, 11, 263-269.
- Lindhqvist, T. (2000), *Extended Producer Responsibility in Cleaner Production: Policy Principle to Promote Environmental Improvements of Product Systems*, IIIIEE Dissertation:2, IIIIEE, Lund University, Lund, Sweden.

- Manomaivibool, P. (2009). Extended Producer Responsibility in a Non-OECD Context: The Management of Waste Electrical and Electronic Equipment in India, *Resources. Conservation and Recycling*, 53, 136-144.
- Martin, R. (1982). Monopoly Power and the Recycling of Raw Materials. *Journal of Industrial Economics*, 30, 4, 405-419.
- Michielsen, T. (2011). Brown Backstops Versus the Green Paradox, Working Paper.
- Milanez, B. et Bührs, T. (2009)]. Extended Producer Responsibility in Brazil: The case of Tyre Waste. *Journal of Cleaner Production*, 17, 608-615.
- Nixona, H. et Saphores, J.-D. (2007). Financing Electronic Waste Recycling Californian Households's Willingness to Pay Advanced Recycling Fees. *Journal of Environmental Management*, 84, 547-559.
- Ongondo, F. et Williams, I. (2009a). Mobile Telephone Collection, Reuse, and Recycling in the UK, Third BOKU Waste Conference.
- Ongondo, F. et Williams, I. (2009b). How Are WEEE Doing? Global Trends and Future Perspectives on Electronic Waste.
- Palmer, K. et Walls, M. (1997). Optimal Policies for Solid Waste Disposal Taxes, Subsidies, and Standards. *Journal of Public Economics*, 65, 193-205.
- Pigou, A.-C. (1920). *The Economics of Welfare*, 4th Edition 1932. London: Macmillan.
- Piemonte, V. (2011). Bioplastic Wastes: The Best Final Disposition for Energy Saving. *J. Polym Environ*, 19: 988-994.
- Reams, M. A. et Geaghan, J. P. (1996). The Link with Recycling and Litter: A field Study. *Environment and Behaviour* 28, 92-111.
- Seyhan, D., Weikard, H. P. et Ierland, E. V. (2012). An Economic Model of Long-term Phosphorus Extraction and Recycling, *Resource. Conservation and Recycling*, No 61, 103-108.
- Sinha-Khetriwal, D., Kraeuchi, P. et Schwaninger, M. (2005). A Comparison of Electronic Waste Recycling in Switzerland and in India. *Environmental Impact Assessment Review*, 25, 492-504.
- Sourisseau, S., De Beir, J. et HA HUY, T. (2017). The Effect of Recycling Over a Mining Oligopoly, Document de Recherche, Centre d'Etudes des Politiques Economiques de l'Université d'Evry.
- Sourisseau, S., De Beir, J. et HA HUY, T. (2018). The Effect of Recycling over a Mining Oligopoly: Competition for Market Shares, Collusion for Market Power within a Cournot-

Stackelberg Model, Document de Recherche, Centre d'Etudes des Politiques Economiques de l'Université d'Evry.

Steen, I. (1998). Management of a Non-renewable Resource. No 217, 25-31.

Suslow, V. (1986). Estimating Monopoly Behavior with Competitive Recycling: An Application to Alcoa. RAND Journal of Economics, 17, 3, 389-403.

Tirole, J. (1988). The Theory of Industrial Organization, MIT Press.

Tucker, P. (1999). Normative Influences in Household Waste Recycling. Journal of Environmental Planning and Management ,4, 632-82.

Van Eygen, E., Meester, S. De, Tran, H.P. et Dewulf, J. (2016). Resource Savings by Urban Mining: The case of Desktop and Laptop Computers in Belgium. Resour. Conserv. Recycl. 107, 53-64.

Vining, J., Linn, N., et Burdge, R. J. (1992). Why Recycle? A Comparison of Recycling Motivations in Four Communities. Environmental Management, 16, 785-797.

Walls, M. (2006). Extended Producer Responsibility and Product Design Economic: Theory and Selected Case Studies, RFF DP 06-08.

Walls, M. (2011). Deposit-refund Systems in Practice and Theory, RFF DP 11-47.

Weikard, H. et Seyhan, D. (2009). The Distribution of Phosphorus Resources between Rich and Poor Countries: The Effect of Recycling. Ecological Economics, No 68, 1749-1757.

Wertz, K.L. (1976). Economic Factors Influencing Households' Production of Refuse. Journal of Environmental Economics and Management 2,4, 263-272.

Woolridge, A. C., Ward, D. G., Paul, S. P., Michael, C. et Gandy, S. (2006). Life Cycle Assessment for Reuse/Recycling of Donated Waste Textiles Compared to Use of Virgin Material: An UK Energy Saving Perspective. Resources, Conservation and Recycling 46, 94-103.

<https://www.consoglobe.com>.

<http://www.leparisien.fr/economie/recyclage-des-bouteilles-en-plastique-pour-recharger-les-cartes-de-metro-a-istanbul-18-10-2018-7922259.php>.

<http://sprecycling.com/category/recycling-industry-standards>.